

Физика

МЕТОДИЧЕСКОЕ
ПОСОБИЕ

9

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Расим Абдуразагов
Дуньямалы Мамедов
Али Агаджанлы
Замир Дадашов

Физика

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Методическое пособие по предмету физика для 9-х классов
общеобразовательных заведений

9

©Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0International (CC BY-NC-SA 4.0)

Bu nəşr Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International lisenziyası (CC BY-NC-SA 4.0) ilə www.trims.edu.az saytında əlçatandır. Bu nəşrin məzmunundan istifadə edərkən sözügedən lisenziyanın şərtlərini qəbul etmiş olursunuz:

İstinad zamanı nəşrin müəllif(lər)inin adı göstərilməlidir.

Nəşrdən kommersiya məqsədilə istifadə qadağandır.

Törəmə nəşrlər orijinal nəşrin lisenziya şərtlərilə yayılmalıdır.

Замечания и предложения, связанные с этим изданием,
просим отправлять на электронные адреса: trm@arti.edu.az и derslik@edu.gov.az
Заранее благодарим за сотрудничество!

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Методы обучения и планирования уроков по предмету.....	3
Содержательные стандарты по физике IX класс	9
Образец тематического планирования.....	10
Раздел 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА	14
Раздел 2. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА.....	110
Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ	223
Раздел 4. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ	317

ВВЕДЕНИЕ

Учебный комплект по физике состоит из учебника, рабочей тетради и методического пособия для учителей. В учебнике представлены учебные материалы, обеспечивающие реализацию содержательных стандартов 9-го класса в соответствии с предметной учебной программой (куррикулумом). Методическое пособие включает введение, объясняющее цели и задачи физики, методы преподавания и планирования уроков по предмету, а также раздел с краткими обзорами разделов учебника, рабочими схемами и принципами работы с учебными материалами. Рабочая тетрадь содержит разделы, темы и оценочные задания, составленные для первого полугодия.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ФИЗИКИ

Цели и задачи физики изложены в учебной программе (учебном плане) по физике [для общеобразовательных учреждений Азербайджанской Республики (7-11 классы). Баку, 2025, 48 стр.]. Цели физики на общеобразовательном уровне носят конкретный и специфический характер и заключаются в обучении учащихся научному мировоззрению и основным законам, принципам и закономерностям, позволяющим им систематизировать и объяснять природные явления, а также достигать научного прогресса, применяя их в промышленности, медицине и технике. Реализация этих целей позволяет учащимся отличать науку от лженауки, критически мыслить для решения проблем, с которыми они сталкиваются в реальной жизни, и принимать рациональные решения, применяя основные понятия и законы науки, осваивать знания и процессуальные навыки, необходимые для выбора физики и инженерии в качестве специальности и участия в научно-практических инициативах.

Для достижения этой цели физика ставит перед собой следующие задачи:

- обучение знаниям и навыкам, связанным с объяснением и измерением важных понятий и величин в физике;
- изучение законов и теорий, объясняющих природные явления в рамках единой физической картины мира;
- формирование навыков применения методов научного познания физики как экспериментальной науки и использования измерительных приборов;
- развитие способности применять полученные знания для решения задач, с которыми они столкнутся в реальной жизни;
- формирование мировоззрения, основанного на научном понимании места человека во Вселенной и в окружающем мире;
- развитие необходимых знаний и навыков у учеников, выбирающих карьеру во всех областях естественных наук и техники, таких как физика, химия, биология и медицина.

МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ УРОКОВ ПО ПРЕДМЕТУ

Для эффективного преподавания физики учителя-предметники могут использовать следующие подходы:

Активное/интерактивное обучение

Активное (интерактивное) обучение представляет собой совокупность организации и управления учебным процессом и познавательной деятельностью учащихся. Оно осуществляется в условиях активного сотрудничества и взаимного общения со всеми участниками образовательного процесса. Структура данного метода следующая:

- целенаправленное создание учителем проблемной ситуации. Это осуществляется на этапе мотивации урока, и учащиеся направляются к решению проблемы посредством сформулированного исследовательского вопроса;

- стимулирование учащихся к участию в решении проблемы с позиции активных исследователей;
- самостоятельное “открытие” учащимися новых и необходимых закономерностей;
- создание условий для обмена информацией и обсуждения учащимися в режиме сотрудничества с целью определения причины “обнаруженных” закономерностей;
- создание благоприятных возможностей для развития у учащихся навыков применения полученных знаний на практике;
- предоставление ученикам инструментов самооценки и рефлексии.

Компоненты, вытекающие из уникальной структуры активного/интерактивного обучения, можно суммировать, как показано в Таблице 1.

Таблица 1.

Ключевые компоненты активного/интерактивного обучения			
Создание проблемных условий	Необходимость диалога и сотрудничества	Ученик-исследователь, преподаватель-фасилитатор	Психологическая поддержка: уважение к ученику, безопасная среда.

Практическая работа (фронтальная лабораторная работа)

В физике “практическая работа” (или “фронтальная лабораторная работа”) – это экспериментальное задание, выполняемое учениками совместно (в классе) под руководством преподавателя.

- Фронтальная лабораторная работа означает, что весь класс выполняет один и тот же эксперимент на уроке.
- Цель – изучить определенный физический закон или зависимость на практике, смоделировать и наблюдать природное явление и сделать выводы.
- Поскольку практическая работа является особым видом урока, она также состоит из своих этапов. Они следующие.

Первый этап называется “Организация вводного опроса”. Он состоит из трех частей:

- с помощью фронтального опроса ученикам задают вопросы о теоретических знаниях, полученных по теме, к которой относится работа;
- задаются вопросы о последовательности выполнения работы;
- задаются вопросы о необходимом для работы оборудовании.

Второй этап называется “Организация работы”. Под руководством и наблюдением преподавателя ученики в парах или группах (в зависимости от количества комплектов оборудования) выполняют работу последовательно в соответствии с планом.

Третий этап называется “Организация заключительного опроса”. На этом этапе ученики опрашиваются о полученных результатах, причинах этих результатов, и составляется итоговое заключение.

Четвертый этап – “Оценивание”. Результаты обучения учеников оцениваются по четырёхуровневой рубрике.

Обучение проектам

Проектное обучение (*Project-based learning* – PBL) – это стратегия обучения, при которой учащиеся учатся, исследуя конкретную проблему, собирая информацию, делая выводы и создавая практический продукт. То есть обучение осуществляется посредством работы над конкретным проектом. При таком подходе:

- учитель выступает в роли наставника и фасилитатора (т.е. дает указания, но не предоставляет готовых ответов);

- учащиеся развивают навыки самостоятельного, творческого и критического мышления;
- изучаемая тема связана с жизнью и реальными ситуациями;
- в результате создается проектный продукт (плакат или электронная презентация, модель, отчет, видео и т. д.).

Решение задач

Решение задач – это процесс, в ходе которого учащиеся используют физические законы и понятия для того, чтобы делать выводы, проводить вычисления или объяснять явление в данной ситуации.

В ходе этого процесса:

- учащийся развивает навыки понимания прочитанного, анализируя данные;
- выбирает уравнения и закономерности;
- выполняет вычисления, проверяет ответ и комментирует результат;
- учитель дает указания, задавая наводящие вопросы, но не предоставляет готового ответа.

Метод вопросов и ответов (сократовский метод)

Сократовский метод – это философский метод мышления и обучения, созданный древнегреческим философом Сократом. В этом методе человек приобретает новые знания, анализируя то, что он уже знает, посредством вопросов и ответов. Этот метод имеет три основных этапа: вопросы и ответы, иронический (скептический подход) и этап, создающий новые идеи.

- Метод вопросов и ответов (катетический метод): проводится фронтальный опрос, чтобы понять, что ученик знает и чего не знает. Это помогает глубоко понять тему.
- Ирония (скептический подход): ответы, полученные посредством вопросов, ставятся под сомнение, что заставляет ученика усомниться в собственных знаниях и побуждает его к более глубокому осмыслению.
- Майевтика (порождение мыслей): цель здесь – “порождение мысли”. Сократ выступает в роли “акушерки” и помогает собеседнику порождать новые идеи и знания посредством наводящих вопросов.

Работа в группах

Работа в группах – один из основных активных методов современного обучения, означающий, что учащиеся учатся вместе в условиях сотрудничества.

Работа в группах – это форма обучения, при которой учащиеся работают над заданием в небольших группах, обмениваются идеями и приходят к общему выводу.

В этом методе:

- каждый ученик вносит свой вклад в общий результат группы;
- учитель выступает в роли наблюдателя и наставника;
- цель – развитие коммуникативных навыков, навыков сотрудничества, ответственности и критического мышления.

Обучение, ориентированное на проблему

Обучение, ориентированное на проблему (*Problem-Based Learning, PBL*) – это подход к обучению, при котором ученики приобретают новые знания и развивают навыки; здесь процесс обучения основан на решении открытых, часто междисциплинарных проблем.

В традиционном обучении сначала даются теоретические знания, а затем они подкрепляются заданиями. В проблемно-ориентированном обучении ученики начинают процесс приобретения знаний самостоятельно, сталкиваясь с реальной или смоделированной ситуацией.

Суть проблемно-ориентированного обучения можно обобщить следующим образом:

- фокус обучения смещен не на предмет, а на проблему. Например, если на традиционном уроке преподается "Введение в физику тепловых явлений", то в обучении, ориентированном на проблему, вопрос формулируется следующим образом: "Как спроектировать систему отопления для эффективного использования энергии в северном климате?" Это создает мотивацию к обучению, поскольку ученик проявляет интерес к решению проблемы и пытается глубоко понять тему;

- ученики являются активными участниками процесса обучения. Они больше не пассивные получатели знаний, а играют роль исследователей: выдвигают гипотезы, разрабатывают план действий, собирают информацию, делают выводы и представляют результаты;

- цель обучения состоит не только в приобретении знаний, но и в формировании способности самостоятельно решать проблемы, мыслить аналитически и творчески, а также адаптироваться к различным ситуациям.

Основной принцип

В каждом примере в центре внимания находится проблема, а не тема. Ученики выступают в роли исследователей, выдвигают гипотезы, проводят эксперименты, делают выводы и представляют их. Учитель играет лишь роль наставника и посредника.

Примеры проблемно-ориентированного обучения в преподавании физики.

Пример. Проектирование освещения двора.

Проблема. "Какие лампы и отражатели (сферические зеркала) следует выбрать, чтобы определить наиболее эффективный вариант освещения двора?"

Действия учеников:

- определить источники света и их мощность;
- определить размеры двора и углы падения света;
- смоделировать размещение отражателей и ламп;
- представить результат и оценить экономию энергии, выполнив расчеты.

Создание "Карты понятий" (интеллектуальной карты)

"Карта понятий" (или "интеллектуальная карта") – это очень эффективный инструмент визуального мышления как обучении, ориентированном на проблему, так и в различных стратегиях обучения в целом.

Создание "Карта понятий" – это процесс систематизации знаний, полученных учащимся, и визуального отображения взаимосвязи между этими знаниями. Этот метод основан на принципе "формирующего мышления", а не "готовых знаний". То есть учащийся:

- сначала помещает проблему или тему в центр;
- затем показывает связанные с ней понятия, явления, законы и их взаимосвязи стрелками;
- в результате знания представляются в виде сети, что облегчает процесс запоминания, обобщения и формулирования новых выводов.

Создание "Карта понятий" играет важную роль в обучении, ориентированном на проблему и является очень важным этапом обучения, потому что:

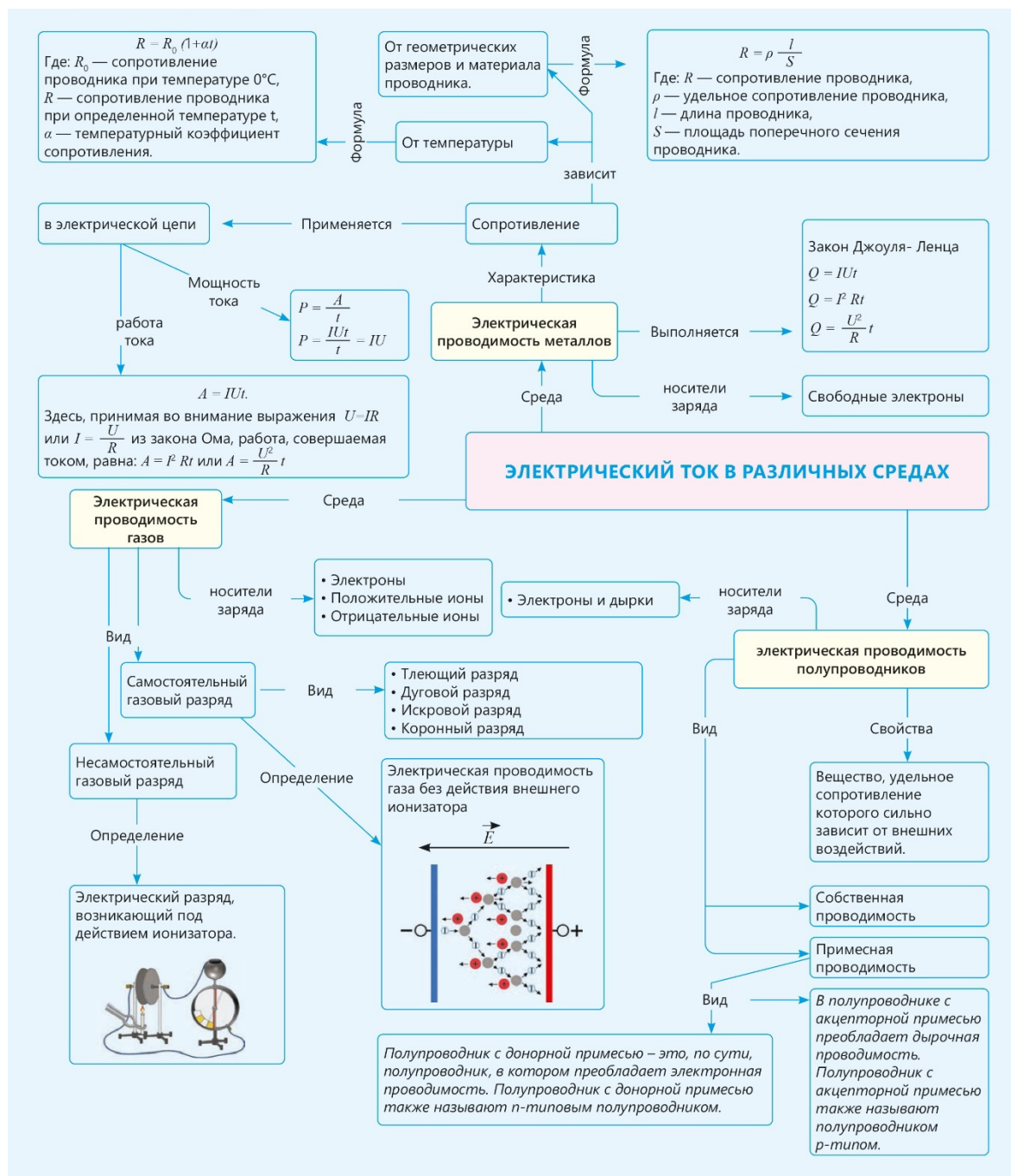
- 1) она раскрывает структуру проблемы, то есть учащийся видит, в чем состоит проблема и какие знания ему необходимы для ее решения;
- 2) создает мост между существующими и новыми знаниями;
- 3) обеспечивает визуальный обмен идеями в групповой работе – каждый может одновременно видеть направление мыслей;
- 4) систематически показывает ответ на вопрос "что и как мы поняли" на этапе рефлексии (т.е. после получения результата).

Таким образом, преимущества "Карта понятий" можно представить следующим образом:

- формирует структуру мышления ученика;
- четко показывает связи между физическими, математическими и природными явлениями;
- активизирует творческое и критическое мышление;
- полезно для самооценки и повторения материала (ученик, глядя на свою карту, видит, что он знает, а что не может связать между собой).

Ниже представлена "Карта понятий" для раздела "Электрический ток в различных средах".

"Карта понятий" раздела "Электрический ток в различных средах"



СТРУКТУРА ТЕМ

Раздел “Знакомство с учебником” в начале учебника объясняет назначение различных блоков.

Разделы учебника начинаются с “вводной страницы”. В этом блоке учащимся предлагается интересная информация из истории науки, природы, повседневной жизни или техники, с учетом их предварительных знаний, а затем вопросы по этим материалам. С помощью этих вопросов учащиеся вовлекаются в обсуждение, в результате которого активизируются их предварительные знания и формируется предварительное представление о темах раздела. Задаваемые вопросы связаны с повседневными наблюдениями учащихся, знаниями, полученными из учебника “Природа” или предыдущих разделов, и таким образом обеспечивается переход к новой теме. Блок “Из раздела вы узнаете” в упрощенной форме перечисляет результаты обучения, которые должны быть достигнуты в разделе.

Разделы начинаются с блока мотивации, в котором представлены ситуации и вопросы. В отличие от вводной страницы, материал в этом разделе более конкретен и непосредственно связан с темой. После обсуждения вопросов в блоке, призванном пробудить интерес, рассматриваются новые знания по теме.

Далее представлены деятельность и пояснения по теме. Задания напрямую связаны с содержанием, и их цель – представить материал, обобщив его на основе реальной ситуации или конкретного примера.

В блоке “Знаете ли вы?” ученикам предлагается интересная информация, а вопрос в блоке “Подумай · Обсуди · Поделись” предполагает обсуждение в группе и обмен ответами с одноклассниками.

В блоках “Применение полученных знаний” и “Проверьте полученные знания” представлены вопросы и задания для оценки уровня понимания темы учащимися.

При составлении тем также уделялось внимание применению знаний, и предлагалось решение задач в рамках темы.

В блоке “Наука, технология, жизнь” представлены материалы для чтения, которые связывают изучаемую тему с более широкими знаниями в области истории, техники и медицины, чтобы расширить мировоззрение учеников и повысить их научную грамотность.

Раздел завершается блоками “Обобщающие задания” и “Карта понятий” (“Обобщение”), где изучаемый материал представлен в связной и иерархической форме.

При преподавании материала с использованием различных методов ожидается, что учащиеся будут более активно участвовать в процессе обучения с помощью заданий, материалов для чтения, вопросов и ответов, а их знания в области физики станут частью их мировоззрения. Для получения дополнительной информации об этапах урока можно обратиться к разделу, объясняющему метод 5Е, в методическом пособии учебника “Природа” для 6 класса. Также полезно ознакомиться с разделом “Введение” в учебнике “Физика” для 7 и 8 классов, где объясняются темы, изучаемые в физике, и научный метод.

СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ СТАНДАРТЫ ПО ФИЗИКЕ IX КЛАСС

1 содержательная линия. Физические величины, измерения и экспериментальная физика.

Ученик:

9-1.1. Демонстрирует знания и навыки в области физических величин.

9-1.1.1. Определяет результирующий вектор неколлинеарных векторов.

9-1.1.2. Вычисляет скалярное и векторное произведение векторов.

9-1.2. Измеряет и вычисляет физические величины.

9-1.2.1. Определяет систематические и случайные погрешности при измерении.

9-1.2.2. Проводит действия с погрешностями измерений.

9-1.3. Планирует и проводит простые эксперименты.

9-1.3.1. Объясняет научный метод и процедурные навыки.

9-1.3.2. Определяет зависимую переменную, независимую переменную и контрольные переменные.

9-1.3.3. Представляет результаты измерений на графике с указанием погрешностей.

9-1.3.4. Анализирует функциональную зависимость между переменными на основе графика.

9-1.3.5. Подводит итоги практической работы.

9-1.3.6. Комментирует результаты важных экспериментов в истории физики.

3 содержательная линия. Электрические, магнитные и электромагнитные поля.

Ученик:

9-3.1. Сравнивает сопротивления различных элементов цепи.

9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах.

9-3.1.2. Комментирует I-U графики для элементов цепи.

9-3.1.3. Объясняет функцию выпрямительных цепей.

9-3.1.4. Комментирует цепи распределителей напряжения.

9-3.1.5. Вычисляет работу, энергию и мощность в электрических цепях.

9-3.1.6. Объясняет влияние электрического тока на живые организмы.

9-3.2. Объясняет взаимодействие электрического и магнитного полей.

9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.

9-3.2.2. Объясняет индукцию магнитного поля катушки с током.

9-3.2.3. Объясняет электромагнитную индукцию.

5 содержательная линия. Колебания, волны и оптика.

Ученик:

9-5.1 Описывает распространение света в различных средах.

9-5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям.

9-5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.

9-5.1.3. Объясняет дисперсию света.

ОБРАЗЕЦ ТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ПЕРВОЕ ПОЛУГОДИЕ
(всего 51 час, 3 часа в неделю в течение первого полугодия)

РАЗДЕЛ 1. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА			
№ урока	Тема	Стандарт	Часы
	1.1. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ПЕРЕМЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		
1	1.1.1. Скалярные и векторные физические величины	9 – 1.1.1	1
2	1.1.2. Сложение векторов	9 – 1.1.1	1
3	1.1.3. Вычитание векторов	9 – 1.1.1	1
4	Решение задач – 1	9 – 1.1.1	1
5	1.1.4. Проекция вектора. Проекция вектора на ось.	9 – 1.1.1	1
6	1.1.5. Координаты вектора. Определение модуля вектора по его проекциям.	9 – 1.1.1	1
7	1.1.6. Скалярное произведение векторов	9 – 1.1.1; 9 – 1.1.2	1
8	Решение задач – 2	9 – 1.1.1; 9 – 1.1.2	1
9	1.1.7. Переменные физические величины	9 – 1.3.2; 9 – 1.3.3	1
10	1.1.8. Графическое представление зависимостей между физическими величинами	9 – 1.3.2; 9 – 1.3.3; 9 – 1.3.4	1
11	Решение задач – 3	9 – 1.3.2; 9 – 1.3.4	1
	1.2. ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ И РАСЧЁТАХ		
12	1.2.1. Точность измерений	9 – 1.2.1; 9 – 1.2.2	1
13	1.2.2–1. Погрешность измерений: абсолютная и относительная погрешности при многократных последовательных измерениях	9 – 1.2.1; 9 – 1.2.2; 9 – 1.3.3	1
14	1.2.2–2. Погрешность измерений: абсолютная и относительная погрешности при многократных последовательных измерениях	9 – 1.2.1; 9 – 1.2.2; 9 – 1.3.3	1
15	Решение задач – 4	9 – 1.2.1; 9 – 1.2.2	1
16	МСО-1		1
	1.3. ЭКСПЕРИМЕНТ В ФИЗИКЕ		
17	1.3.1. Эксперимент в физике как метод научного исследования	9 – 1.3.1; 9 – 1.3.2	1
18	1.3.2. Подготовка научного отчета о физическом эксперименте (образец)	9 – 1.3.3; 9 – 1.3.4; 9 – 1.3.5	1
19	Решение задач – 5	9 – 1.3.5	1
20	1.3.3. Роль экспериментов в развитии физической науки (урок-презентация)	9 – 1.3.6	1
21	Обобщающий урок	9 – 1.1.1; 9 – 1.1.2; 9 – 1.3.2; 9 – 1.3.3; 9 – 1.3.4; 9 – 1.3.5	1
ВСЕГО ПО 1 РАЗДЕЛУ:			21

РАЗДЕЛ 2. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА			
№ урока	Тема	Стандарт	Часы
	2.1. СВЕТОВЫЕ ЛУЧИ		
22	2.1.1. Представления о природе света	9 – 1.3.1; 9 – 1.3.6; 9 – 5.1.1.	1
23	2.1.2. Определение скорости света	9 – 1.3.6; 9 – 5.1.1	1
24	2.1.3. Закон прямолинейного распространения света	9 – 1.3.6; 9 – 5.1.1.	1
25	Решение задач – 6	9 – 1.3.6; 9 – 5.1.1.	1
	2.2. ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА		
26	2.2.1. Закон отражения света	9 – 5.1.1.	1
27	2.2.2. Как тело отражается в плоском зеркале?	9 – 5.1.1.	1
28	Решение задач – 7	9 – 5.1.1.	1
29	2.2.3. Сферическое зеркало	9 – 5.1.1.	1
30	2.2.4. Построение изображения в сферических зеркалах	9 – 5.1.1.	1
31	Решение задач – 8	9 – 5.1.1.	1
32	МСО-2		1
	2.3. ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА – РЕФРАКЦИЯ		
33	2.3.1. Закон преломления света: закон Снеллиуса	9 – 5.1.2.	1
34	Практическая работа – 2.1. Изучение зависимости угла преломления света от угла падения	9 – 1.3.5; 9 – 5.1.2.	1
35	2.3.2. Полное внутреннее отражение света	9 – 5.1.1; 9 – 5.1.2.	1
36	Решение задач – 9	9 – 5.1.2.	1
37	2.3.3. Распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме	9 – 5.1.2.	1
38	2.3.4. Разделение белого света на цвета: дисперсия света	9 – 1.3.6; 9 – 5.1.2; 9 – 5.1.3.	1
39	Практическая работа – 2.2. Определение показателя преломления стекла	9 – 1.2.1; 9 – 1.2.2; 9 – 1.3.5; 9 – 5.1.2.	1
40	Решение задач – 10	9 – 5.1.2; 9 – 5.1.3.	1
	2.4. ЛИНЗЫ		
41	2.4.1. Линзы. Основные элементы линз.	9 – 5.1.2.	1
42	2.4.2. Построение изображения тела в линзах	9 – 1.3.5; 9 – 5.1.2.	1
43	2.4.3. Формула тонкой линзы: взаимосвязь между характеристиками линз	9 – 5.1.2.	1
44	Решение задач – 11	9 – 5.1.2.	1
45	Практическая работа – 2.3: Определение оптической силы и фокусного расстояния тонкой линзы.	9 – 1.2.1; 9 – 1.2.2; 9 – 1.3.5; 9 – 5.1.2.	1
46	2.4.4. Глаз – это естественная оптическая система	9 – 5.1.2.	1
47	2.4.5. Оптические приборы	9 – 5.1.2.	1
48	Решение задач – 12	9 – 5.1.2.	1
49	Обобщающий урок	9 – 5.1.1; 9 – 5.1.2; 9 – 5.1.3.	1
50	МСО-3		1
51	БСО-1		1
ВСЕГО ПО 2 РАЗДЕЛУ:			30
ВСЕГО ПО ПЕРВОМУ ПОЛУГОДИЮ			51

ОБРАЗЕЦ ТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА ВТОРОЕ ПОЛУГОДИЕ
(всего 51 час, 3 часа в неделю в течение второго полугодия)

РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ			
№ урока	Тема	Стандарт	Часы
	3.1. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МЕТАЛЛОВ		
1	3.1.1. Проводники и диэлектрики в электрическом поле	9 – 3.1.1	1
2	Решение задач – 1	9 – 3.1.1	1
3	3.1.2. Сопротивление металлов	9 – 3.1.1., 9 – 3.1.2	1
4	Решение задач – 2	9 – 3.1.1, 9 – 3.1.2	1
5	3.1.3. Цепь распределения напряжения	9 – 3.1.4	1
6	Решение задач – 3	9 – 3.1.4	1
7	3.1.4. Зависимость сопротивления металлов от температуры	9 – 3.1.1, 9 – 3.1.2	1
8	Решение задач – 4	9 – 3.1.2	1
9	3.1.5. Работа электрического тока	9 – 3.1.5	1
10	Решение задач – 5	9 – 3.1.5	1
11	3.1.6. Мощность электрического тока	9 – 3.1.5	1
12	Практическая работа. № 3.1. Измерение работы и мощности тока в электрической лампе.	9 – 3.1.5	1
13	3.1.7. Влияние электрического тока на живые организмы	9 – 3.1.6	1
14	Решение задач – 6	9 – 3.1.5, 9 – 3.1.6	1
	3.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ГАЗОВ		
15	3.2.1. Электрический ток в газах: несамостоятельный газовый разряд	9 – 3.1.1	1
16	3.2.2. Электрический ток в газах: самостоятельный газовый разряд	9 – 3.1.1	1
17	Решение задач – 7	9 – 3.1.1	1
18	МСО-4		1
	3.3. ПОЛУПРОВОДНИКИ		
19	3.3.1. Собственная проводимость полупроводников	9 – 3.1.1., 9 – 3.1.2 9 – 3.1.3	1
20	3.3.2. Примесная проводимость полупроводников	9 – 3.1.1, 9 – 3.1.2. 9 – 3.1.2	1
21	3.3.3. Р–п-переход в полупроводниковом кристалле. Полупроводниковый диод	9 – 3.1.1, 9 – 3.1.2 9 – 3.1.3	1
22	Решение задач – 8	9 – 3.1.1, 9 – 3.1.2 9 – 3.1.3	1
23	Обобщающий урок	9 – 3.1.1, 9 – 3.1.2. 9 – 3.1.3., 9 – 3.1.4 9 – 3.1.5., 9 – 3.1.6	1
ВСЕГО ПО 3 РАЗДЕЛУ:			23

РАЗДЕЛ 4. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ			
№ урока	Тема	Стандарт	Часы
	4.1 МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА		
24	4.1.1. Природа магнитного поля и магнитного поля Земли	9-1.3.6; 9 – 3.2.1	1
25	4.1.2. Индукция магнитного поля	9 – 3.2.1	1
26	Решение задач – 9	9 – 3.2.1	1
27	4.1.3. Магнитная индукция прямого проводника с током	9 – 3.2.1	1
28	Решение задач – 10	9 – 3.2.1	1
29	4.1.4. Магнитное поле кругового проводника и катушки с током	9 – 3.2.1; 9 – 3.2.2	1
30	Решение задач – 11	9 – 3.2.1; 9 – 3.2.2	1
31	4.1.5. Электромагнит и его применение	9 – 3.2.1; 9 – 3.2.2	1
32	4.1.6. Магнитное взаимодействие проводников с током	9 – 3.2.1	1
33	Решение задач – 12	9 – 3.2.1; 9 – 3.2.2	1
34	МСО-5		1
	4.2. ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОВОДНИК С ТОКОМ И ДВИЖУЩУЮСЯ ЗАРЯЖЕННУЮ ЧАСТИЦУ		
35	4.2.1. Действие магнитного поля на прямой проводник с током – сила Ампера.	9-1.3.6; 9 – 3.2.1	1
36	Решение задач – 14	9 – 3.2.1	1
37	Решение задач – 15	9 – 3.2.1	1
38	4.2.2. Действие магнитного поля на рамку с током	9 – 3.2.1	1
39	Решение задач – 16	9 – 3.2.1	1
40	4.2.3. Действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу – сила Лоренца	9 – 3.2.1	1
41	Решение задач – 17	9 – 3.2.1	1
42	Решение задач – 18	9 – 3.2.1	1
	4.3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ		
43	4.3.1. Явление электромагнитной индукции	9-1.3.6; 9 – 3.2.3	1
44	Решение задач – 19	9 – 3.2.3	1
45	4.3.2. Направление индукционного тока. Правило Ленца	9-1.3.6; 9 – 3.2.3	1
46	Практическая работа. № 4.1. Изучение явления электромагнитной индукции.	9 – 3.2.3	1
47	Решение задач – 20	9 – 3.2.3	1
48	Обобщающий урок	9 – 3.2.1; 9 – 3.2.2 9 – 3.2.3	1
49	МСО-6		1
50	БСО-2		1
51	Подведение итогов учебного года		1
ВСЕГО ПО 4 РАЗДЕЛУ:			28
ВСЕГО ПО ВТОРОМУ ПОЛУГОДИЮ			51
ВСЕГО ЗА ГОД			102

РАЗДЕЛ 1

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА

№	Тема	Часы	Учебник (стр.)	Рабо- чая тет- радь (стр.)
1.1	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ПЕРЕМЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ			
У01/1.1.1.	Скалярные и векторные физические величины	1		
У02/1.1.2.	Сложение векторов	1		
У03/1.1.3.	Вычитание векторов	1		
У04/ –	Решение задач – 1	1		
У05/1.1.4.	Проекция вектора. Проекция вектора на ось	1		
У06/1.1.5.	Координаты вектора. Определение модуля вектора по его проекциям	1		
У07/1.1.6.	Скалярное произведение векторов	1		
У08/ –	Решение задач – 2	1		
У09/1.1.7.	Переменные физические величины	1		
У10/1.1.8.	Графическое изображение зависимости между фи- зическими величинами	1		
У11/ –	Решение задач – 3	1		
1.2.	ПОГРЕШНОСТИ В ИЗМЕРЕНИЯХ И РАСЧЁТАХ			
У12/1.2.1.	Точность измерений	1		
У13/ 1.2.1.-1.	Погрешность измерений: абсолютная и относительная погрешность при многократных последовательных из- мерениях	1		
У14/ 1.2.1.-2.	Погрешность измерений: абсолютная и относительная погрешность при многократных последовательных из- мерениях	1		
У15/ –	Решение задач – 4	1		
У16/2.3.3.	МСО-1	1		
1.3.	ЭКСПЕРИМЕНТ В ФИЗИКЕ			
У17/1.3.1.	Эксперимент в физике как метод научного исследо- вания	1		
У18/1.3.2.	Составление научного отчета о физическом экспери- менте (образец)	1		
У19/ –	Решение задач – 5	1		
У20/1.3.3.	Роль эксперимента в развитии физической науки (урок- презентация)	1		
У21/ –	Обобщающий урок	1		
Всего по разделу:		21		

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РАЗДЕЛА

Каждое тело обладает различными свойствами, выраженными соответствующей физической величиной. Например, инертные свойства тела определяются величиной, называемой “массой”; пространственной мерой являются “длина”, “площадь”, “объем”; свойством проводника препятствовать прохождению электрического тока является “сопротивление” и т. д.

- *Физические величины отражают свойства окружающей нас реальности, физических явлений и процессов, происходящих в природе.*
- *Физические величины тесно связаны с понятием “измерение” – результат измерения выражается численным значением величины. Таким образом, величины переводят обычное описание свойства любого физического тела, явления или процесса в его численную меру.*

Взаимосвязи между величинами выражаются физическими формулами. Физические формулы отличаются от математических формул. Так, математические формулы выражают описание зависимостей между различными символами, и эти символы могут и не иметь определённого значения.

Физические формулы отражают свойства реального мира, ход происходящих явлений и процессов. Следовательно, изучение любой физической величины в физике означает изучение свойств физического тела, явления или процесса, которые она характеризует.

Физические величины классифицируются по их назначению, описанию и направлению следующим образом:

1. По качеству физического свойства – инертность (масса), степень нагревания (температура), взаимодействие с постоянным электрическим полем (диэлектрическая проницаемость), взаимодействие с постоянным магнитным полем (магнитная проницаемость) и т. д.
2. По своим математическим свойствам физические величины делятся на две основные группы: скалярные и векторные величины:

– **скалярные величины** (температура, давление, масса, плотность и т. д.). Скалярная величина характеризуется только числовым значением и единицей измерения и не имеет направления. Над скалярными величинами одного вида можно выполнять математические действия.

– **векторные величины** (перемещение, скорость, ускорение, сила и т. д.). Векторная величина – это физическая величина, которая имеет как числовое значение, так и направление. Использование векторных величин позволяет глубже усвоить физические законы и понятия.

После изучения понятия векторной величины учащиеся должны уметь:

- 1) описывать векторный характер физической величины;
- 2) выполнять операции над векторными величинами;
- 3) различать понятия “вектор” и “векторная величина”, определять место этих понятий в математике и физике;
- 4) различать векторные и скалярные величины.

Впервые в преподавании физики в этом разделе уделяется большое внимание векторам, свойствам векторов, переменным физическим величинам и их видам, а также графическим изображениям зависимости между физическими величинами. Здесь учащиеся получают более глубокое представление о некоторых понятиях, известных с младших классов.

Например, после систематического ознакомления с абсолютными и относительными погрешностями в теме "Точность измерений" подробно объясняется методология и техника определения абсолютных и относительных погрешностей в многочисленных последовательных измерениях, проводимых в физических экспериментах.

В конце раздела объясняется роль классических экспериментов в формировании физики как науки, на примерах объясняется методология и техника проведения школьного эксперимента, а также подробно описывается порядок составления отчета об эксперименте.

Основные принципы физических величин заключаются в следующем:

- Одно и то же свойство физического тела может характеризоваться различными физическими величинами. Например, степень нагревания тела может быть выражена температурой или средней кинетической энергией молекул;
- Для обеспечения идентичности измерений выбирается одна из величин, характеризующих каждое физическое свойство, и этот выбор принимается на основе международных соглашений;
- Истинный размер физической величины не зависит от выбранной единицы измерения, но ее численное значение изменяется при изменении единицы.

Применение скалярных и векторных физических величин

Скалярные и векторные физические величины используются в различных областях физики.

Применение скалярных физических величин

– Скалярные физические величины используются для количественной характеристики свойств тел и физических процессов. Например, масса, объем, температура, сила тока, напряжение, время, плотность, длина являются скалярными величинами. Эти величины определяются с помощью различных измерительных приборов. Например, массу можно измерить с помощью весов, объем – с помощью мензурки, температуру – с помощью термометра, силу тока – с помощью амперметра, напряжение – с помощью вольтметра, плотность жидкости – с помощью ареометра, а длину линии – с помощью курвиметра.

– Возможно выполнять вычисления со скалярными величинами. Например, плотность вычисляется как отношение массы к объему, а скорость – как отношение пройденного пути ко времени.

– Скалярные величины складываются и вычитаются только по их численным значениям, направление не учитывается. Благодаря этому свойству работа со скалярными величинами проще, чем с векторными физическими величинами.

Применение векторных физических величин

Векторные физические величины описываются не только их численным значением, но и направлением. Над символами этих величин ставят стрелку, например, скорость $\vec{v}$, ускорение $\vec{a}$, сила $\vec{F}$, перемещение $\vec{s}$, напряженность электрического поля $\vec{E}$, и магнитная индукция $\vec{B}$ являются векторными физическими величинами.

Векторные величины широко используются при описании механического движения. С помощью векторов скорости и ускорения показывают, в каком направлении и с какой скоростью движется тело. Поскольку сила также является векторной величиной, изменение скорости тела зависит как от величины, так и от направления равнодействующей силы.

Векторные величины также играют важную роль в объяснении электрических и магнитных явлений.

Например, напряженность электрического поля – это силовая характеристика соответствующего поля, и она характеризует взаимодействие электрических зарядов и возникновение электрического тока. Магнитная индукция – тоже векторная величина; она является силовой характеристикой магнитного поля и описывает его действие на проводники с током и движущиеся заряженные частицы.

Векторные величины также широко используются в технических и инженерных расчетах. Расчет работы различных устройств, определение действия сил и определение направления движения выполняются с помощью векторных величин.

Хотя некоторые физические величины являются скалярными, они связаны с векторными величинами. Например, работа – это скалярная величина, но она выражает скалярное произведение равнодействующей векторов силы и перемещения.

Действия над векторными величинами

Над векторными величинами можно выполнять такие операции, как сложение, вычитание, умножение на число и скалярное произведение.

Сложение векторов выполняется по правилу треугольника или параллелограмма.

Конец первого вектора соединяется с началом второго вектора. Результирующий вектор – это вектор, проведенный от начала первого к концу второго.

Вычитание векторов сводится к сложению векторов. Чтобы вычесть один вектор из другого, берут вектор, противоположный вычитаемому, и прибавляют его по правилу сложения.

При умножении вектора на число новый вектор направлен в том же направлении, что и предыдущий вектор (если число положительное), или в противоположном направлении (если число отрицательное), а его модуль умножается на модуль этого числа.

Скалярное произведение равно произведению модулей двух векторов на косинус угла между ними. Результатом этой операции является не вектор, а скалярная величина. Примером тому служит расчет работы в физике.

Один из подразделов называется “Точность измерения”

В физике для оценки точности измерений используются понятия абсолютной и относительной погрешности. Измерить что-либо с абсолютной точностью невозможно – всегда существует некоторая погрешность. Погрешности могут быть вызваны: несовершенством приборов, невозможностью точно снять показания со шкалы, влиянием внешних условий на эксперимент.

Абсолютная погрешность. Абсолютная погрешность (Δa) показывает максимально возможное отклонение истинного значения измеряемой физической величины от измеренного

значения. Модуль разности между значением, полученным в результате измерения, и истинным значением. Результат измерения с учётом абсолютной погрешности записывают так: $A = a \pm \Delta a$. Здесь A – измеряемая величина, a – результат измерения, Δa – погрешность измерения.

Пример: при измерении длины карандаша получилось 13,8 см, а погрешность составила 1 мм (0,1 см). Результат записывается как $l = (13,8 \pm 0,1)$ см. Следовательно, истинное значение длины карандаша может варьироваться от 13,7 см до 13,9 см.

На практике абсолютная погрешность аналоговых приборов (линейки, термометра, амперметра) обычно принимается равной половине цены деления шкалы.

Относительная погрешность

Относительная погрешность показывает, какая часть измеренного значения является абсолютной погрешностью. Она часто выражается в процентах:

$$\text{относительная погрешность} = \frac{\text{абсолютная погрешность}}{\text{измеренное значение}} \cdot 100\%.$$

Например: если длина 120 см измерена с абсолютной погрешностью 1 см, то:

$$\text{относительная погрешность} = \frac{1}{120} \cdot 100\% = 0,83\%$$

Следовательно, относительная погрешность составляет менее 1%.

Относительная погрешность – это мера точности измерения: чем меньше относительная погрешность, тем точнее измерение. Абсолютная погрешность не может быть использована для оценки точности измерения.

Внимание! Если относительная погрешность измерения превышает 10 %, считают, что оно даёт лишь приблизительную оценку величины. В физических лабораториях рекомендуется проводить измерения с относительной погрешностью до 10%. В научных лабораториях некоторые точные измерения (например, определение длины волны света) проводятся с точностью до одной миллионной доли процента.

Последний подраздел называется “Эксперименты в физике”.

В нем представлена информация о классических физических экспериментах и учебные материалы об их роли в развитии физических наук. Будучи научным методом познания, физический эксперимент на примере опыта “Нитяной маятник” позволяет ученикам непосредственно убедиться в значимости таких экспериментов они осваивают метод и технику подготовки отчета о своем эксперименте.

Введение в раздел

Вопрос и ответ, данные в соответствии с информацией во введении в раздел, следующие:

1. Что, по вашему мнению, может быть причиной ошибки в работе космического аппарата?

Ответ: Основной причиной разрушения космического аппарата стала ошибка в системе измерения и сигнализации. Сигналы, возникшие в результате вибрации посадочных опор космического аппарата, были неправильно восприняты детекторами, и двигатели были преждевременно выключены. Это привело к тому, что космический аппарат, не достигнув поверхности, начал свободно падать и на высокой скорости врезался в поверхность Марса.

2. Что можно сделать, чтобы уменьшить количество ошибок в эксперименте?

Ответ: Для уменьшения ошибок в эксперименте измерительные приборы должны быть точными, измерения должны повторяться несколько раз, а полученные результаты должны проверяться. Также необходимо следить за исправностью приборов и влиянием внешних факторов на результат.

1.1. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ. ПЕРЕМЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

Урок 01/ Тема: 1.1.1

**СКАЛЯРНЫЕ И
ВЕКТОРНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

Подстандарты	9 – 1.1.1. Определяет результирующий вектор неколлинеарных векторов.
Цели обучения	• Различает скалярные физические величины, векторные физические величины и коллинеарные векторы. • Решает различные задачи на скалярные физические величины, векторные физические величины и коллинеарные векторы.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • может подготовить презентации на любую тему; • мыслит критически (дает иное объяснение/решение любого вопроса/проблемы, чем данное объяснение/все остальное, предполагает возможность ситуации или ситуаций, выходящих за рамки, выраженные каким-либо законом); • задает вопросы, обсуждает, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор (или электронная доска)
Электронные ресурсы	1. https://video.edu.az/video/10972 2. https://www.youtube.com/watch?v=biVoK-Nsvks 3. https://www.youtube.com/watch?v=z_sQxAF9QEQ 4. https://www.youtube.com/watch?v=Jbvv4Uuyf0Q

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация.

Следующие вопросы обсуждаются путем сравнения кубов, изготовленных из двух разных материалов:

- Каковы массы этих кубиков?
- Какой из кубиков, находящихся на столе, весит больше: из пенопласта или деревянный? Обоснуйте свой ответ.
- Какие из упомянутых в задаче физических величин являются скалярными, а какие — векторными физическими величинами? Обоснуйте свой ответ.

Объяснение-1. Учитель применяет метод активного обучения “Устное объяснение”. Он обсуждает с учениками свойства скалярных и векторных физических величин на основе фронтального опроса.

Исследование. Решается задача “Что нужно знать, чтобы определить направление движения тела?”.

Объяснение-2. Учитель продолжает метод активного обучения “Устное объяснение” и обсуждает с учениками понятия “вектор”, “векторная величина”, “коллинеарные векторы”.

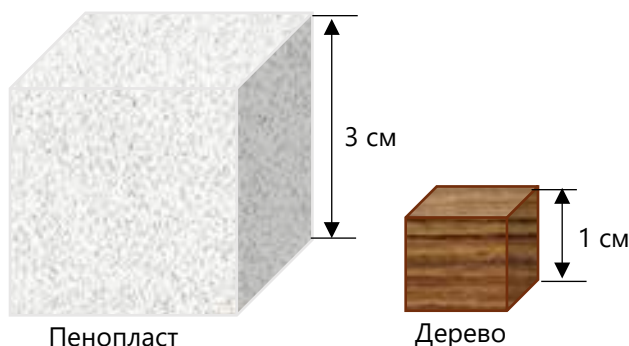
Применение. Решается задача на поставленную тему

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 8 мин.)

На этом этапе необходимо решить задачу, приведенную в учебнике.

Задача 1. Даны кубики, изготовленные из пенопласта и дерева, при комнатной температуре (18°C). Длина ребра пенопластового кубика равна 3 см, а деревянного – 1 см. Плотность пенопласта равна $0,015 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, а плотность дерева $0,698 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.



• **Ответ.**

Дано	Решение	Вычисления
$a_{\text{п}} = 3 \text{ см}; a_{\text{д}} = 1 \text{ см};$ $\rho_{\text{п}} = 0,015 \frac{\text{г}}{\text{см}^3};$ $\rho_{\text{д}} = 0,698 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$ $m_{\text{п}}, m_{\text{д}} - ?$	$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho V,$ $m_{\text{п}} = \rho_{\text{п}} \cdot V_{\text{п}};$ $m_{\text{д}} = \rho_{\text{д}} \cdot V_{\text{д}}.$	$m_{\text{п}} = 0,015 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 9 \text{ см}^3 = 0,135 \text{ г}$ или же $m_{\text{п}} = 1,35 \cdot 10^{-8} \text{ кг}.$ $m_{\text{д}} = 0,698 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 1 \text{ см}^3 = 0,698 \text{ г}.$ или же $m_{\text{д}} = 6,98 \cdot 10^{-8} \text{ кг}.$

• **Ответ.** Вес деревянного куба, покоящегося на столе, больше, поскольку на горизонтальной поверхности вес равен силе тяжести.

$$P = F_{\text{тяж}} = mg, \text{ здесь } g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}.$$

$$P_{\text{п}} = m_{\text{п}} g = 1,35 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ Н}.$$

$$P_{\text{д}} = m_{\text{д}} g = 6,98 \cdot 10^{-8} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 6,98 \cdot 10^{-3} \text{ Н}.$$

Как видно, вес деревянного куба в 5 раз больше веса пенопластового куба.

• **Ответ.** Температура, объем, плотность и масса – скалярные физические величины, а вес – векторная.

Исследовательский вопрос

- Каковы основные свойства скалярных и векторных физических величин?
- Как называются векторы, лежащие на одной прямой или же направленные по параллельным прямым линиям?

ОБЪЯСНЕНИЕ-1 (≈ 7 мин.)

Для эффективного использования времени учителю рекомендуется применять активный метод обучения "Устное объяснение". Он проводит в классе следующий фронтальный опрос:

Учитель: Что характеризуют физические величины?

Ученик. Свойства тел или же явлений характеризуются физическими величинами.

Учитель: На сколько групп делятся физические величины, и какие это группы?

Ученик: Физические величины делятся на две группы: скалярные и векторные.

Учитель: В чем разница между скалярными и векторными физическими величинами?

Ученик: Скалярная величина – это физическая величина, которая может быть выражена только своим численным значением (в определенной единице измерения), тогда как векторная величина – это физическая величина, которая может быть охарактеризована как своим численным значением, так и направлением в пространстве.

Учитель: Какие величины можно привести в качестве примеров скалярных и векторных физических величин?

Ученик: Температура, энергия, масса, электрический заряд и т. д. – в качестве примеров скалярных физических величин, а скорость, сила, напряженность электрического поля, ускорение и т. д. – в качестве примеров векторных физических величин.

Учитель: Какие скалярные физические величины в физике можно складывать и вычитать?

Ученик: В физике сложение и вычитание скалярных величин возможно только в том случае, если единицы измерения этих величин одинаковы. Например, можно сложить массу с массой, напряжение с напряжением, объем с объемом, но невозможно сложить массу с объемом.

Учитель: Почему важно знать направление векторной величины в дополнение к ее численному значению?

Этот вопрос также можно было бы исследовать на этапе "Деятельность".

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 5 мин.)

Осуществляется деятельность "Что нужно знать, чтобы определить направление движения тела?".

Учитель читает данный текст, и просит учеников понять услышанное:

Задача 2. На полу лежит камень массой 30 кг. На него действует сила 1000 Н.

Вопрос 1. Ответ. Невозможно определить, в каком направлении движется камень.

Вопрос 2. Ответ. Направление силы, действующей на камень, не указано.



Рисунок 1

ОБЪЯСНЕНИЕ-2 (≈ 12 мин.)

Учитель продолжает диалог:

Учитель: В физике, что подразумевается под единицей измерения вектора?

Ученик: В физике единицей измерения вектора является единица измерения его модуля.

Учитель: Как символически обозначается векторная физическая величина?

Ученик: Векторная физическая величина обозначается символом со стрелкой. Например, вектор скорости обозначается символом $\vec{v}$, а вектор силы – символом $\vec{F}$.

Учитель: Как изображаются начальная и конечная точки стрелки, обозначающей векторную величину?

Ученик: Начальная точка стрелки, обозначающей векторную величину, называется началом (или точкой приложения) вектора, а острый конец стрелки называется концом вектора.

Учитель: В чем преимущество изображения векторной величины на схеме со стрелками?

Ученик: Изображение векторных величин на диаграмме стрелками устраняет проблему графического представления векторных величин. Таким образом, направление стрелки указывает направление данного вектора, а длина стрелки – модуль этого вектора в соответствующем масштабе.

Учитель: Предположим, что два автомобиля движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ и $v_2 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ соответственно. В этом случае, как следует изобразить стрелками векторы скорости автомобилей $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$ и как следует нарисовать вектор $\vec{v}_2$ по сравнению с вектором $\vec{v}_1$?

Примечание. Если учащиеся не могут правильно ответить на этот вопрос, рекомендуется, чтобы учитель объяснил его на основе рисунка 1.

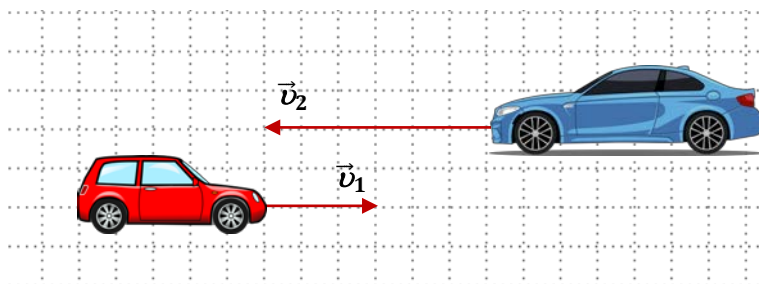


Рисунок 1. Длина вектора $\vec{v}_2$ в два раза больше длины вектора $\vec{v}_1$.

Затем учитель предоставляет информацию о коллинеарных векторах.

Подумай•Обсуди•Поделись

Если начало и конец вектора совпадают, он называется нулевым вектором и обозначается $\vec{0}$.

• Имеет ли нулевой вектор определённое направление и длину? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Нулевой вектор не связан с конкретным направлением в пространстве. Формально такой вектор может указываться в любом направлении.

Обычно нулевой вектор считается направленным так же, как и любой другой вектор. Нулевой вектор можно считать одновременно коллинеарным и ортогональным любому вектору в пространстве (это следует из определения).

Геометрически нулевой вектор – это точка, его длина равна нулю, поскольку его начало и конец совпадают.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 7 мин)

Предлагается решить задачу 3.

Для этого одному из учеников необходимо поручить нарисовать на доске рисунок 2, а другому – написать данные.

Дано: $m = 2 \text{ кг}$, $F_1 = 9 \text{ Н}$, $F_2 = 4 \text{ Н}$.

Задача решается поэтапно.

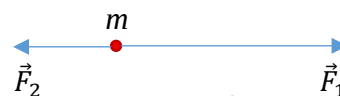


Рисунок 2

Вопрос 1. Ответ. Равнодействующая сила направлена в сторону силы $\vec{F}_1$.

Вопрос 2. Ответ. Модуль равнодействующей силы равен $F = 5 \text{ Н}$.

Вопрос 3. Ответ. Вектор ускорения направлен в сторону равнодействующей силы. Его значение можно вычислить по второму закону Ньютона:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{5 \text{ Н}}{2 \text{ кг}} = 2,5 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

• “На данном этапе учащиеся проверяют свои знания, отвечая на вопросы в блоке “Проверьте полученные знания” учебника. Ответы на вопросы следующие:

1. Сравнение векторов

Вопрос 1. Ответ. Векторы 2 и 3, изображенные на рисунке 1.6, коллинеарны, поскольку лежат на параллельных прямых. Векторы 1 и 2, 1 и 3, 1 и 4, 2 и 4, а также 3 и 4 не коллинеарны.

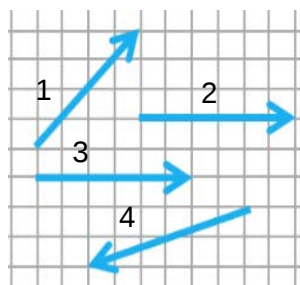
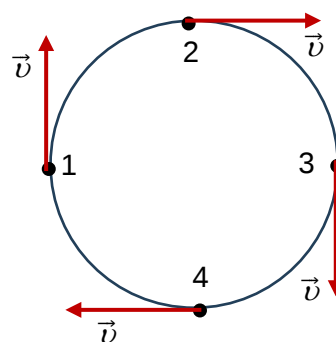


Рисунок 1.6



Рисунок

Вопрос 2. Ответ. На рисунке 1.7 векторы скорости, приложенные к точкам 2 и 4, 3 и 1 точки, движущейся с постоянной скоростью по окружности, являются коллинеарными векторами, поскольку лежат на параллельных прямых.

2. Какая из величин в приведенных ниже пунктах является скалярной, а какая – векторной?

а) Автомобиль выезжает из пункта А и проезжает 200 м до пункта В. **Ответ:** Пройденный путь является скалярной величиной.

б) На пассажирский самолёт, летящий на высоте 10 000 м над поверхностью Земли, действует сила тяготения $7 \cdot 10^5$ Н. **Ответ:** Высота – скалярная величина, а сила тяготения – векторная.

с) Земля массой $6 \cdot 10^{24}$ кг вращается вокруг Солнца по орбите длиной $930 \cdot 10^6$ км со скоростью 30 км/с. **Ответ:** Масса – скалярная величина, длина орбиты – скалярная величина, а скорость – векторная физическая величина.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Различия	Формально различает скалярные физические величины, векторные физические величины и коллинеарные векторы.	Свободно различает скалярные физические величины, векторные физические величины и коллинеарные векторы.	Различает скалярные физические величины, векторные физические величины и коллинеарные векторы, приводя примеры.	Различает скалярные физические величины, векторные физические величины и коллинеарные векторы на основе анализа.
Решение задач	Решает простые задачи различных типов, на скалярные физические величины, векторные физические величины и коллинеарные векторы.	Решает задачи средней степени сложности различных типов на скалярные физические величины, векторные физические величины и коллинеарные векторы.	Решает задачи высокой степени сложности различных типов на скалярные физические величины, векторные физические величины и коллинеарные векторы.	Решает задачи высокой степени сложности различных типов на скалярные физические величины, векторные физические величины и коллинеарные векторы и вычисляет результаты.

Подстандарты	9 – 1.1.1. Определяет результирующий вектор неколлинеарных векторов.
Цели обучения	• Описывает сложение векторов по правилам треугольника и параллелограмма на примерах. • Объясняет физический смысл сложения векторов в физике. • Решает различные задачи на сложение векторов.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • готовит презентацию по теме; • мыслит критически; • задает вопросы, обсуждает и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор (или электронная доска)
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=ka0nCparsqU 2. https://www.youtube.com/watch?v=RUUUj926Vw 3. https://www.youtube.com/watch?v=4WMIRFaLPVQ 4. https://www.youtube.com/watch?v=mFWRoDsJhPI

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация.

Читается текст ситуационной задачи из учебника, и проводится обсуждение по следующим вопросам:

- В каком направлении и сколько метров должна пробежать лиса от начальной точки движения до конечной, чтобы быстрее догнать зайца?
- Как это можно изобразить на схеме?

Исследование. Решается задача “Как определить направление результирующего вектора?”.

Объяснение. Класс разбивается на группы. Группы обмениваются информацией и обсуждают темы “Правило треугольника для сложения векторов”, “Правило параллелограмма для сложения векторов”, “Сложение коллинеарных векторов”.

Применение. Полученные знания применяются для решения задачи, связанной с определением равнодействующей силы.

Оценивание. Ученики оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи из учебника.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

Можно рассмотреть ситуацию, данную в учебнике. Анализ задачи проводится на основе рисунка, приведенного в учебнике (см.: Рисунок 1). Рисунок схематически изображается, данные записываются на схеме, а затем необходимо приступить к обсуждению:

- В каком направлении и сколько метров должна пробежать лиса от начальной точки движения до конечной, чтобы быстрее догнать зайца?

Ответ. Чтобы лиса быстрее добралась до зайца, ей следует совершить перемещение в направлении $\overrightarrow{AC}$:

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = \sqrt{5^2 + 12^2} \text{ (м)} = \sqrt{169} \text{ (м)} = 13 \text{ м}$$

- Как это можно изобразить на схеме?

Ответ. Это можно изобразить на схеме так, как показано на рисунке 1.

Примечание. В ответах учеников могут быть ошибки, но учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а только записывает ключевые слова из ответов на доске и формулирует исследовательские вопросы:

Исследовательские вопросы

- Возможно ли заменить несколько векторов, например, различные векторы силы, действующие на тело, или несколько векторов перемещения, совершаемых телом, одним вектором?
- На основании каких правил можно реализовать сложение векторов?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 7 мин.)

На этом этапе решается качественная задача под названием "Как определить направление результирующего вектора?". Решение качественной задачи осуществляется в два этапа: этап изучения условия задачи и этап анализа задачи.

1. Изучение условия задачи.

На этом этапе учитель читает текст задачи, затем её читает один из учеников, на доске рисуется схема, приведенная в условии, и проводится опрос по условию задачи:

Задача. Тело совершило перемещение $\vec{s}_1$ из точки А в точку В и перемещение $\vec{s}_2$ из точки В в точку С.

Учитель: Какие перемещения совершило тело (см.: Рисунок 1, а)?

Ученик: Тело совершило перемещения $\vec{s}_1$ и $\vec{s}_2$.

Учитель: Что именно нужно определить в задаче?

Ученик: В задаче необходимо определить, чему равно результирующее перемещение $\vec{s}$ тела и изобразить его на схеме.

2. Анализ задачи.

На этом этапе проводится опрос по теме, к которой относится задача. Опрос завершается обсуждением вопросов, заданных в задаче:

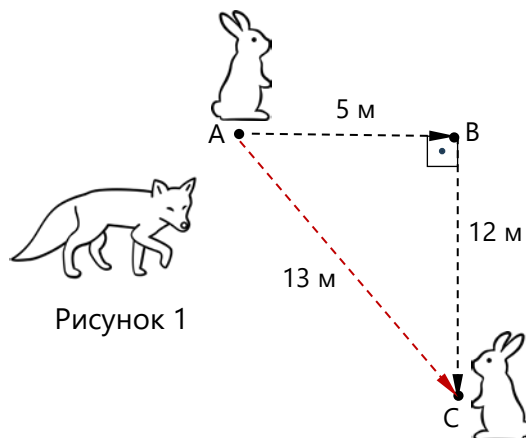


Рисунок 1

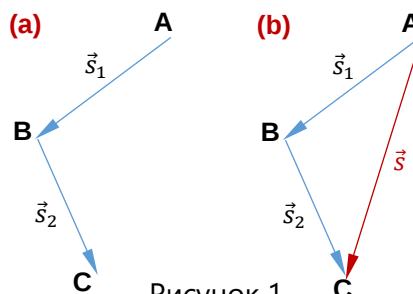


Рисунок 1

Учитель: Какие величины называются векторными физическими величинами?

Ученик: Величина, характеризующаяся как своим численным значением, так и направлением в пространстве, называется векторной физической величиной.

Учитель: К какому виду физических величин относится перемещение – векторным или скалярным? Почему?

Ученик: По определению, перемещение – это векторная физическая величина.

Учитель: Сколько перемещений совершило тело из точки А в точку С? Как эти перемещения можно заменить одним перемещением?

Ученик: Тело совершило два перемещения $\vec{s}_1$ и $\vec{s}_2$ из точки А в точку С. Эти перемещения можно заменить результирующим перемещением $\vec{s}$.

Учитель: Какие точки соединяет вектор, соответствующий результирующему перемещению $\vec{s}$? Обоснуйте свой ответ, показав его на схеме.

Ученик: Результирующее перемещение $\vec{s}$ – это вектор, соединяющий точки А и С (см. рисунок 1, в).

Учитель: Итак, сумме каких векторов равно результирующее перемещение $\vec{s}$?

Ученик: Результирующее перемещение $\vec{s}$ равно сумме векторов перемещения $\vec{s}_1$ и $\vec{s}_2$, то есть:

$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2.$$

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 24 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап под руководством учителя и использованием интерактивного метода обучения в следующих последовательных этапах.

1. Учащиеся делятся на группы, и им раздаются заранее подготовленные дидактические листы. Учащимся дается задание прочитать материал в учебнике и написать ответы на вопросы на листах (2 мин.).

Примечание. Дидактические листы можно подготовить по примерам, показанным на рисунке 2.

Количество листов соответствует количеству групп, вопросы охватывают отдельные части соответствующей темы.

Лист №1

1. Каково результирующее перемещение тела, например, пчелы, совершившего два последовательных перемещения?
2. Каково правило треугольника для сложения двух произвольных векторов?
3. Покажите пример, нарисовав схему, связанную с определением результирующего вектора в физике, с применением правила треугольника.

Лист №2

1. Как можно заменить две силы, действующие на тело, одной силой? Чему равна равнодействующая сила?
2. Каково правило параллелограмма для сложения векторов?
3. Покажите пример, нарисовав схему, связанную с определением результирующего вектора в физике, с применением правила параллелограмма.

Лист №3

1. Какие векторы называются коллинеарными?
2. Какое правило применяется к сложению двух коллинеарных векторов?
3. Приведите пример, нарисовав схему, с сложением коллинеарных векторов в физике.

Рисунок 2

2. Группам выдаются листы формата А2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации. Ученики обмениваются информацией, обсуждают и готовят постер для презентации. Объявляется время, отведенное на эту работу (≈ 7 мин.).

3. Каждому лидеру группы выделяется определенное время на презентацию (≈ 3 мин., всего 12 мин.).

4. Проводится краткий опрос для подведения итогов презентаций учеников (≈ 3 мин.):

Учитель: Итак, как выполняется правило треугольника для сложения векторов? Приведите пример определения результирующего вектора по правилу треугольника в физике.

Учитель: Итак, как выполняется правило параллелограмма для сложения векторов? Приведите пример определения результирующего вектора по правилу параллелограмма в физике.

Учитель: Чем сложение коллинеарных векторов отличается от правил треугольника и параллелограмма для векторов? Приведите пример сложения коллинеарных векторов в физике?

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 3 мин.)

Необходимо решить задачу 3.

Для сокращения времени на экран выводится схема, приведенная в условии (см. рисунок 3, 1.15 в учебнике).

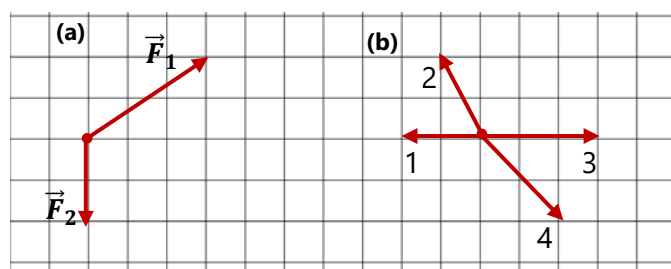


Рисунок 3

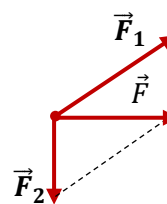


Рисунок 4

Ответ. Равнодействующая сила $\vec{F}$ этих сил обозначена цифрой 3 (см. рис. 3, в). Равнодействующая сила — это диагональ параллелограмма, построенного на силах $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ (см. рис. 4).

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

Подумай•Обсуди•Поделись

• Где на практике можно использовать сложение векторов? Приведите два примера.

Ответ. Сложение векторов широко используется в физике и технике. Когда на тело одновременно действуют несколько сил, векторы сил складываются, чтобы определить их суммарное действие, и находится равнодействующая сила. Сложение векторов также используется при вычислении перемещений. Если тело движется сначала в одном направлении, а затем в другом, его результирующее перемещение равно векторной сумме отдельных перемещений. В физике сложение векторов осуществляется по правилу параллелограмма или треугольника. Это правило позволяет определить результирующее значение сил, скоростей и перемещений.

Сложение векторов также используется в компьютерном моделировании и анимации. Например, в компьютерных играх и симуляциях движение тел рассчитывается путем сложения нескольких векторов скорости и силы. Это пример применения законов физики в технике.

• На данном этапе учащиеся отвечают на вопросы в разделе “Проверьте полученные знания” учебника и выполняют задания. Ответы на вопросы следующие:

1. Ответ. Общие и различные аспекты сложения векторов с использованием правил треугольника и параллелограмма можно объяснить следующим образом:

Общие свойства.

Оба правила позволяют найти сумму векторов геометрическим методом. В этих правилах векторы располагаются параллельным перемещением таким образом, что можно построить их сумму. Результат, полученный обоими методами, одинаков.

Различные свойства.

В правиле треугольника второй вектор начинается с конца первого вектора, а результирующий вектор проводится от начала первого до конца второго.

В правиле параллелограмма начала векторов приводятся в одну точку, а диагональ построенного на них параллелограмма становится результирующим вектором.

2. Вопрос 1. Ответ. Равнодействующая сила показана на схеме рисунка 5. Как видно из схемы, равнодействующая сила направлена в сторону силы $\vec{F}_3$, поскольку вектор $\vec{F}_{12}$, являющийся диагональю параллелограмма, построенного на векторах силы $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$, совпадает с вектором $\vec{F}_3$. В данном случае, поскольку векторы $\vec{F}_{12}$ и $\vec{F}_3$ являются коллинеарными и направлены в одну сторону, их сумма равна равнодействующей $\vec{F}$ трёх сил, приложенных в одной точке: $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{F}_{12} + \vec{F}_3 = \vec{F}$.

Следовательно, длина результирующего вектора $\vec{F}$ будет в два раза больше длины вектора $\vec{F}_3$ (см. рисунок 5).

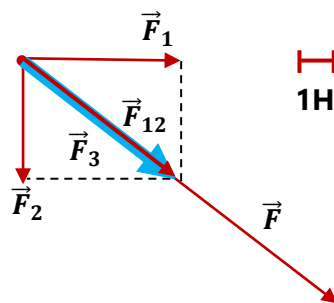


Рисунок 5

Вопрос 2. Ответ. Поскольку длина результирующего вектора $\vec{F}$ в два раза больше длины вектора $\vec{F}_3$, его модуль также будет в два раза больше модуля вектора $\vec{F}_3$: $F = 2F_3$.

Модуль вектора $\vec{F}_3$ равен квадратному корню из суммы квадратов модулей векторов $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ согласно теореме Пифагора: $F_3 = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$.

Поскольку длина одной клетки соответствует 1 Н согласно масштабу (см. рисунок 5):

$$F_3 = \sqrt{4^2 + 3^2}(\text{Н}) = \sqrt{25}(\text{Н}) = 5\text{Н}.$$

Таким образом, $F = 2F_3 = 10\text{Н}$.

• На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее разработанной им рубрики.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Описание	Формально описываются правила сложения векторов треугольником и параллелограммом.	Свободно описываются правила сложения векторов треугольником и параллелограммом.	Описывает правила сложения векторов треугольником и параллелограммом, приводя примеры.	Описывает правила сложения векторов в треугольнике и параллелограмме путем сравнения результатов на примерах.

Объяснение	Объясняет, не понимая, что сложение векторов в физике имеет физический смысл.	Объясняет с пониманием, что сложение векторов в физике имеет физический смысл.	Объясняет на примерах, что сложение векторов в физике имеет физический смысл.	Объясняет с помощью примеров, что сложение векторов в физике имеет физический смысл.
Решение задач	Решает простые задачи различных видов на сложение векторов.	Решает задачи различных видов на сложение векторов средней степени сложности.	Решает задачи различных видов на сложение векторов высокой степени сложности.	Решает задачи различных видов на сложение векторов высокой степени сложности, оценивая результат.

Урок 03/ Тема: 1.1.3

ВЫЧИТАНИЕ ВЕКТОРОВ

Подстандарты	9 – 1.1.1. Определяет результирующий вектор неколлинеарных векторов.
Цели обучения	• Описывает на примерах, что вычитание векторов является противоположностью сложения векторов. • Объясняет физический смысл вычитания векторов в физике. • Решает различные задачи на вычитание векторов.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • готовит презентацию по теме; • мыслит критически; • задает вопросы, обсуждает и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор (или электронная доска)
Электронные ресурсы	1. https://jsoft.ws/content/vektorlarin-chixilmasi.html 2. https://video.edu.az/video/9745 3. https://www.e-derslik.edu.az/books/507/units/unit-1/page173.xhtml 4. https://www.youtube.com/watch?v=iZbk3PxuPWc

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация.

Предлагается прочитать текст ситуации из учебника, и проводится обсуждение по следующим вопросам:

- Что означает разность векторов скорости?
- Как можно изобразить разность векторов скорости на схеме?

Исследование. Необходимо выполнить задание "Задача 1".

Объяснение. Поскольку тема требует анализа и синтеза, рекомендуется, чтобы учитель объяснил ее, используя метод “Устное объяснение”.

Применение. Необходимо выполнить задание “Задача 3”.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи из учебника.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

Начать можно с рассмотрения ситуации, приведенной в учебнике.

Азер и Лала тренируются в парке рано утром. Азер бежит на север и со скоростью $\vec{v}_1$, а Лала бежит на северо-восток с $\vec{v}_2$.

• Что означает разность в их векторах скорости?

Ответ. Разность в векторах скорости может указывать на изменение направления или величины скорости во время движения тела. Скорость – это векторная величина, характеризующая быстроту изменения значения и направления перемещения материальной точки в пространстве относительно заданной системы отсчета.

• Как можно представить разность векторов скорости на схеме?

Ответ. Разность векторов скорости можно представить на схеме так, как показано на рисунке 1.

Примечание: Ответы учеников могут быть неверными, но учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а лишь записывает ключевые слова из ответов на доске и формулирует исследовательские вопросы:

Исследовательские вопросы

- Что означает вычитание векторов?
- Каков физический смысл разности векторов в физике?

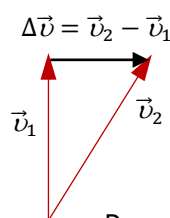


Рисунок 1

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 10 мин.)

На данном этапе выполняется задание “Задача 1”. Поскольку задача носит количественный характер, она решается в соответствующих этапах.

1. Изучение условия задачи.

На этом этапе учитель читает текст задачи, затем её читает один из учеников, на доске рисуется схема, приведенная в условии, и проводится фронтальный опрос по тексту.

Задача 1. Тело вращается по часовой стрелке по окружности с постоянной по модулю скоростью, начиная движение в точке 1 (рисунок 1.18). Один из учеников рисует на доске схему, приведённую на рисунке 1 (см.: учебник, рис. 1.18).

Учитель: С какой скоростью тело вращается по окружности?

Ученик: Тело вращается по окружности с постоянной скоростью.

Учитель: С какой точки тело начало движение и в каком направлении оно вращается?

Ученик: Тело вращается по окружности с постоянной скоростью по часовой стрелке, начиная с точки 1.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 1 согласно условию?

Ученик: Согласно условию, в вопросе 1 спрашивается, чему равно изменение скорости тела в точке 2 на окружности.

Учитель: А что спрашивается во 2-м вопросе?

Ученик: Во 2-ом вопросе спрашивается, чему равно изменение скорости тела в точке 3 на окружности.

Один из учеников своими словами пересказывает текст задачи.

2. Анализ задачи.

На данном этапе проводится опрос по теме, к которой относится задача. Опрос завершается обсуждением вопросов, приведенных в задаче:

Учитель: Что означает сложение векторов?

Учитель: Какие правила используются при сложении векторов?

Учитель: Что, по вашему мнению, означает вычитание векторов?

Учитель: В чем разница между вычитанием векторов в физике и вычитанием векторов в математике?

Учитель: Как изменяется значение и направление скорости тела, вращающегося с постоянной скоростью по окружности?

Учитель: Как изменяется значение и направление скорости тела, начинающего движение из точки 1, в точке 2?

Учитель: Как можно определить модуль этого изменения скорости?

Примечание 1. Учащиеся могут ответить на этот вопрос неправильно. Вопрос подробно объяснен в "Задаче 2", приведенной в теме.

Учитель: Как изменяется значение и направление скорости тела, начинающего движение из точки 1, в точке 3?

Учитель: Какова величина этого изменения скорости?

Примечание 2. Учащиеся могут правильно ответить на последний вопрос, поскольку векторы скорости в точках 1 и 3 являются коллинеарными. В этом случае изменение скорости легко определить: $\Delta \vec{v} = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 20 мин.)

Учитель объясняет ученикам, что вычитание векторов аналогично их сложению. Единственное отличие заключается в том, что для вычитания одного вектора из другого берутся и прибавляются противоположные векторы, то есть: $\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$.

Следовательно, вычитание векторов – это сложение противоположных векторов, то есть разность векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$ равна сумме $\vec{a} + (-\vec{b})$.

Это утверждение повторяется одним или двумя учениками.

Затем вычитание векторов объясняется с помощью схемы сложения векторов (Рисунок 2; Рисунок 1.19 в учебнике):

Учитель: В схеме на Рисунке 2 какие векторы складываются, а какой вектор является результирующим вектором?

Ученик: В схеме складываются векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$, а вектор $\vec{c}$ является результирующим вектором: $\vec{b} + \vec{c} = \vec{a}$.

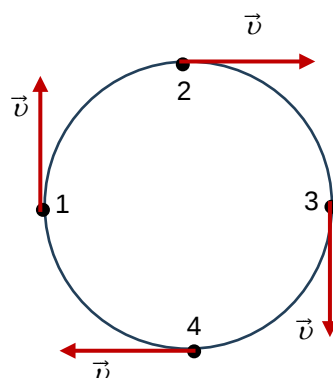


Рисунок 1

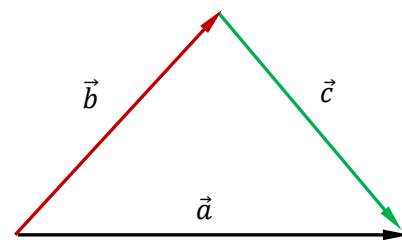


Рисунок 2. Сложение векторов

Учитель: Если мы переместим вектор $\vec{b}$ в правую часть равенства с отрицательным знаком в этом выражении, какую форму примет выражение?

Ученик: Если мы переместим вектор $\vec{b}$ в правую часть равенства с отрицательным знаком в этом выражении, мы получим: $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$.

Учитель: Как это читается последнее выражение?

Ученик: Последнее выражение читается следующим образом: вектор $\vec{c}$ равен разности векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$.

Учитель: Как эту разность можно изобразить на схеме?

Ученик: Эту разность можно изобразить на схеме так, как показано на рисунке 3.

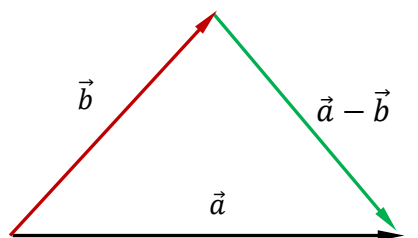


Рисунок 3. Разность векторов

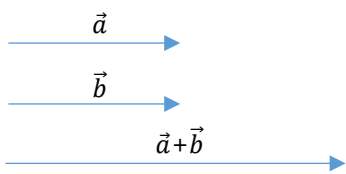
Подумай•Обсуди•Поделись

- Будет ли вектор, полученный в результате вычитания или сложения коллинеарных векторов, коллинеарен исходным векторам? Обоснуйте свой ответ, нарисовав схему.

Ответ. Да, и сумма, и разность коллинеарных векторов являются коллинеарным вектором.

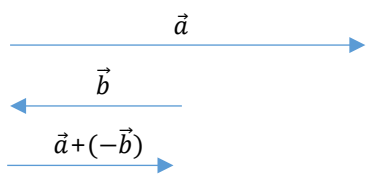
Если векторы лежат на одной прямой (являются коллинеарными), они могут быть направлены в противоположные стороны, однако результирующий вектор остается направленным вдоль этой же прямой. Поэтому при сложении или вычитании результирующий вектор направлен вдоль этой прямой. Следовательно, результат также является коллинеарным. Это можно наблюдать на следующих схемах.

Сложение коллинеарных векторов, направленных в одну сторону



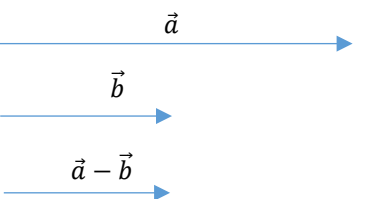
Результирующий вектор направлен в том же направлении и коллинеарен

Сложение противоположно направленных коллинеарных векторов



Результирующий вектор направлен в сторону большего вектора и является коллинеарным

Вычитание коллинеарных векторов, направленных в одну сторону



Результирующий вектор направлен в сторону большего вектора и является коллинеарным

Учитель объясняет последовательность вычитания векторов и обращает внимание учеников на физический смысл вычитания векторов в физике, характеризуя вектор ускорения как быстроту изменения скорости.

После пояснительного решения "Задачи 2" можно вернуться к обсуждению первого вопроса "Задачи 1", данной в блоке "Деятельность".

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

Даны решения задач 3 и 4.

Задача 3. Для сокращения времени на экране отображается схема, приведенная в условии (см.: Рисунок 3, 1.22 в учебнике).

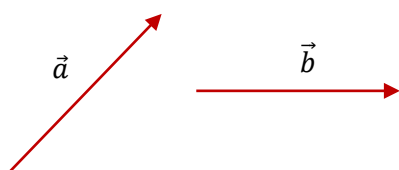


Рисунок 3

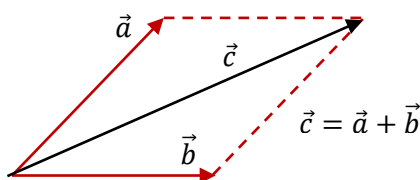


Рисунок 4

Вопрос 1. Ответ. Чтобы сложить векторы $\vec{a}$ и $\vec{b}$, их начала совмещают в одной точке. Вектор $\vec{c}$, являющийся диагональю построенного на них параллелограмма, представляет собой сумму сложенных векторов, то есть является результирующим вектором (см. рисунок 4): $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$.

Вопрос 2. Ответ. Вычитание векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$ – это сложение противоположных векторов, то есть разность векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$ равна сумме $\vec{a} + (-\vec{b})$ (рисунок 5): $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b}$.

Объяснение. В учебнике описаны последовательные шаги вычитания векторов.

Шаг 1. Если начала векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$ находятся в разных точках, то начала координат этих векторов сводятся в одну точку (путем параллельного сдвига одного из векторов).

Шаг 2. Результирующий вектор, полученный в результате вычитания векторов, будет вектором, соединяющим конец второго вектора с концом первого вектора (см. рисунок 5).

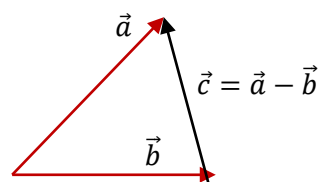


Рисунок 5

Задача 4. Согласно условию задачи 1, изменение скорости в точке 4 траектории тела равно $\Delta \vec{v} = \vec{v}_4 - \vec{v}_1$. Поскольку изменение скорости является гипотенузой равнобедренного прямоугольного треугольника, согласно теореме Пифагора оно равно произведению модуля скорости на $\sqrt{2}$, т.е.: $|\Delta \vec{v}| = \sqrt{v^2 + v^2} = v\sqrt{2}$.

При равномерном движении по окружности изменение скорости в точке 1 равно нулю, поскольку векторы скорости совпадают в этой точке:

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_1; \Delta v = v - v = 0.$$

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

• На данном этапе учащиеся отвечают на вопросы в разделе “Проверьте полученные знания” учебника и выполняют задания. Ответы на вопросы следующие:

1. Ответ. В математике вычитание векторов – это вычислительная операция, тогда как в физике эта операция имеет специфический физический смысл и выражает реальные процессы (например, относительную скорость, равнодействующую силу и т. д.).

В математике

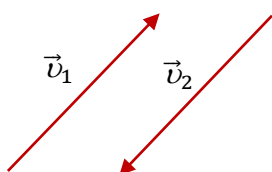
Вычитание векторов осуществляется по правилу: $\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$.

Главная цель здесь – вычисление, физический смысл не требуется.

В физике

Используется та же операция, но результат имеет специфический физический смысл. Например, разность скоростей → относительная скорость; разность перемещений → изменение относительного положения; разность сил → результат взаимодействия.

2. Вопрос 1. Ответ. Относительные скорости эскалаторов $\vec{v}_{12}$ и $\vec{v}_{21}$ выражаются следующей формулой: $\vec{v}_{12} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$ и $\vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$



$$\vec{v}_{12} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$$

$$v_{12} = v_1 - (-v_2) = v_1 + v_2 = (0,75 + 0,75) \frac{M}{c} = 1,5 \frac{M}{c}$$

$$\vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

$$v_{21} = v_2 - (-v_1) = v_1 + v_2 = (0,75 + 0,75) \frac{M}{c} = 1,5 \frac{M}{c}$$

2. Вопрос 2. Ответ. Скорости v_{12} и v_{21} соответственно равны $1,5 \frac{M}{c}$.

• На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее определённых рубрик.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Описание	На примерах описывает, что вычитание векторов равно сложению противоположных векторов.	Понимая описывает, что вычитание векторов равно сложению противоположных векторов.	Анализируя описывает, что вычитание векторов равно сложению противоположных векторов.	Оценивая описывает, что вычитание векторов равно сложению противоположных векторов.
Объяснение	Объясняет наизусть, что вычитание векторов в физике имеет физический смысл.	Объясняет своими словами, что вычитание векторов в физике имеет физический смысл.	Объясняет, проводя анализ, что вычитание векторов в физике имеет физический смысл.	Объясняет, оценивая, что вычитание векторов в физике имеет физический смысл.
Решение задач	Решает простые задачи различных видов на вычитание векторов.	Решает средней степени сложности задачи различных видов на вычитание векторов.	Решает высокой степени сложности задачи различных видов на вычитание векторов.	Решает сложные задачи на вычитание векторов, вычисляя их результат.

Подстандарты	9 – 1.1.1. Определяет результирующий вектор неколлинеарных векторов.
Цели обучения	• Различает физические величины на скалярные и векторные в зависимости от их свойств. • Решает различные задачи на сложение и вычитание векторов в физике.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает проблемы качественно или количественно; • делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

В физике задачи бывают количественными и качественными. Для того чтобы привить учащимся умение решать задачи различного характера в физике, рекомендуется терпеливо следовать методике решения задач на уроке. Согласно этой методике, решение задачи по физике (в основном количественной) состоит из следующих последовательных этапов:

1. Изучение текста задачи. Оно состоит из следующих последовательных шагов:

1.1. Чтение условия задачи.

1.2. Организация предварительного исследования, связанного с условием задачи.

1.3. Краткое объяснение содержания задачи.

2. Анализ задачи. Организация предварительного исследования, связанного с темой, к которой относится задача, и анализ ее решения.

3. Запись данных и перевод в единую систему.

Данные записываются на доске, а единицы измерения приводятся в СИ.

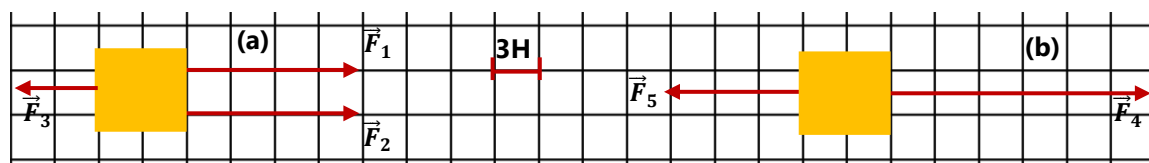
4. Решение задачи в общем виде и вычисления. Задача решается путем записи общей формулы (если задача количественная).

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по рубрикам..

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 5 мин.)

1.1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть I, стр. 5, № 1). На схеме изображены силы, действующие на тело в двух случаях.



Вопрос 1. Чему равны модули соответствующих векторов сил?

Вопрос 2. Какова равнодействующая сила в каждом случае?

1.2. Проведение опроса, связанного с условием задачи. Нужно провести фронтальный опрос, связанный с содержанием задачи.

Учитель: В скольких случаях на тело, изображенное на схеме, действуют силы?

Ученик: На схеме силы, действующие на тело, изображены в двух случаях.

Учитель: Сколько сил действует на тело в первом случае? Какие это силы?

Ученик: В первом случае на тело действуют 3 силы. Это силы $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и $\vec{F}_3$.

Учитель: Какие силы действуют на тело во втором случае?

Ученик: Во втором случае на тело действуют силы $\vec{F}_4$ и $\vec{F}_5$.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 1 задачи?

Ученик: В вопросе 1 спрашивается, чему равна каждая сила.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 2?

Ученик: В вопросе 2 спрашивается, чему равна равнодействующая сила в каждом случае.

1.3. Краткое объяснение содержания задачи. Ученику предлагается изложить условие задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 12÷15 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача, а в заключительных вопросах задаются вопросы о формулах, использованных при решении задачи.

Учитель: В отличие от математики, в физике можно складывать только какие векторы? Приведите пример.

Ученик: В физике можно складывать только те векторы, которые выражают физические величины, обладающие одинаковыми единицами измерений. Например, можно сложить только вектор перемещения с вектором перемещения, только вектор силы с вектором силы и т. д. Однако сложить вектор перемещения и вектор силы невозможно.

Учитель: Какие правила можно использовать при сложении векторов?

Ученик: Векторы можно складывать по "правилу треугольника" или "правилу параллелограмма".

Учитель: Что гласит правило треугольника для сложения векторов?

Ученик: Правило треугольника для сложения векторов – начало вектора $\vec{b}$ совмещается с концом вектора $\vec{a}$. В этом случае результирующий вектор $\vec{a} + \vec{b}$ соединяет начало вектора $\vec{a}$ с концом вектора $\vec{b}$.

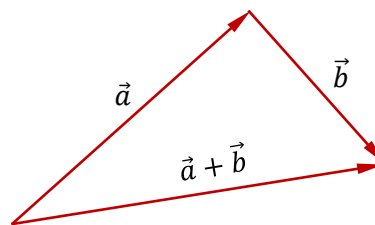


Рисунок 1. Правило треугольника для сложения двух векторов

Схему необходимо нарисовать на доске (см.: Рисунок 1).

Учитель: Что гласит правило параллелограмма для сложения векторов?

Ученик: Правило параллелограмма для сложения векторов – начало любых двух векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$ приводится в одну точку. В этом случае вектор $\vec{a} + \vec{b}$ будет диагональю параллелограмма, построенного на векторах $\vec{a}$ и $\vec{b}$ с началом в этой точке (см. рисунок 2).

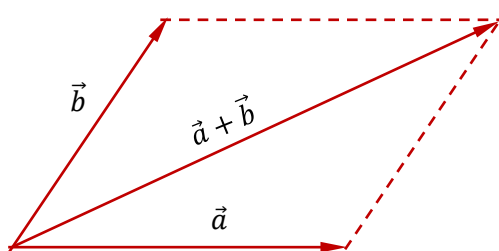


Рисунок 2. Правило параллелограмма для сложения двух векторов

Учитель: А как можно сложить коллинеарные векторы?

Ученик: При сложении таких векторов не образуется ни треугольник, ни параллелограмм. Однако правило треугольника можно применить при сложении коллинеарных векторов. Таким образом, начало вектора $\vec{b}$ совмещается с концом вектора $\vec{a}$. Полученный вектор $\vec{a} + \vec{b}$ является равнодействующей этих двух векторов (см.: Рисунок 3).

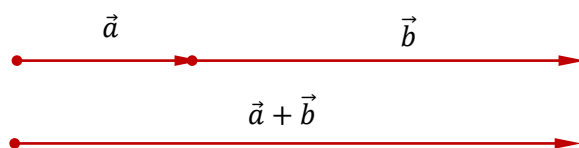


Рисунок 3. Сложение коллинеарных векторов

Учитель: Согласно условию задачи, можно ли сказать, что векторы сил, действующих на тело, коллинеарны?

Ученик: Да, векторы сил, действующих на тело, коллинеарны.

Учитель: Если эти векторы коллинеарны, то чему равна равнодействующая векторов сил, действующих на первое тело?

Ученик: Равнодействующую векторов сил, действующих на первое тело, можно записать в виде векторной суммы следующим образом: $\vec{F}_I = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$.

Учитель: Чему равна величина равнодействующей силы, действующей на первое тело, с учетом направлений сил?

Ученик: Величина равнодействующей силы, действующей на первое тело, с учетом направлений сил: $F_I = F_1 + F_2 - F_3$.

Учитель: Чему равна равнодействующая векторов сил, действующих на второе тело?

Ученик: Векторная сумма векторов сил, действующих на второе тело, может быть записана как: $\vec{F}_{II} = \vec{F}_4 + \vec{F}_5$.

Учитель: Чему равен модуль равнодействующей силы, действующей на второе тело?

Ученик: Модуль равнодействующей силы, действующей на второе тело: $F_{II} = F_4 - F_5$.

Учитель: Как определить, чему равен модуль каждой силы, действующей на тела?

Ученик: Модуль каждой силы, действующей на тела можно определить по шкале, указанной на схеме. Согласно этой шкале, каждый квадрат равен 3 Н.

Учитель: Итак, чему равен модуль каждой силы, действующей на тела, согласно длине клетки?

Ученик: Модуль каждой силы, действующей на тела, согласно длине клетки:

$F_1 = 12 \text{ Н}; F_2 = 12 \text{ Н}; F_3 = 6 \text{ Н}; F_4 = 18 \text{ Н}; F_5 = 9 \text{ Н}.$

ЗАПИСЬ ДАННЫХ И ПЕРЕВОД В ЕДИНУЮ СИСТЕМУ (≈ 3 мин.)

К доске вызывают одного из учеников, записывают условие задачи и, при необходимости, переводят единицы измерения величин в СИ.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩЕМ ВИДЕ И ВЫЧИСЛЕНИЯ (≈ 7 мин.)

Ученик, записавший условие задачи, решает её и выполняет вычисления, а остальные ученики решают задачу на местах.

Дано	Решения	Вычисления
$\vec{F}_1; \vec{F}_2; \vec{F}_3; \vec{F}_4; \vec{F}_5$ Масштаб: 1 клетка = 3Н. 1. $F_1 - ?$ $F_2 - ?$ $F_3 - ?$ $F_4 - ?$ $F_5 - ?$ 2. $F_I - ?$ $F_{II} - ?$	1. Модуль векторов определяется длиной клеток: $F_1 = 4 \cdot 3\text{Н}; F_2 = 4 \cdot 3\text{Н}; F_3 = 2 \cdot 3\text{Н};$ $F_4 = 6 \cdot 3\text{Н}; F_5 = 3 \cdot 3\text{Н}.$ 2. $F_I = F_1 + F_2 - F_3;$ $F_{II} = F_4 - F_5.$	1. $F_1 = 12\text{ Н}; F_2 = 12\text{ Н}; F_3 = 6\text{ Н};$ $F_4 = 18\text{ Н}; F_5 = 9\text{ Н}.$ 2. $F_I = 12\text{Н} + 12\text{Н} - 6\text{Н} = 18\text{Н}.$ $F_{II} = 18\text{Н} - 9\text{Н} = 9\text{Н}.$

Примечание 1. С помощью этой методики в ходе урока можно решить одну или две дополнительные задачи.

Примечание 2. Представленная методика решения задач основана на многолетнем передовом опыте и играет важную роль в формировании у учащихся таких навыков, как понимание прочитанного, анализ, решение задач, формулирование выводов, обобщение и прогнозирование..

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Различия	Формально различает физические величины на скалярные и векторные в соответствии с их свойствами.	Различает физические величины на скалярные и векторные в соответствии с их свойствами, приводя примеры.	Различает физические величины на скалярные и векторные в соответствии с их свойствами, на основе анализа.	Различает физические величины на скалярные и векторные в соответствии с их свойствами, создавая межпредметную интеграцию.
Решение задач	Решает простые задачи различных видов на сложение и вычитание векторов в физике.	Решает задачи различных видов средней степени сложности на сложение и вычитание векторов в физике.	Решает задачи различных видов высокой степени сложности на сложение и вычитание векторов в физике.	Решает задачи различных видов высокой степени сложности на сложение и вычитание векторов в физике, путем анализа.

Подстандарты	9 – 1.1.1. Определяет результирующий вектор неколлинеарных векторов.
Цели обучения	• Объясняет, что проекция вектора на координатную ось — это скалярная величина, равная произведению модуля этого вектора на косинус угла между ним и произвольно выбранной координатной осью. • Решает различные задачи на проекцию вектора на координатную ось.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • задает вопросы программам, основанным на искусственном интеллекте; • готовит презентации по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией, обсуждает и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор (или электронная доска)
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=l9OGXHvIVeM 2. https://www.youtube.com/watch?v=QOYbnUvW1WE 3. https://www.youtube.com/watch?v=DtRgirhxtEI

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 4Е. Такой урок состоит из четырех этапов.

Мотивация.

Необходимо прочитать текст ситуации из учебника, и провести обсуждение по следующим вопросам:

- Под действием какой из этих сил движется автомобиль?
- Как можно записать уравнение движения автомобиля в виде векторной зависимости физических величин в соответствии со вторым законом Ньютона?
- Как решить это уравнение?

Объяснение. Учащиеся разбиваются на группы. В группах организуется обмен информацией и обсуждение по темам: "Что означает проекция вектора на ось координат?", "В каких случаях проекция вектора на ось координат может быть положительной, отрицательной и равной нулю?", "Что означает, что проекция вектора, равна разности координат?". Учащиеся готовят постер и делают презентацию.

Применение. Полученные знания применяются для решения задачи.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по предмету, решая различные задачи из учебника.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

Впервые тема основана на решении количественных задач различного содержания практически на всех этапах урока. Также рекомендуется рассмотреть ситуации, представленные в

учебнике, на этапе мотивации. Анализ задачи проводится на основе рисунка, приведенного в учебнике (см.: Рисунок 1). Рисунок схематически изображается, данные переносятся на схему, а затем необходимо ответить на вопросы.

- Под действием какой из этих сил движется автомобиль?

Ответ: Автомобиль движется под действием равнодействующей этих сил.

- Как можно записать уравнение движения автомобиля в виде векторной зависимости физических величин в соответствии со вторым законом Ньютона?

Ответ: Уравнение движения автомобиля можно записать в виде векторной зависимости физических величин согласно второму закону Ньютона следующим образом:

$$\vec{F} = \vec{F}_{\text{тяги}} + \vec{F}_{\text{трения}} + \vec{R}_{\text{реакции}} + \vec{F}_{\text{тяжести}},$$

или же

$$m\vec{a} = \vec{F}_{\text{тяги}} + \vec{F}_{\text{трения}} + \vec{R}_{\text{реакции}} + \vec{F}_{\text{тяжести}}.$$

Здесь $\vec{F}$ – равнодействующая сила, действующая на автомобиль, m – масса автомобиля, $\vec{a}$ – ускорение автомобиля.

- Как решить это уравнение?

Ответ. Для решения векторного уравнения векторная зависимость между физическими величинами должна быть заменена скалярной.

Примечание. Естественно, что ученики допускают ошибки в своих ответах, но учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а лишь записывает ключевые слова из ответов на доске и формулирует исследовательские вопросы:

Исследовательские вопросы

- Как следует заменить векторную зависимость между физическими величинами на скалярную, чтобы решить векторное уравнение?
- Что необходимо для этого сделать?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 25 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап с использованием интерактивного метода обучения под руководством учителя в следующих последовательных этапах.

1. Ученики делятся на группы, и им раздаются заранее подготовленные дидактические листы. Учащиеся обмениваются информацией, обсуждают вопросы и готовят постеры для презентации. Объявляется время, отведенное на эти занятия (≈ 10 ÷ 12 мин.).

Примечание. Дидактические листы можно подготовить по примерам, показанным на рисунке 2.

Количество листов соответствует количеству групп, а задаваемые вопросы охватывают отдельные части соответствующей темы.

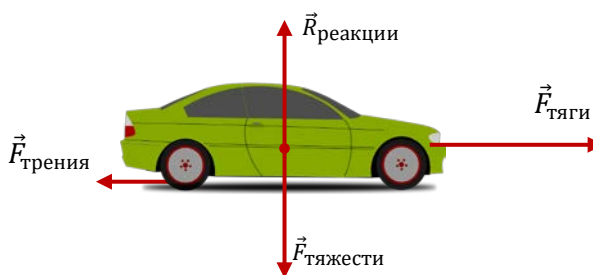
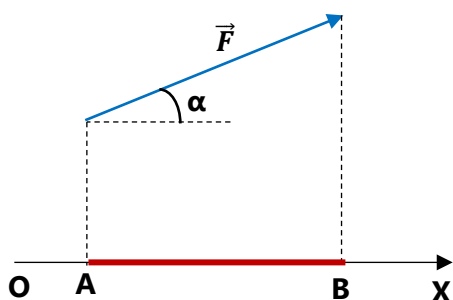


Рисунок 1

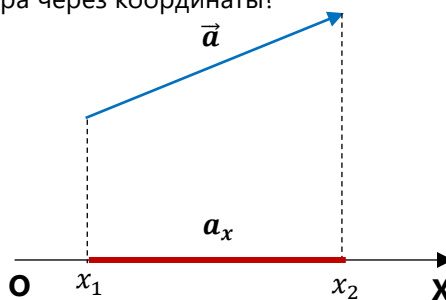
Лист №1

1. Что означает проекция вектора на ось? Приведите пример, нарисовав схему.
2. В каких случаях проекция вектора на ось может быть положительной, отрицательной или равной нулю соответственно? От чего это зависит?
3. Чему равна проекция силы $\vec{F}$ на ось OX?



Лист №2

1. Как определяется проекция вектора на горизонтальную ось?
2. В каких случаях проекция вектора на ось может быть положительной, отрицательной и равной нулю соответственно? Приведите примеры, нарисовав схему.
3. Как можно выразить проекцию вектора через координаты?



Лист №3

1. Что означает проекция вектора на ось? Приведите пример, нарисовав схему.
2. В каком случае векторную связь между физическими величинами следует заменить скалярной? Обоснуйте свой ответ, приведя пример.
3. Задача. Тело переместилось на 48 м под действием равнодействующей силы 480 Н, образующей угол 60° с горизонтом. Чему равна работа, совершаемая этой силой? Опишите данные на схеме.

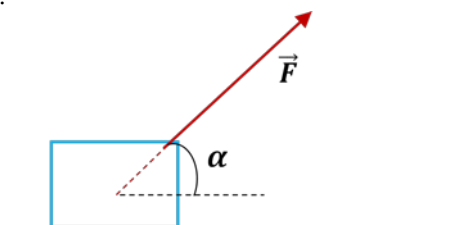


Рисунок 2

2. Группам предоставляется бумага формата A2 (по возможности) или двойные листочки в клетку для подготовки презентаций.
3. Каждому лидеру группы отводится определенное время на презентацию (≈ 3 минуты, всего 12 мин.).
4. Необходимо провести краткий опрос для подведения итогов презентаций учащихся (≈ 3 мин.):
Учитель: Итак, что означает проекция вектора на ось? Приведите пример, нарисовав схему.
Учитель: В каких случаях проекция вектора на ось может быть положительной, отрицательной и равной нулю соответственно? От чего это зависит?

Учитель: В каком случае векторную связь между физическими величинами следует заменить скалярной? Обоснуйте свой ответ, приведя пример.

Подумай•Обсуди•Поделись

Проекция вектора широко используется при изучении физических явлений.

- В каких физических явлениях применяется проекция вектора?

Приведите два примера.

Ответ. Ожидаемый ответ от учеников может быть таким: проекция вектора может быть использована при изучении движения на наклонной плоскости, при движении тела, брошенного с определенной высоты к горизонту, и при разделении сил на составляющие вдоль осей. В этом случае вектор разделяется на части в определенных направлениях, и движение изучается отдельно в этих направлениях.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Учащиеся решают задачу № 4, используя пример, приведенный в учебнике.

Задача 4. Тело массой 25 кг поднимают вертикально вверх на веревке с ускорением $a = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Вопрос. С какой силой $\vec{T}$ веревка действует на тело (сопротивление воздуха не учитывается)?

Ответ: Используя подсказку из учебника, силы, действующие на тело, изображены на схеме (Рисунок 3).

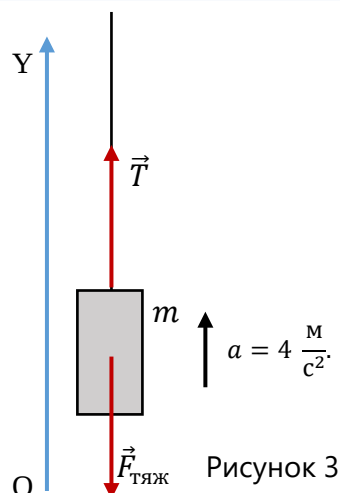


Рисунок 3

Дано	Решение
$m=25 \text{ кг},$ $a = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2},$ $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $T=?$	Векторное уравнение движения тела записывается в виде: $m\vec{a} = \vec{T} + \vec{F}_{\text{тяж}}$ или $m\vec{a} = \vec{T} + m\vec{g}$. Для замены векторной связи между физическими величинами скалярной, координатная ось ОУ выбирается в направлении движения тела, и определяется проекция векторов силы на эту ось. Знак результирующей скалярной величины определяется в соответствии с проекцией вектора, т.е.: $ma_Y = T_Y - mg_Y$. Отсюда определяется модуль искомой силы T (поскольку движение происходит только вдоль оси ОУ, знак "Y" не указывается в индексе величин): $T = m(a + g)$.
Вычисления	
$T = 25 \cdot (4 + 10) \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 350 \text{ Н}.$	

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 8 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы, данные в блоке "Проверьте полученные знания" учебника, и выполняют задания:

Ответы на вопросы следующие:

1. Ответ. Проекция векторов – скалярная величина.

Общая формула для её выражения выглядит так (см. рисунок 4): $a_x = a \cos \alpha$.

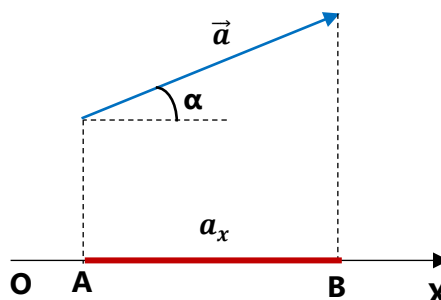


Рисунок 4. Проекция вектора на горизонтальную ось

2. Вопрос 1. Ответ.

Дано	Решение	Вычисления
$F = 25 \text{ Н},$ $s = 20 \text{ м},$ $A = 250 \text{ Дж.}$ $\alpha = ?$	По условию, совершаемая работа равна: $A = F s \cos \alpha$. Отсюда: $\cos \alpha = \frac{A}{Fs}$.	$\cos \alpha = \frac{250 \text{ Дж}}{25 \cdot 20 \text{ Н} \cdot \text{м}} = \frac{250}{500} = \frac{1}{2}.$ $\cos \alpha = \frac{1}{2} \rightarrow \alpha = 60^\circ.$

Вопрос 2. Ответ.

Общая формула для работы выглядит следующим образом: $A = F s \cos \alpha$.

Здесь α - угол между силой и перемещением.

Максимальная работа равна: $A_{\max} = F \cdot s$ ($\cos \alpha = 1, \alpha = 0^\circ$).

Это означает, что когда $\alpha \neq 0^\circ$, то есть во всех случаях, когда $0^\circ < \alpha \leq 180^\circ$, работа меньше максимальной работы.

Если $\alpha = 90^\circ$, то $\cos 90^\circ = 0$. Следовательно, работа также равна нулю.

Таким образом:

а) Работа меньше 250 Дж, когда угол между силой и перемещением отличается от 0° ;

в) Работа равна нулю, когда угол между силой и перемещением равен 90° .

3. Ответ. Сначала вычисляется модуль силы. Размер

клетки равен 10 Н, из схемы видно, что модуль силы,

$\vec{F}$ вычисляется по теореме Пифагора (см.: Рисунок 5,

Рисунок 1.29 в учебнике): $F =$

$$\sqrt{(2 \cdot 10)^2 + (4 \cdot 10)^2} \text{ (Н)} = \sqrt{400 + 1600} \text{ (Н)} = \sqrt{2000} \text{ (Н)} \approx 44,72 \text{ Н}.$$

Затем определяется проекция силы на ось X. По-

скольку проекция силы $\vec{F}$ на ось X направлена проти-

воположно координатной оси, $F_x < 0$, то есть проек-

ция принимает отрицательное значение: $F_x = F \cos \alpha$.

Наконец, определяется отношение модуля силы к проекции:

$$\frac{F}{F_x} = \frac{F}{F \cos \alpha} = \frac{1}{\cos 45^\circ} = \frac{2}{\sqrt{2}}.$$

- На втором этапе преподаватель оценивает успеваемость учащихся на основе заранее определенной рубрики оценивания.

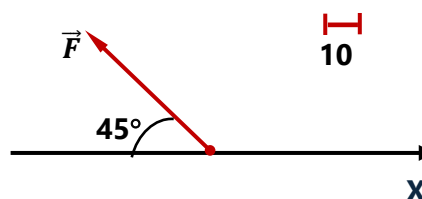


Рисунок 5

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснения	Формально объясняет, что проекция вектора на координатную ось представляет собой скалярную величину, равную произведению модуля этого вектора на косинус угла между ним и произвольно выбранной координатной осью.	На примерах объясняет, что проекция вектора на координатную ось представляет собой скалярную величину, равную произведению модуля этого вектора на косинус угла между ним и произвольно выбранной координатной осью.	Анализируя объясняет, что проекция вектора на координатную ось представляет собой скалярную величину, равную произведению модуля этого вектора на косинус угла между ним и произвольно выбранной координатной осью.	Оценивая результат объясняет, что проекция вектора на координатную ось представляет собой скалярную величину, равную произведению модуля этого вектора на косинус угла между ним и произвольно выбранной координатной осью.
Решение задач	Решает простые задачи различного характера на проекцию вектора на координатные оси.	Решает средней степени сложности задачи различного характера на проекцию вектора на координатные оси.	Решает высокой степени сложности задачи различного характера на проекцию вектора на координатные оси.	Решает высокой степени сложности задачи различного характера на проекцию вектора на координатные оси, оценивая результат.

Урок 06/ Тема: 1.1.5

КООРДИНАТЫ ВЕКТОРА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ ВЕКТОРА ПО ЕГО ПРОЕКЦИЯМ

Подстандарты	9 – 1.1.1. Определяет результирующий вектор неколлинеарных векторов.
Цели обучения	- Определяет координаты вектора, проекцию на координатные оси и модуль по его проекциям. - Решает различные задачи, на определение координаты вектора, проекции на координатные оси и модуля по его проекциям.
Навыки XXI века	Ученик: - использует интерактивные симуляции; - использует программы на основе искусственного интеллекта; - мыслит геометрически; - мыслит аналитически; - интегрирует знания с математикой; - готовит плакаты и делает презентации по теме;

	• мыслит критически; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, бумага формата A2, набор маркеров, скотч, ножницы, компьютер, проектор (или электронная доска).
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=AfmKV1Dc2lo 2. https://www.youtube.com/watch?v=l9OGXHvIVeM 3. https://www.youtube.com/watch?v=-0ejUH6j7kE

Краткий план урока

Рекомендуется использовать модель 5E для проведения урока. Такой урок состоит из пяти этапов. С учетом специфики темы каждый этап урока основан на решении задачи.

Мотивация.

Необходимо прочитать "Задачу 1", приведенную в учебнике, и провести обсуждение по следующим вопросам:

- Каковы координаты начальной и конечной точек этого вектора на осях OX и OY? (Рисунок 1; Рисунок 1.30 в учебнике)?
- Как определить длину вектора перемещения $\vec{s}$?

Объяснение 1. Поскольку содержание темы требует анализа и синтеза, рекомендуется, чтобы учитель объяснил ее, используя метод активного обучения "Устное объяснение". В этом случае задача "Определение проекции вектора на координатные оси" решается на основе решения "Задачи 2".

Деятельность. Решается задача 3 под названием "Каковы проекции вектора скорости на оси координат?".

Объяснение 2. Соответствующий этап завершается решением задач "Определение модуля вектора по его проекциям" и "Координаты вектора". На этом этапе обсуждение основано на решении задачи 4.

Применение. Необходимо решить задачу 5 и рассмотреть пример решения задачи 6.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи из учебника.

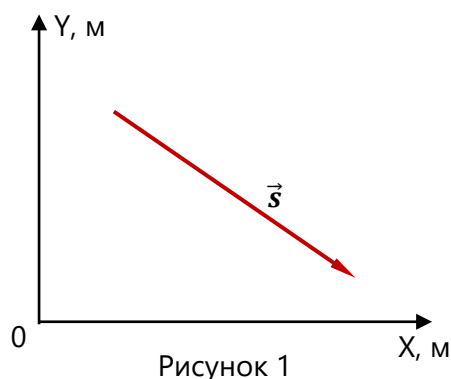


Рисунок 1

МОТИВАЦИЯ (≈ 6 мин.)

На данном этапе рекомендуется решить задачу, приведенную в учебнике. Анализ задачи проводится на основе рисунка, приведенного в учебнике (Рисунок 1; Рисунок 1.30 в учебнике). Необходимо нарисовать схему и отметить данные на схеме, а затем перейти к обсуждению вопросов.

- Каковы координаты начальной и конечной точек этого вектора на осях OX и OY (см. Рисунок 1; Рисунок 1.30 в учебнике)?

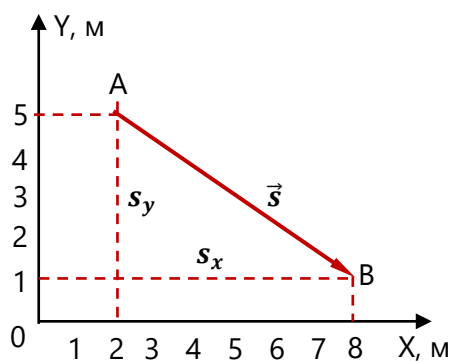


Рисунок 2

Ответ. Координаты начальной точки А и конечной точки В вектора $\vec{s}$ на осях ОХ и ОУ следующие: А (2; 5) и В (8; 1) (см. Рисунок 2).

- Как определить длину вектора перемещения $\vec{s}$?

Ответ. Длина вектора $\vec{s}$ вычисляется по теореме Пифагора следующим образом:

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}.$$

Примечание. Большинство учеников могут ответить на вопросы неправильно, и это естественно. Однако учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а лишь записывает ключевые слова из выдвинутых гипотез на доске и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы:

- Как определяются координаты вектора на координатных осях?
- Как можно определить модуль вектора по его проекциям?

ОБЪЯСНЕНИЕ-1 (≈ 8 мин.)

Для сокращения времени учителем рекомендуется построить урок на основе метода активного обучения "Устное объяснение". Таким образом, в классе проводится следующий фронтальный опрос:

Учитель: Предположим, что вектор $\vec{a}$ задан в системе координат ОХУ (рис. 3). Как будут определены проекции этого вектора на оси ОХ и ОУ?

Ученик: Для определения проекций вектора $\vec{a}$ на оси ОХ и ОУ в системе координат ОХУ необходимо опустить перпендикуляры из начальной и конечной точек этого вектора на поверхность соответствующих осей. Отрезки a_x и a_y , образованные этими перпендикулярами, будут проекциями вектора $\vec{a}$ на оси ОХ и ОУ (см. рис. 4).

Рисунок следует нарисовать на доске.

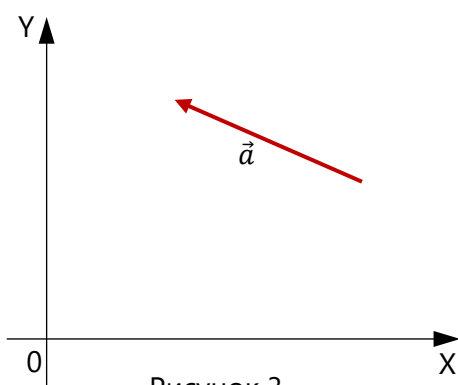


Рисунок 3

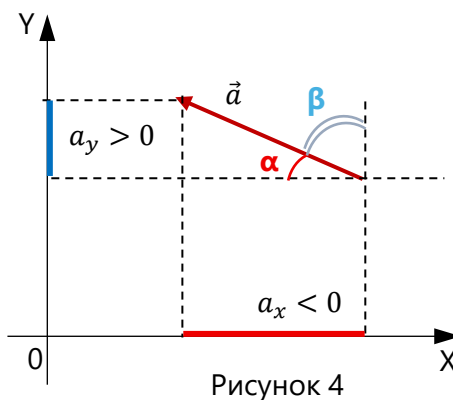


Рисунок 4

Учитель: Какую общую формулу удобно использовать для определения проекций вектора на координатные оси ОХУ?

Ученик: Удобно использовать общую формулу $a_x = a \cos \alpha$ для определения проекций вектора на координатные оси ОХУ. Здесь $a = |\vec{a}|$ — модуль вектора $\vec{a}$.

Учитель: Таким образом, используя схему на рисунке 4, какую формулу можно использовать для выражения проекций a_x и a_y вектора $\vec{a}$ на оси ОХ и ОУ?

Ученик: Используя схему, проекции a_x и a_y вектора $\vec{a}$ на оси ОХ и ОУ можно выразить следующими формулами:

$$a_x = a \cdot \cos \alpha,$$

$$a_y = a \cdot \cos \beta, \text{ или } a_y = a \cdot \sin \alpha.$$

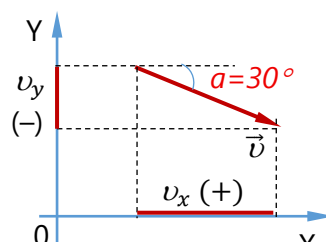
После того, как будет написано последнее выражение, учащиеся изучают решение "Задачи 2" (или другой задачи с тем же содержанием), приведенное в учебнике.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 7 мин.)

Необходимо решить задачу 3 "Каковы проекции вектора скорости на оси координат?". Для этого учащиеся используют метод решения задачи 2 в качестве "подсказки".

Вопрос 1. Ответ. Проекции векторов скорости v_x и v_y на координатные оси можно изобразить так, как показано на рисунке 5.

Вопрос 2. Ответ. Проекции векторов скорости v_x и v_y на координатные оси можно выразить следующим образом: $v_x = v \cdot \cos 30^\circ$; $v_y = v \cdot \cos 60^\circ$.



Подумай•Обсуди•Поделись

На рисунке изображены вектор скорости $\vec{v}$ и его проекции v_x и v_y на оси системы координат OXY.

• Как изменятся проекции вектора скорости v_x и v_y , если вращать его против часовой стрелки?

Ответ. Ожидаемый ответ от учеников может быть следующим:

– Это зависит от того, в какой четверти периода находится вектор скорости. В рассматриваемом случае вектор скорости $\vec{v}$ изначально находится в первой четверти, то есть так, как показано на рисунке: $v_x > 0$, $v_y > 0$. При вращении против часовой стрелки вектор движется "вверх" влево, то есть угол увеличивается.

Следовательно:

- $v_x = v \cos \alpha$ – по мере увеличения угла $\cos$ уменьшается, поэтому v_x уменьшается.
- $v_y = v \sin \alpha$ – по мере увеличения угла $\sin$ увеличивается, поэтому v_y увеличивается.

Вывод. Если вектор скорости вращается против часовой стрелки, его проекция v_x уменьшается, а его проекция v_y увеличивается. Если вращение продолжается:

Когда $\alpha = 90^\circ \rightarrow v_x = 0$, v_y достигает максимума. Затем v_x становится отрицательным, и v_y снова начинает уменьшаться.

• В каком случае проекции v_x и v_y будут равны нулю?

Ответ. Ожидаемый ответ от учеников может быть следующим:

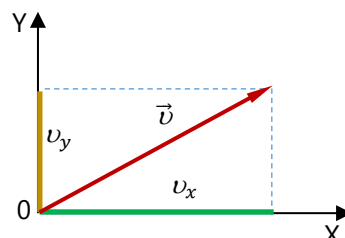
Для того, чтобы $v_x = 0$ необходимо, чтобы $\cos \alpha = 0 \rightarrow \alpha = 90^\circ, 270^\circ$.

Для того, чтобы $v_y = 0$ необходимо, чтобы $\sin \alpha = 0 \rightarrow \alpha = 0^\circ, 180^\circ$.

Как видно, эти условия не выполняются одновременно.

Вывод. Векторы v_x и v_y равны нулю только в том случае, если сам вектор равен нулю, то есть: $v = 0$.

Это означает, что если объект не имеет скорости, то есть если объект не движется ни в каком направлении (он неподвижен), то его горизонтальная и вертикальная проекции равны нулю: $v_x = 0$; $v_y = 0$.



ОБЪЯСНЕНИЕ-2 (≈ 10 мин.)

Учитель продолжает опрос.

Учитель: Можно ли определить модуль вектора по его проекциям? Давайте исследуем это.

Предположим, что дан вектор $\vec{a} = \overrightarrow{AB}$. Как можно нарисовать его проекции на координатные оси OX и OY в системе координат OXY?

Ученик: Чтобы нарисовать проекцию вектора, например, $\vec{a} = \overrightarrow{AB}$ на оси OX и OY, необходимо провести перпендикуляры из начала и конца этого вектора к этим координатным осям. В этом случае отрезки, образованные перпендикулярами на соответствующих координатных осях, будут проекциями вектора (рис. 6). Рисунок необходимо нарисовать на доске.

Учитель: Если разложить вектор $\overrightarrow{AB}$ на составляющие $\overrightarrow{AC}$ и $\overrightarrow{AD}$, параллельные осям OX и OY соответственно, то каким будет модуль вектора $\overrightarrow{AB}$ согласно теореме Пифагора, полученной из прямоугольного треугольника $\triangle ABC$?

Ученик: Согласно теореме Пифагора, модуль вектора $\overrightarrow{AB}$ из прямоугольного треугольника $\triangle ABC$ равен квадратному корню из суммы квадратов катетов:

$$AB = \sqrt{AC^2 + CB^2}.$$

Здесь необходимо учесть, что $AD = CB$.

Учитель: Здесь, если мы предположим, что $AB = a$ и что $AC^2 = a_x^2$ и $CB^2 = a_y^2$, при произвольных значениях проекций a_x и a_y , чему будет равен модуль вектора $\vec{a}$ в соответствии с проекциями?

Ученик: Модуль вектора $\vec{a}$ по проекциям равен квадратному корню из суммы квадратов соответствующих проекций: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$.

После этого, чтобы развить у учащихся навыки применения полученных знаний на практике, можно решить "Задачу 4" из учебника.

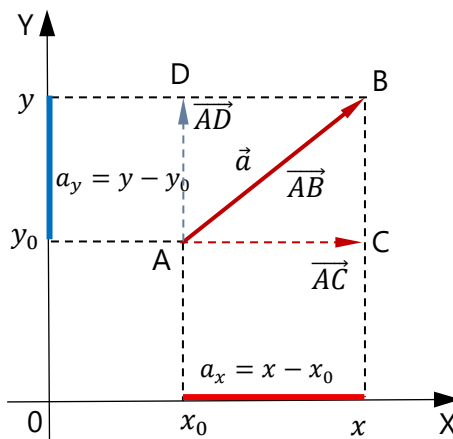


Рисунок 6. Проекция вектора на координатные оси OXY

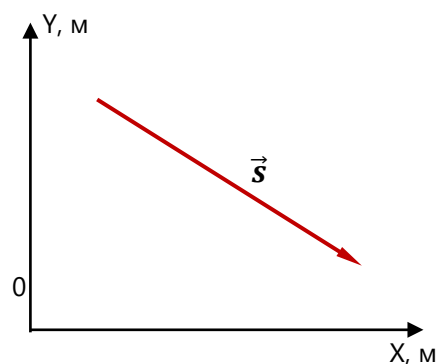


Рисунок 7

Учитель: Итак, как определить координаты данного вектора, например, вектора перемещения $\vec{s}$ на координатные оси XOY (см.: Рисунок 7)? Если обозначить начальную точку вектора как A, а конечную как B, как выразить координаты этих точек?

Некоторые учащиеся отвечают правильно, вспоминая то, что они изучали на уроке математики.

Ученик: Если обозначить начальную точку вектора $\vec{s}$ как A, а конечную как B, то координаты этих точек будут $A(x_1; y_1)$ и $B(x_2; y_2)$ соответственно (см.: Рисунок 8).

Рисунок необходимо нарисовать на доске.

Учитель: Учтывая это, чему равны координаты проекций вектора перемещения $\vec{s}$ на оси OX и OY?

Ученик: Координаты проекций вектора перемещения $\vec{s}$ на оси OX и OY равны $s_x = x_2 - x_1$ и $s_y = y_2 - y_1$, поэтому мы можем написать $\vec{s}(x_2 - x_1; y_2 - y_1)$ (см. рисунок 8).

Учитель: Итак, чему равны координаты вектора?

Ученик: Координаты вектора равны разности координат начальной и конечной точек вектора.

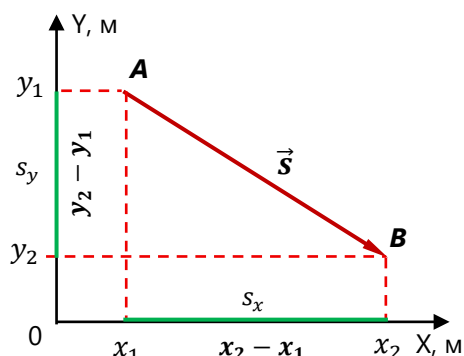


Рисунок 8

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Необходимо решить задачу 5, приведённую в учебнике.

Задача 5. Скорость дрона, движущегося со скоростью $50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ в направлении оси OY, равна $40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Вопрос 1. Чему равны углы между вектором скорости дрона и осями координат OX и OY соответственно?

Вопрос 2. С какой скоростью движется дрон относительно оси OX?

Решение.

Дано	Решение
$v = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $v_y = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. $\alpha = ? \quad \beta = ?$ $v_x = ?$	Соответствующие углы определяются с помощью формул проекции вектора на координатные оси: $v_y = v \cos \beta = v \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{v_y}{v};$ $v_x = v \cos \alpha$
Вычисления	
$\sin \alpha = \frac{v_y}{v} = \frac{40}{50} = 0,8 \Rightarrow \alpha \approx 53^\circ.$ Отсюда определяется угол β: $\beta = 90^\circ - \alpha \Rightarrow \beta = 90^\circ - 53^\circ = 37^\circ$ $v_x = v \cos \alpha = 50 \cdot \cos 53^\circ \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = 50 \cdot 0,6 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$ Ответ: Дрон движется со скоростью $30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ относительно оси OX.	

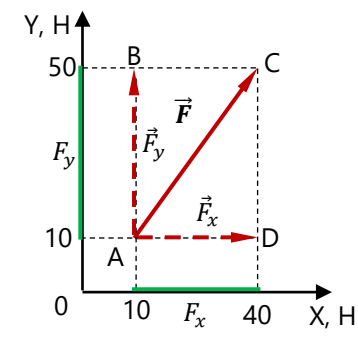
ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 7 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы в разделе "Проверьте полученные знания" учебника и выполняют задания.

Ответы на вопросы следующие:

1. Решение

Дано	Решение	Вычисления
$m = 2 \text{ кг};$ $F_x = 30 \text{ Н};$ $F_y = 40 \text{ Н}.$ $F = ?$	 $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$	Вопрос 1. Ответ. Равнодействующая сила — это гипотенуза прямоугольного треугольника $\triangle ACD$. Она также является диагональю параллелограмма, построенного на векторах $\vec{F}_x$ и $\vec{F}_y$. Вопрос 2. Ответ. Модуль равнодействующей силы: $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = \sqrt{900 + 1600} = \sqrt{2500} = 50 \text{ Н}.$ Вопрос 3. Ответ. Ускорение тела можно определить по второму закону Ньютона: $a = \frac{F}{m} = \frac{50 \text{ Н}}{2 \text{ кг}} = 25 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$ Направление ускорения совпадает с направлением равнодействующей силы.

2. На рисунке 9 (рисунок 1.38 в учебнике) показано перемещение пяти материальных точек.

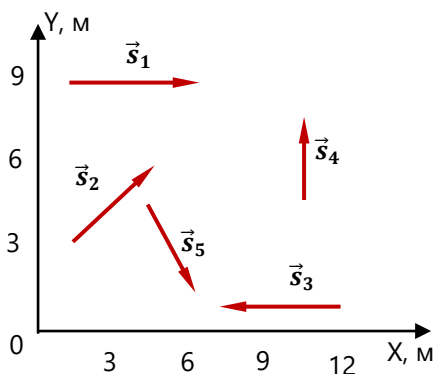


Рисунок 9

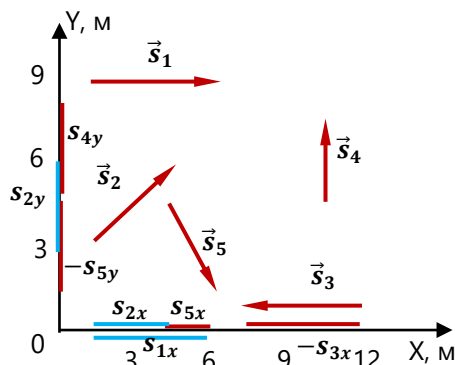


Рисунок 10

Вопрос. Ответ. Проекция векторов перемещения на координатные оси изображены на рисунке 10. Согласно рисунку, длины их проекций равны:

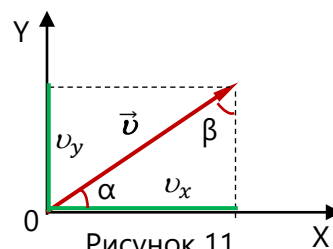
$$s_{1x} = 4,5 \text{ м}, s_{1y} = 0 \text{ м}; \quad s_{2x} = 3 \text{ м}, s_{2y} = 3 \text{ м}; \quad s_{3x} = -4,5 \text{ м}, s_{3y} = 0 \text{ м};$$

$$s_{4x} = 0 \text{ м}, s_{4y} = 3 \text{ м}; \quad s_{5x} = 1,5 \text{ м}, s_{5y} = -3 \text{ м}.$$

3. На рисунке 11 (в учебнике, рисунок 139) показано положение вектора $\vec{v}$ в системе координат.

Вопрос. Ответ. Таблицу можно заполнить следующим образом.

№	$v, \frac{м}{с}$	$v_x, \frac{м}{с}$	$v_y, \frac{м}{с}$	α	β
1	20	16,96	10,6	32°	58°
2	25	20	15	$36,87^\circ$	$53,13^\circ$
3	16,16	12,69	10	52°	38°



Решение.

$$1. v_x = v \cos \alpha = 20 \cdot \cos 32^\circ \left(\frac{м}{с} \right) = 20 \cdot 0,848 \left(\frac{м}{с} \right) = 16,96 \frac{м}{с}.$$

$$v_y = v \sin \alpha = 20 \cdot \sin 32^\circ \left(\frac{м}{с} \right) = 20 \cdot 0,53 \left(\frac{м}{с} \right) = 10,6 \frac{м}{с}.$$

$$\beta = 90^\circ - 32^\circ = 58^\circ.$$

$$2. v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{20^2 + 15^2} \left(\frac{м}{с} \right) = \sqrt{400 + 225} \left(\frac{м}{с} \right) = \sqrt{625} \left(\frac{м}{с} \right) = 25 \frac{м}{с}.$$

$$v_x = v \cos \alpha \Rightarrow \cos \alpha = \frac{v_x}{v} = \frac{20}{25} = 0,8 \Rightarrow \alpha \approx 36,87^\circ.$$

$$\beta \approx 90^\circ - 36,87^\circ = 53,13^\circ.$$

$$3. v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \Rightarrow v_x = \sqrt{v^2 - v_y^2} = \sqrt{16,16^2 - 10^2} \left(\frac{м}{с} \right) =$$

$$= \sqrt{261,1456 - 100} \left(\frac{м}{с} \right) \approx 12,69 \frac{м}{с}.$$

$$\cos \alpha = \frac{v_x}{v} = \frac{12,69}{16,16} = 0,785 \Rightarrow \alpha \approx 52^\circ.$$

$$\beta \approx 90^\circ - 52^\circ = 38^\circ.$$

- На втором этапе преподаватель оценивает успеваемость учащихся на основе заранее определенной рубрики оценивания.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Определение	Определяет наизусть координаты вектора, проекцию на координатные оси и модуль по его проекциям.	Определяет координаты вектора, проекцию на координатные оси и модуль по его проекциям, приводя примеры.	Определяет координаты вектора, проекцию на координатные оси и модуль по его проекциям, проводя анализ.	Определяет координаты вектора, проекцию на координатные оси и модуль по его проекциям, оценивая результаты.
Решение задач	Решает простые задачи, на определение координаты вектора, проекции на координатные оси и модуля по его проекциям.	Решает задачи средней степени сложности, на определение координаты вектора, проекции на координатные оси и модуля по его проекциям.	Решает задачи высокой степени сложности, на определение координаты вектора, проекции на координатные оси и модуля по его проекциям.	Решает задачи высокой степени сложности, на определение координаты вектора, проекции на координатные оси и модуля по его проекциям, оценивая результат.

Подстандарты	9 – 1.1.1. Определяет результирующий вектор неколлинеарных векторов. 9 – 1.1.2. Вычисляет скалярное и векторное произведение векторов.
Цели обучения	• Классифицирует свойства скалярного произведения векторов. • Объясняет скалярное произведение векторов в физике на примерах. • Решает различные задачи на скалярное произведение векторов в физике.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • мыслит геометрически; • мыслит аналитически; • интегрирует знания с математикой; • готовит плакаты и делает презентации по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, бумага формата A2, набор маркеров, скотч, ножницы, компьютер, проектор (или электронная доска).
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=GbjEtIzHv54 2. https://jssoft.ws/content/vektorlarin-skalyar-hasili.html 3. https://www.youtube.com/watch?v=KJRho_JGo6E 4. https://www.youtube.com/watch?v=JK8YTqTwP-A 5. https://www.youtube.com/watch?v=Jbv4Uuyf0Q 6. https://www.youtube.com/watch?v=RSKbvnwGh8 7. https://yandex.com.tr/yaozet/education/vektorlarin-skalyar-hasili-v-xass-l-ri-5Jt8sCCL

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 4Е. Такой урок состоит из четырех этапов.

Мотивация.

Необходимо начать урок с чтения текста о катании на санках из учебника, и провести обсуждение по следующим вопросам:

- Какая сила приводит санки в движение?
- Можно ли рассчитать работу силы натяжения по формуле $A = \vec{F} \cdot \vec{s}$?
- Какой величиной является произведение вектора силы на вектор перемещения: векторной или скалярной?
- Что означает произведение двух векторов?

Объяснение. Этап организован в форме обмена информацией и обсуждения в группах учеников по под темам “Что такое скалярное произведение?”, “Свойства скалярного произведения” и “Скалярное произведение векторов в физике”. В заключение лидеры групп представляют результаты на презентациях.

Применение. Необходимо решить “Задачу 2”.

Оценивание. Ученики оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи из учебника.

МОТИВАЦИЯ (≈ 6 мин.)

На данном этапе также рекомендуется рассмотреть ситуацию, приведенную в учебнике. Анализ задачи проводится на основе рисунка, приведенного в учебнике (Рисунок 1; Рисунок 1.40 в учебнике).

Рисунок выполнен схематически, данные записываются на схеме, а затем обсуждаются вопросы.

- Какая сила приводит в движение санки?

Ответ. Сила, приводящая в движение санки, – это сила $\vec{F}$. Она равна векторной сумме всех сил, действующих на лыжи.

- Можно ли рассчитать работу, совершаемую силой натяжения, по формуле $A = \vec{F} \cdot \vec{s}$?

Ответ. Нет, работу силы натяжения нельзя вычислить по формуле $A = \vec{F} \cdot \vec{s}$. Работа, совершаемая равнодействующей силой $\vec{F}$, рассчитывается по формуле $A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$.

Работа, совершаемая силой натяжения, рассчитывается по формуле $A_T = \vec{T} \cdot \vec{s} = Ts \cos \alpha$ (где $\vec{T}$ – сила натяжения).

- Произведение вектора силы и вектора перемещения будет векторной величиной или скалярной?

Ответ. Максимальная работа будет скалярной величиной A , равной: $A = \vec{F} \cdot \vec{s}$.

- Что означает произведение двух векторов?

Ответ. Произведение двух векторов имеет три основных смысла:

1. **Геометрический:** показывает соотношение между направлениями:

- зависит от длины вектора и угла между ними;
- произведение изменяется с увеличением угла.

Основная идея: показывает, насколько один вектор “направлен” в сторону другого, т. е.: $\alpha = 0^\circ \rightarrow$ максимально; $\alpha = 90^\circ \rightarrow 0$; $\alpha > 90^\circ \rightarrow$ отрицательно.

2. **Алгебраический:** дает правило вычисления.

Скалярное произведение вычисляется следующим образом: $\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \alpha$.

А в координатах: $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y$.

Это означает, что векторное произведение может быть преобразовано в простую численную операцию, и вычисления можно провести на практике.

3. **Физический:** объясняет, что происходит в реальном процессе (например, в совершаемой работе).

В физике скалярное произведение играет очень важную роль.

Наиболее классический пример: $A = F s \cos \alpha$

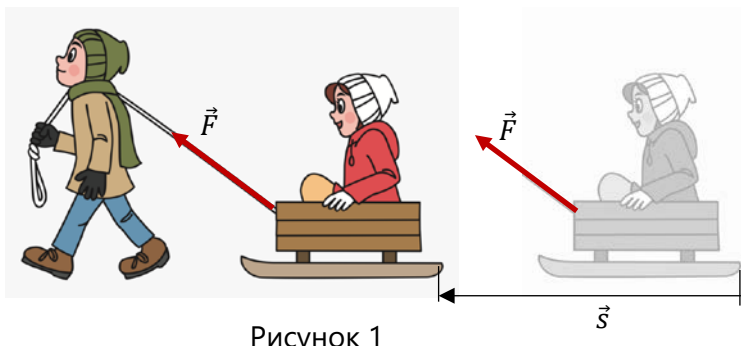


Рисунок 1

Это означает, что работу совершает только та часть силы, которая направлена в сторону движения, то есть учитывается "полезная часть" силы.

Примечание. Большинство учеников могут ответить на вопросы неправильно, и это естественно. Однако учитель, не реагируя ни на правильные, ни на неправильные ответы, лишь записывает на доске ключевые слова выдвинутых гипотез и формулирует исследовательские вопросы.

Вопросы для исследования:

- Что такое скалярное произведение векторов?
- Каковы свойства скалярного произведения?
- Чем скалярное произведение векторов в физике отличается от скалярного произведения вектора в математике?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 25 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап под руководством учителя, используя интерактивный метод обучения в следующей последовательности:

1. Ученики делятся на группы, и им раздаются заранее подготовленные дидактические листы. Учащиеся обмениваются информацией по вопросам на листах, обсуждают их и готовят плакат для презентации.

Объявляется время, отведенное на эту работу (≈ 10 мин.).

Примечание. Дидактические листы можно подготовить по примерам, показанным на рисунке 2.

Количество листов соответствует количеству групп, заданные вопросы охватывают отдельные части соответствующей темы.

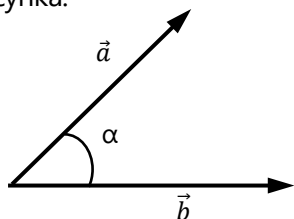
2. Группам раздаются листы формата A2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации.

3. Каждому лидеру группы отводится определенное время на презентацию (≈ 3 мин., всего 12 мин.).

4. Проводится краткий опрос для подведения итогов презентаций учеников (≈ 3 мин.):

Лист №1

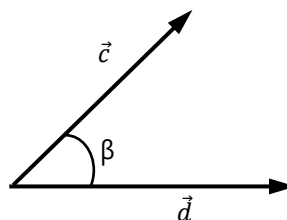
1. Что такое скалярное произведение? Определите скалярное произведение векторов $\vec{a}$ и $\vec{b}$ на основе приведенного ниже рисунка.



2. В каком случае скалярное произведение векторов, не равных нулю, равно нулю?
3. Что означает, что скалярное произведение удовлетворяет закону ассоциативности (группировки)?

Лист №2

1. Что означает, что закон дистрибутивности (распределения) выполняется для скалярного произведения?
2. Что означает скалярное произведение векторов в физике? Приведите пример.
3. Определите скалярное произведение векторов $\vec{c}$ и $\vec{d}$ на основе приведенного ниже рисунка.



Лист №3

1. Что означает скалярное произведение?
2. Чему равно скалярное произведение вектора с самим собой?
3. Тело, под действием равнодействующей силы $\vec{F}$, совершило перемещение $\vec{s}$. Чему равно скалярное произведение этих сил? Объяснение решения задачи 1.

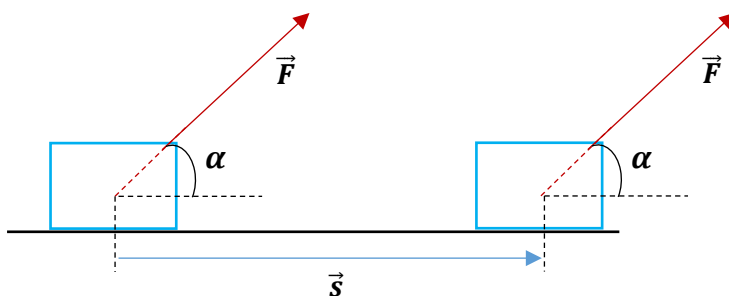


Рисунок 2

Учитель: Итак, что подразумевается под скалярным произведением векторов?

Учитель: Каковы основные свойства скалярного произведения?

Учитель: Какое физическое явление в физике можно привести в качестве примера скалярного произведения векторов?

Учитель: Что означает скалярное произведение векторов в физике в отличие от математики? Обоснуйте свой ответ, приведя пример.

Подумай•Обсуди•Поделись

От каких из перечисленных ниже факторов зависит результат скалярного произведения векторов?

- a – выбора системы координат;
- b – длин векторов;
- c – угла между векторами.

Ответ. b и c

Объяснение. Основная формула для скалярного произведения:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \alpha.$$

Отсюда ясно, что скалярное произведение зависит от длин векторов a, b и угла α между ними.

Вариант a (система координат) неверен, потому что:

- скалярное произведение является инвариантной величиной;
- даже если мы изменим систему координат, результат не изменится, то есть метод вычисления может измениться, но результат останется неизменным.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Необходимо решить задачу 2, приведённую в учебнике.

Задача 2. Область применения скалярного произведения векторов на практике весьма обширна. В таблице ниже перечислены некоторые ситуации, векторные величины и характеризующие их свойства. Перенесите таблицу на рабочий лист и заполните её, вычислив скалярные произведения соответствующих векторов.

Решение. Применяется формула $A = F s \cos \alpha$.

Таблица.

№	Ситуация	Векторы	Угол между векторами, α	Модуль вектора А	Модуль вектора В	Скалярное произведение
1	Двигатель и движение	Сила тяги, перемещение	0°	2500 Н	120 м	300 000 Дж
2	Волейбол и скорость	Удар, скорость мяча	10°	75 Н	$22 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	1 625,25 Дж
3	Ветер и качели	Сила, перемещение	30°	5 Н	2 м	8,66 Дж
4	Лучник и лук	Сила, деформация лука	45°	75 Н	0,8 м	42,42 Дж
5	Двигатель и скорость	Сила, скорость	0°	350 Н	$15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$	5 250 Дж

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 7 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы в разделе “Проверьте полученные знания” учебника и выполняют задания.

Ответы на вопросы следующие:

1. Ответ. Скалярное произведение векторов — это скалярная величина, равная произведению модулей векторов и косинуса угла между ними: $\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \alpha$.

Оно зависит от:

- **модуля** векторов;
- **угла** между векторами.

2. Сторона равностороннего треугольника $\triangle ABC$ равна 5 см (рис. 3, рис. 1.42 в учебнике). Определите скалярное произведение векторов $\vec{AB}$ и $\vec{AC}$.

Ответ.

$$\vec{AB} \cdot \vec{AC} = |\vec{AB}| \cdot |\vec{AC}| \cos 60^\circ = 0,05 \cdot 0,05 \cdot \frac{1}{2} \text{ м}^2 = 0,00125 \text{ м}^2$$

3. Вопрос 1. Ответ. Согласно определению, данному в учебнике (см.: учебник, свойство 3), скалярное произведение векторов, не равных нулю, равно нулю только в том случае, если угол между векторами является прямым (90°), то есть: $\vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \cos 90^\circ$.

Вопрос 2. Ответ. По определению (см.: учебник, свойство 3): если векторы: $\vec{a} \neq 0$ и $\vec{b} \neq 0$ перпендикулярны друг другу, то их скалярное произведение равно нулю:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \cos 90^\circ = 0.$$

4. Вопрос 1. Ответ. Работа, совершаемая силами, действующими на тележку по отдельности, равна:

$$A_{\text{тяги}} = F_{\text{тяги}} \cdot s \cdot \cos \alpha = 120 \text{ Н} \cdot 8 \text{ м} \cdot \cos 45^\circ \approx 678,72 \text{ Дж.}$$

$$A_{\text{трения}} = F_{\text{трения}} \cdot s \cdot \cos \alpha = 50 \text{ Н} \cdot 8 \text{ м} \cdot \cos 180^\circ = -400 \text{ Дж.}$$

Вопрос 2. Ответ. Для вычисления работы, совершаемой равнодействующей силой, действующей на тележку, необходимо определить эту силу:

$$\vec{F}_{\text{рав}} = \vec{F}_{\text{тяги}} + \vec{F}_{\text{трения}}$$

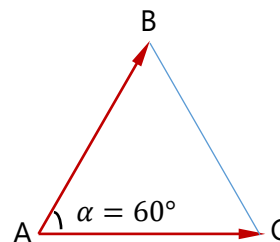


Рисунок 3

$$F_{\text{рав}} = F_{\text{тяги}} \cdot \cos 45^\circ - F_{\text{трения}} \approx 120 \cdot 0,707 \text{ Н} - 50 \text{ Н} \approx 34,84 \text{ Н}.$$

$$A_{\text{рав}} = F_{\text{рав}} \cdot s = 34,84 \text{ Н} \cdot 8 \text{ м} = 278,72 \text{ Дж}.$$

Вопрос 3. Ответ. Для нахождения скалярного произведения был использован распределительный закон: $(\vec{a} + \vec{b}) \cdot \vec{c} = \vec{a} \cdot \vec{c} + \vec{b} \cdot \vec{c}$.

- На втором этапе преподаватель оценивает успеваемость учащихся на основе заранее определенной рубрики оценивания.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Классификация	Не понимая объясняет скалярное произведение векторов в физике на примерах.	Понимая объясняет скалярное произведение векторов в физике на примерах.	Объясняет скалярное произведение векторов в физике на примерах, анализируя его.	Объясняет скалярное произведение векторов в физике на примерах, оценивая результат.
Объяснение	Не понимая объясняет скалярное произведение векторов в физике на примерах.	Понимая объясняет скалярное произведение векторов в физике на примерах.	Объясняет скалярное произведение векторов в физике на примерах, анализируя его.	Объясняет скалярное произведение векторов в физике на примерах, оценивая результат.
Решение задач	Решает различные простые задачи на скалярное произведение векторов в физике.	Решает различные задачи средней степени сложности на скалярное произведение векторов в физике.	Решает различные задачи высокой степени сложности на скалярное произведение векторов в физике.	Решает различные задачи высокой степени сложности на скалярное произведение векторов в физике, оценивая результат.

Подстандарты	9 – 1.1.1. Определяет результирующий вектор неколлинеарных векторов. 9 – 1.1.2. Вычисляет скалярное и векторное произведение векторов.
Цели обучения	• Объясняет проекцию вектора в физике, определение модуля вектора по его проекциям и скалярное произведение векторов. • Решает различные задачи на проекцию вектора в физике, определение модуля вектора по его проекциям и скалярное произведение векторов.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает проблемы качественно или количественно; • делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, набор маркеров, постер (бумага формата A2), скотч, ножницы, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Решение задач по физике в соответствии с известной методикой (в основном количественными) в соответствии с их характером состоит из следующих последовательных этапов:

1. Изучение текста задачи. Оно включает в себя следующие последовательные шаги:

1.1. Чтение условия задачи.

1.2. Проведение опроса, связанного с условием задачи.

1.3. Краткое объяснение содержания задачи.

2. Анализ задачи. Проведение опроса, связанного с темой, к которой относится задача, и анализ ее решения.

3. Запись данных и перевод единиц измерения в единую систему. Данные записываются на доске, а единицы измерения переводятся в единую систему.

4. Общее решение задачи и вычисления. Задача решается путем записи общей формулы (если задача количественная).

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 5 мин.)

1.1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть I, стр. 13, № 2).

На рисунке изображен вектор перемещения тела. Тело совершило это перемещение за 30 секунд. Сторона одной клетки соответствует 100 м.

Вопрос 1. Чему равны проекции вектора перемещения тела?

Вопрос 2. Чему равно перемещение тела?

Вопрос 3. Чему равны проекции скорости тела на оси X и Y?

Вопрос 4. С какой скоростью движется тело?

1.2. Проведение опроса, связанного с условием задачи. Организуется фронтальный опрос, связанный с содержанием задачи.

Учитель: Что изображено на схеме? (Схема нарисована на доске).

Учитель: Каков размер каждого квадрата в масштабе?

Учитель: Сколько секунд потребовалось телу, чтобы переместиться?

Учитель: Что спрашивается в вопросе 1?

Учитель: Что спрашивается в вопросе 2?

Учитель: Что спрашивается в вопросе 3?

Учитель: Что спрашивается в вопросе 4?

1.3. Краткое объяснение содержания задачи.

Ученику предлагается изложить условие задачи своими словами.

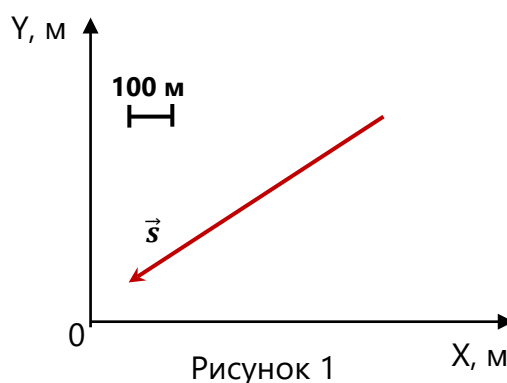


Рисунок 1

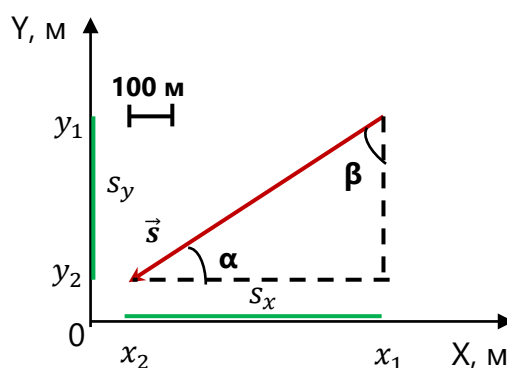


Рисунок 2

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 12 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача, а в заключительных вопросах задаются вопросы о формулах, использованных при решении задачи.

Учитель: Согласно схеме, какая общая формула подходит для определения проекций вектора перемещения $\vec{s}$ тела на координатные оси OXY?

Ученик: Согласно схеме, удобно использовать общую формулу:

$$s_x = s \cos \alpha,$$

$$s_y = s \cos \beta, \text{ или } s_y = s \sin \alpha$$

для определения проекций вектора перемещения $\vec{s}$ на координатные оси OXY.

Учитель: Как можно определить модуль вектора перемещения $\vec{s}$ в зависимости от его проекции на координатные оси OXY?

Ученик: Модуль вектора перемещения $\vec{s}$ по его проекциям на координатные оси OXY равен квадратному корню из суммы квадратов проекций согласно теореме Пифагора (рис. 2): $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$.

Учитель: Как определить скорость, с которой тело движется вдоль координатных осей OX и OY?

Ученик: Чтобы определить проекции скорости тела на координатные оси OX и OY, необходимо разделить проекции его перемещения на соответствующие оси на время, т.е.:

$$v_x = \frac{s_x}{t} \text{ и } v_y = \frac{s_y}{t}.$$

Учитель: Каков будет модуль скорости тела в координатной системе ОХУ?

Ученик: Модуль скорости тела в координатной системе ОХУ равен квадратному корню из суммы квадратов проекций вектора на оси координат ОХУ:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}.$$

Примечание. Необходимо нарисовать на доске рисунок 2 и написать соответствующие формулы.

НАПИСАНИЕ ДАННЫХ И ПЕРЕВОД ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ В ЕДИНУЮ СИСТЕМУ (≈ 3 мин.)

К доске вызывают одного из учеников, записывают условие задачи и, при необходимости, переводят единицы измерения величин в СИ.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩЕМ ВИДЕ И ВЫЧИСЛЕНИЯ (≈ 7 мин.)

Ученик, записавший условие задачи, решает её и выполняет вычисления, а остальные ученики решают задачу на местах.

Дано	Решение	Вычисления
$t = 30 \text{ с},$ Масштаб: 1 клетка=100м.: 1. s_x —? s_y —? 2. s —? 3. v_x —? v_y —? 4. v —?	1. $s_x = 100 \text{ м} \cdot \text{число клеток};$ $s_y = 100 \text{ м} \cdot \text{число клеток}$ 2. $s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$ 3. $v_x = \frac{s_x}{t}; v_y = \frac{s_y}{t}.$ 4. $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}.$	1. Согласно данному масштабу: $s_x = 100 \text{ м} \cdot 6 = 600 \text{ м};$ $s_y = 100 \text{ м} \cdot 4 = 400 \text{ м}.$ 2. $s = \sqrt{600^2 + 400^2}(\text{м}) =$ $= \sqrt{520\,000}(\text{м}) \approx 721,11 \text{ м}.$ 3. $v_x = \frac{600 \text{ м}}{30 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}};$ $v_y = \frac{400 \text{ м}}{30 \text{ с}} = 13,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$ 4. $v = \sqrt{20^2 + 13,3^2} \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \approx$ $24,02 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

Примечание: При использовании этой методики в ходе урока можно решить ещё одну или две задачи.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет проекцию вектора в физике, определение модуля вектора по его проекциям и скалярное произведение векторов.	Понимая, объясняет проекцию вектора в физике, определение модуля вектора по его проекциям и скалярное произведение векторов.	На примерах объясняет проекцию вектора в физике, определение модуля вектора по его проекциям и скалярное произведение векторов.	Оценивая результат, объясняет проекцию вектора в физике, определение модуля вектора по его проекциям и скалярное произведение векторов.

Решение задач	Решает различные простые задачи на проекцию вектора в физике, определение модуля вектора по его проекциям и скалярное произведение векторов.	Решает различные задачи средней степени сложности на проекцию вектора в физике, определение модуля вектора по его проекциям и скалярное произведение векторов.	Решает различные задачи высокой степени сложности на проекцию вектора в физике, определение модуля вектора по его проекциям и скалярное произведение векторов.	Решает, проводя анализ, различные задачи высокой степени сложности на проекцию вектора в физике, определение модуля вектора по его проекциям и скалярное произведение векторов.
---------------	--	--	--	---

Урок 09/ Тема: 1.1.7

ПЕРЕМЕННЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

Подстандарты	9 – 1.3.2. Определяет зависимую переменную, независимую переменную и контрольные переменные. 9 – 1.3.3. Представляет результаты измерений на графике с указанием погрешностей.
Цели обучения	• Различает зависимые, независимые и контрольные физические величины. • Графически описывает зависимость переменных физических величин. • Решает различные задачи на переменные физические величины.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • мыслит геометрически; • мыслит аналитически; • мыслит критически; • интегрирует знания с математикой; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, лабораторный амперметр, лабораторный вольтметр, источник постоянного тока, три набора резисторов с сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом и 4 Ом, реостат, электрический ключ, соединительные провода, компьютер, проектор (или электронная доска).

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация

Рассматривается ситуация, в которой волейболист бьет по мячу с большей силой при каждой атаке, и обсуждаются следующие вопросы:

- Какие физические величины в этом случае изменяются, а какие остаются

постоянными?

- Какая из физических величин является свободной переменной, какая – зависимой, а какая – контрольной?

Исследование. Учащиеся группируются по количеству комплектов оборудования и проводят исследование “Проверка закона Ома: какая величина является контрольной, какая свободной, а какая зависимой физической величиной?”

Объяснение. Рекомендуется, чтобы учитель проводил этот этап методом “Устного объяснения”. Причина в том, что большая часть времени, отведенного на урок, тратится на выполнение практических заданий, состоящих из двух экспериментов.

Применение. Группы учащихся определяют величины, от которых зависит количество теплоты в эксперименте, и различают зависимые переменные, независимые переменные и контрольные переменные.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по предмету, решая различные задачи, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

На этом этапе также рекомендуется решить ситуационное задание, приведенное в учебнике. “Волейболист при каждой атаке старается ударить по мячу с большей силой. В этом случае мяч приобретает большую скорость, и игрокам команды соперника становится сложнее обороняться.” (Рисунок 1)

Рисунок демонстрируется на экране, после чего обсуждаются вопросы.

- Какие физические величины в этом случае изменяются, а какие остаются постоянными?

Ответ. Изменяющимися физическими величинами являются сила (F) и скорость мяча (v). Постоянной физической величиной будет масса мяча (m).

- Какая из физических величин является свободной переменной, какая – зависимой, а какая – контрольной?

Ответ. Свободной переменной является сила; зависимой переменной – скорость; а контрольной переменной – масса мяча.

Примечание. Большинство учеников могут ответить на вопросы неправильно, и это естественно. Однако учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а только записывает ключевые слова в выдвинутых гипотезах на доске и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы

- Какие физические величины называются переменными физическими величинами?
- Сколько видов переменных физических величин существует, и в чем разница между ними?



Рисунок 1

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 25 мин.)

Проводится исследование “Проверка закона Ома: какая величина является контрольной, какая свободной, а какая зависимой физической величиной?”. Рекомендуется организовать этап в следующей последовательности:

1. Ученики делятся на группы по количеству комплектов приборов (2 мин.).
2. Группам дается задание ознакомиться с оборудованием и планом "Опыта 1" (3 мин.).
3. На доске рисуется схема цепи (рис. 2; рис. 1.43 из учебника).
4. Группам дается указание выполнить работу по плану и заполнить соответствующие таблицы (6 мин.).

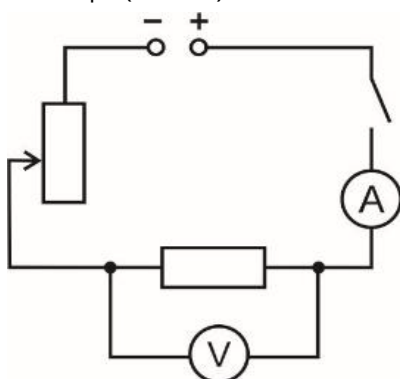


Рисунок 2

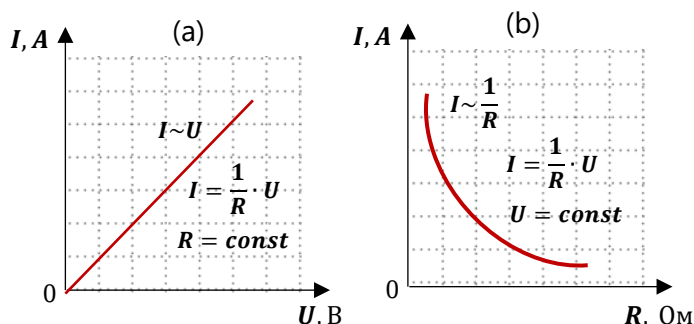


Рисунок 3

5. Обсуждение "Опыта 1" проводится в классе с помощью фронтального опроса (3 мин.):

Учитель: Как сила тока зависит от напряжения на концах цепи? Графически изобразите эту зависимость.

Ученик: Сила тока прямо пропорциональна напряжению на концах цепи. Эта зависимость выражается законом Ома (см.: Рисунок 3, а).

Учитель: Каковы свободные и зависимые физические величины в этой зависимости?

Ученик: Свободной переменной в этой зависимости является напряжение на концах цепи. Зависимой физической величиной является сила тока.

Учитель: Какая физическая величина оставалась постоянной в эксперименте?

Ученик: Сопротивление оставалось постоянным в эксперименте.

6. Необходимо ознакомиться с планом "Опыта 2" (2 мин.).

7. Группы должны выполнить работу в соответствии с планом и заполнить Таблицу 2 (4 мин.).

8. Обсуждение "Эксперимента 2" проводится в классе с помощью фронтального опроса (5 мин.):

Учитель: Как сила тока зависит от сопротивления участка цепи? Опишите зависимость графически.

Ученик: Сила тока обратно пропорциональна сопротивлению участка цепи. Эта зависимость выражается законом Ома (см.: рис. 3, б).

Учитель: Каковы свободные и зависимые физические величины в этой зависимости?

Ученик: Свободной переменной в этой зависимости является сопротивление цепи. Зависимой физической величиной является сила тока.

Учитель: Какая физическая величина оставалась постоянной в эксперименте?

Ученик: В эксперименте напряжение на концах участка цепи оставалось постоянным.

Учитель: Можно ли в заключение сказать, что "сопротивление элемента цепи зависит от силы тока"?

Ученик: Мы можем сказать "нет", потому что сопротивление элемента цепи не зависит от силы тока.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Для сокращения времени учителем рекомендуется построить урок на основе метода активного обучения “Устное объяснение”. Таким образом, в классе организуется следующее объяснение и опрос:

Учитель: Как выражаются законы в физике?

Ученик: Законы в физике выражаются в определениях и формулами.

Учитель: Что описывают формулы в физике?

Ученик: Формулы в физике описывают взаимосвязи между физическими величинами.

Учитель: Как проверяются закономерности между величинами в формулах?

Ученик: Закономерности между величинами в формулах проверяются на основе экспериментов и наблюдений.

Учитель: Как определить, какие физические величины в формулах являются свободными переменными, какие – зависимыми переменными, а какие остаются постоянными (контрольными переменными)? Рассмотрим это и отметим, что переменными считаются любые физические величины, которые измеряются, изменяются или остаются постоянными в научных экспериментах и наблюдениях в физике. Их правильное определение помогает правильно комментировать результаты эксперимента.

Затем указывается, что переменные в основном делятся на три типа и комментируются.

1. Свободная переменная (независимая) – это физическая величина, которая целенаправленно изменяется экспериментатором. Она является основным фактором, влияющим на результат эксперимента.

Учитель: В ходе исследования, в “Опыте 1”, какую величину вы свободно изменяли, чтобы проверить справедливость закона Ома?

Ученик: В “Опыте 1” мы проверяли справедливость закона Ома, изменяя напряжение на концах участка цепи, то есть проверяли зависимость силы тока от напряжения при постоянном сопротивлении: $I = \frac{U}{R}$.

Учитель: А в “Опыте 2” какую величину вы свободно изменяли, чтобы проверить справедливость закона Ома?

Ученик: В “Опыте 2” мы проверяли справедливость закона Ома, изменяя сопротивление участка цепи, то есть проверяли обратную пропорциональную зависимость силы тока от сопротивления при постоянном напряжении.

2. Зависимая физическая величина – это величина, которая изменяется в зависимости от свободной переменной. Она также является основной величиной, наблюдаемой и измеряемой в эксперименте.

Учитель: В “Опыте 1” какая величина была зависимой переменной?

Ученик: В “Опыте 1” зависимой переменной была сила тока. Таким образом, мы проверили, что при изменении напряжения на концах заданного участка цепи с сопротивлением сила тока изменяется прямо пропорционально ему.

Учитель: Какая физическая величина была зависимой переменной в “Опыте 2”?

Ученик: В “Опыте 2” зависимой физической величиной также была сила тока.

3. Контрольная переменная – это величина, которая остается неизменной (постоянной) на протяжении всего эксперимента. Цель её использования – исключить влияние побочных факторов на результат опыта и измерить воздействие только независимой переменной.

Учитель: Итак, в "Опыте 1" какая величина была контрольной переменной, то есть физической величиной, которая оставалась постоянной?

Ученик: В "Опыте 1" контрольной переменной была величина сопротивления. Таким образом, при постоянном сопротивлении проверялась зависимость силы тока в участке цепи от напряжения.

Учитель: Итак, какая физическая величина была контрольной переменной в "Опыте 2"?

Ученик: В "Опыте 2" контрольной переменной также было напряжение. Подводя итог объяснению, учитель отмечает, что в экспериментах, проведенных для проверки достоверности закона Ома, различные физические величины были определены как контрольные переменные, свободные переменные и зависимые переменные. Их зависимости были изображены на графиках (см.: Рисунок 3, а и б).

Подумай•Обсуди•Поделись

На уроке учащиеся проводят эксперимент, чтобы выяснить, как вид материала влияет на теплопроводность тела. Они измерили температуру на одном конце каждого металлического, деревянного и пластикового стержней после нагревания другого конца каждого стержня при одинаковых условиях.

- Какие физические величины в этом эксперименте были приняты в качестве контрольной, свободной и зависимой переменных?

Ответ.

Независимая переменная – вид материала (металл, дерево, пластик). Именно его изменяет ученик, и главная цель эксперимента – исследовать его влияние.

Зависимая переменная – температура на другом конце стержня. Она измеряется и меняется в зависимости от вида материала.

Контрольные переменные – длина стержней, толщина стержней (площадь поперечного сечения), количество подводимого тепла/мощность источника, время (как долго происходит нагрев) и начальная температура.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 5 мин.)

На этом этапе вспоминается двухэтапный эксперимент, проведенный в 8 классе для определения величин, от которых зависит количество теплоты.

- На первом этапе в одну из двух колб одинакового объёма налили 100 г воды комнатной температуры, а в другую – 50 г воды. Колбы закрыли пробками и поместили каждую в отдельный лабораторный стакан. Затем в стаканы налили одинаковое количество воды при температуре 90°C, передав таким образом колбам одинаковое количество теплоты (рисунок 1.45, а).
- На втором этапе опыт повторили, но на этот раз в одну из колб налили 100 г воды, а в другую – 100 г подсолнечного масла (рисунок 1.45, б).

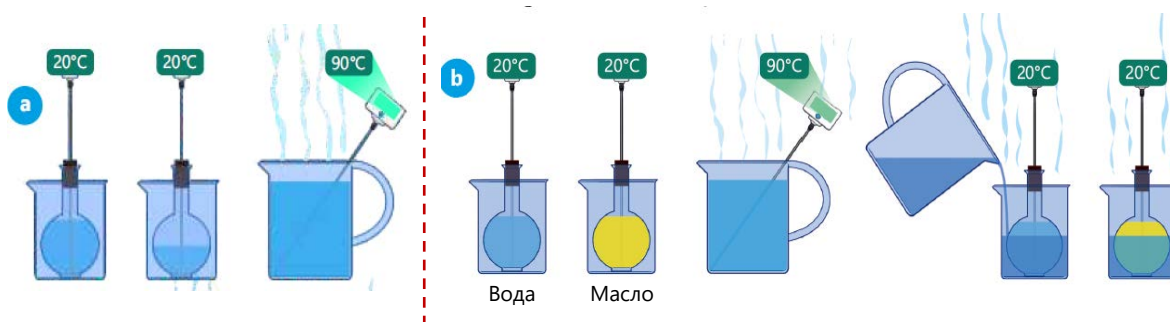


Рисунок 4

Обсуждение основано на вопросах, приведённых в учебнике:

Вопрос 1. Какие физические величины были контрольными переменными на первом и втором этапах опыта?

Ответ.

Контрольные переменные на этапе I (100 г воды, 50 г воды). Здесь переменной является масса вещества. Следовательно, контрольными переменными являются: вид вещества (вода); начальная температура; количество переданного тепла; форма сосудов.

Контрольные переменные на этапе II (100 г воды, 100 г масла). Здесь переменной является вид вещества. Следовательно, контрольными переменными являются: масса (100 г); начальная температура; количество переданного тепла; форма сосудов.

Вопрос 2. Какие свободные и зависимые переменные были в этих экспериментах?

Ответ.

На первом этапе свободной переменной является масса; зависимой переменной является изменение температуры, или конечная температура.

На втором этапе свободной переменной является вид вещества; зависимой переменной является изменение температуры.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 4 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе ученики отвечают на четыре вопроса из блока “Проверьте полученные знания” учебника.

Ответы на вопросы следующие:

1. Ответ. Зависимая переменная – это величина, которая изменяется и измеряется в результате влияния независимой переменной.

2. Ответ. Независимая переменная – это величина, которая преднамеренно изменяется исследователем во время эксперимента.

3. Ответ. Контрольные переменные – это величины, которые поддерживаются постоянными для правильного проведения эксперимента.

4. Ответ. График строится на основе зависимости зависимой переменной от независимой переменной. То есть горизонтальная ось ОХ показывает независимую переменную, а вертикальная ось ОУ – зависимую переменную.

- На втором этапе преподаватель оценивает успеваемость учащихся на основе заранее определенной рубрики оценивания.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Различия	Наизусть различает зависимые, независимые и контрольные физические величины.	Своими словами различает зависимые, независимые и контрольные физические величины.	Приводя примеры, различает зависимые, независимые и контрольные физические величины.	Различает на основе сравнительного анализа зависимые, независимые и контрольные физические величины.
Объяснение	Формально графически описывает зависимость переменных физических величин.	Приводя примеры, графически описывает зависимость переменных физических величин.	Графически описывает зависимость переменных физических величин, проводя анализ.	Графически описывает зависимость переменных физических величин, оценивая результат.
Решение задач	Решает различные простые задачи на переменные физические величины.	Решает различные задачи средней степени сложности на переменные физические величины.	Решает различные задачи высокой степени сложности на переменные физические величины.	Решает различные задачи высокой степени сложности на переменные физические величины, оценивая результат.

Урок 10/ Тема: 1.1.8

**ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ
ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ ФИЗИЧЕСКИМИ
ВЕЛИЧИНАМИ**

Подстандарты	9 – 1.3.2. Определяет зависимую переменную, независимую переменную и контрольные переменные. 9 – 1.3.3. Представляет результаты измерений на графике с указанием погрешностей. 9 – 1.3.4. Анализирует функциональную зависимость между переменными на основе графика.
Цели обучения	• Классифицирует графические представления зависимостей между физическими величинами. • Объясняет графические представления зависимостей между физическими величинами. • Решает различные задачи на графические представления зависимостей между физическими величинами.

Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • мыслит геометрически; • мыслит аналитически; • интегрирует знания с математикой; • готовит плакаты и делает презентации по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий листок, бумага формата A2, набор маркеров, скотч, ножницы, компьютер, проектор (или электронная доска).
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=mM5GmQdHySE 2. https://az.wikipedia.org/wiki/X%C9%99tti_funksiya 3. https://e-derslik.edu.az/books/906/units/unit-1/page55.xhtml 4. https://e-derslik.edu.az/books/906/units/unit-1/page51.xhtml 5. https://www.youtube.com/watch?v=_ec1DTsaiRY

Краткий план урока

Рекомендуется использовать модель 5E для проведения урока. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация.

Необходимо прочитать текст о различном весе космонавта на планетах Солнечной системы, и провести обсуждение по следующим вопросам:

- На основе представленной информации, какая физическая величина является свободной переменной, какая – зависимой, а какая контрольной величиной?
- Как можно графически изобразить зависимость между этими физическими величинами?

Объяснение 1. На этом этапе организуются группы учащихся для обмена информацией и обсуждения подтем “Графическое представление прямой пропорциональности между величинами”, “Графическое представление обратной пропорциональности между величинами” и “Графическое представление квадратичной зависимости между величинами”. В заключение лидеры групп представляют результаты этапа в виде презентаций.

Задание. “Задача 2” решается по приведенному образцу. Решение задачи осуществляется на основе опроса.

Объяснение 2. Этап продолжается в группах учащихся.

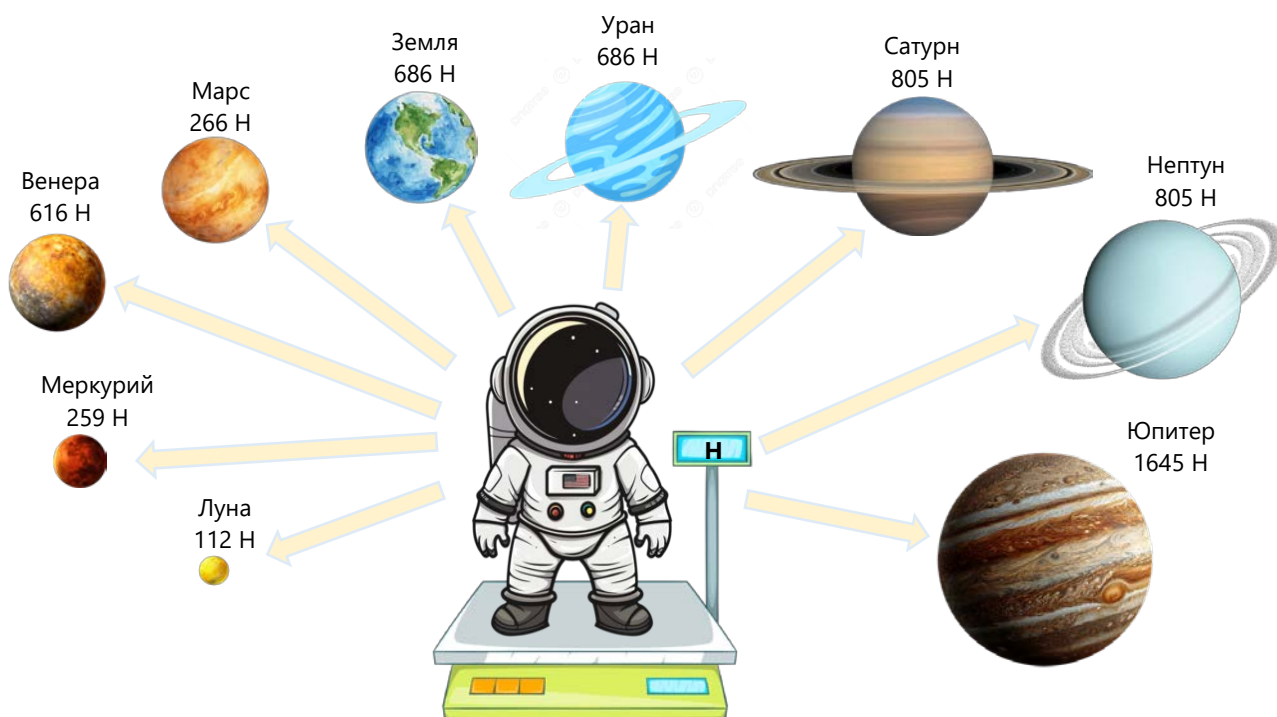
Применение. Решается графическая задача количественного характера.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи из учебника.

МОТИВАЦИЯ (≈ 6 мин.)

На данном этапе рекомендуется рассмотреть ситуацию, приведенное в учебнике. Текст и изображение выводятся на экраны (Рисунок 1), и проводится обсуждение по вопросам.

На рисунке представлена информация о приблизительном весе космонавта массой 70 кг на поверхности различных небесных тел.



• На основе представленной информации, какая физическая величина является свободной переменной, какая – зависимой, а какая контрольной величиной?

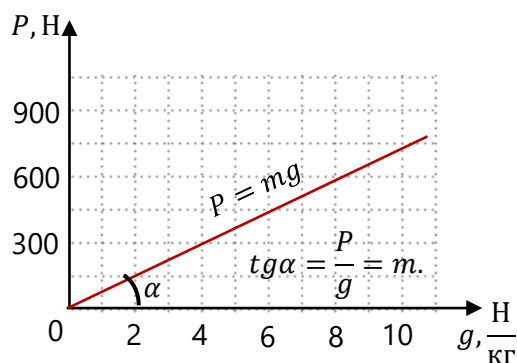
Ответ. Ускорение свободного падения на поверхности небесного тела ($\vec{g}$) является независимой переменной. Следовательно, ускорение свободного падения на поверхности разных планет различно. Поэтому она является независимой переменной.

Зависимая переменная – это вес космонавта ($\vec{P}$). Таким образом, вес изменяется по формуле $\vec{P} = m\vec{g}$ и зависит от g .

Постоянная (контрольная) величина – это масса космонавта ($m = 70 \text{ кг}$). Масса является инвариантной величиной и остается постоянной во всех случаях.

• Как можно графически изобразить зависимость между этими физическими величинами?

Ответ. График строится на основе зависимости $P = mg$. Поскольку $m = \text{const}$, зависимость $p \sim g$ является прямой пропорциональностью (Рисунок 1).



Примечание. Некоторые ученики могут ответить на вопросы неправильно, и это естественно. Однако учитель, не реагируя ни на правильные, ни на неправильные ответы, записывает на доске только ключевые слова из выдвинутых гипотез и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы

- Какие зависимости могут существовать между физическими величинами?
- Как эти зависимости изображаются графически?

ОБЪЯСНЕНИЕ-1 (≈ 12 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап под руководством учителя с использованием интерактивного метода обучения в следующих последовательных этапах:

1. Ученики делятся на группы, и им раздаются заранее подготовленные дидактические листы. Учащиеся обмениваются информацией по вопросам на листах, обсуждают их и готовят постер для презентации.

Объявляется время, отведенное на эту работу (≈ 10 мин.).

Примечание. Дидактические листы можно подготовить по примерам, приведенным на рисунке 2.

Количество листов соответствует количеству групп, вопросы охватывают отдельные части соответствующей темы.

2. Группам раздаются листы формата A2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации.

3. После обмена информацией и обсуждения вопросов на листе № 1, лидеру группы дается указание подготовить доклад по подготовленному постеру. На презентацию отводится 3-4 минуты.

После презентации графического представления прямой пропорциональной зависимости между величинами, немедленно организуется выполнение этапа "Действие" с целью закрепления полученных знаний.

Лист №1

1. Как в математике изображается на графике прямо пропорциональная зависимость между величинами?
2. В чем разница между графиками уравнений $y = b + kx$ и $y = kx$? Постройте графики и покажите разницу.

Лист №2

1. Как можно построить график зависимости скорости от времени вдоль оси x согласно уравнению $v_x = v_0 + a_x t$?
2. Если тело начинает движение с постоянным ускорением из состояния покоя ($v_0 = 0$; $\vec{a} = const$), как можно построить графическое представление зависимости скорости от времени?

Лист №3

1. Если нет формулы, определяющей зависимость между физическими величинами, как это можно изобразить на графике? Приведите пример.
2. Как графически представить обратно пропорциональную зависимость между физическими величинами? Обоснуйте свой ответ, приведя пример.

Лист №4

1. Как графически представить квадратичную зависимость между величинами в математике? Приведите пример.
2. Аналогично, приведите пример квадратичной зависимости между физическими величинами и графически представьте эту зависимость.

Рисунок 2

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 7 мин.)

Для сокращения времени осуществления этапа преподавателю рекомендуется сделать следующее:

1. Учащимся предлагается ознакомиться с содержанием "Задачи 1", приведенной в качестве образца в учебнике.

2. Проводится фронтальный опрос по решению задачи:

Учитель: По графическому представлению зависимости силы упругости, возникающей при растяжении упругой пружины, от удлинения пружины, какие величины являются независимыми и зависимыми физическими величинами (см.: Рисунок 3; 1.47 в учебнике)?

Ученик: Как видно из графика, независимой физической величиной является удлинение пружины, а зависимой физической величиной – сила упругости. Потому что возникает сила упругости, зависящая от удлинения пружины.

Учитель: Какая работа совершается при растяжении пружины на 5 мм? Как ее можно определить по графику?

Ученик: Работа, затраченная на растяжение пружины на 5 мм, равна площади заштрихованного треугольника на графике:

$$A = S_{\Delta} = \frac{1}{2} Fx = \frac{1}{2} \cdot 75 \text{ Н} \cdot 0,005 \text{ м} = 0,1875 \text{ Дж}.$$

Учитель: Какова жесткость пружины?

Ученик: Жесткость пружины можно определить по формуле $F = kx$:

$$k = \frac{F}{x} = \frac{75 \text{ Н}}{0,005 \text{ м}} = 15\,000 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

3. Далее проводится опрос по решению "Задачи 2":

Учитель: По графику зависимости силы тока, проходящего через резистор в цепи, от напряжения на концах резистора (см.: Рисунок 4; учебник 1.48), какие физические величины являются свободными и зависимыми соответственно?

Ученик: Как видно из графика, свободной переменной является напряжение на резисторе, а зависимой переменной – сила тока через резистор.

Учитель: Чему равно сопротивление резистора в Ом?

Ученик: Сопротивление резистора равно ctg угла, образованного графиком с осью абсцисс на графике зависимости, то есть:

$$\begin{aligned} \text{ctg} \alpha &= \frac{U}{I} = R, \\ \text{ctg} 45^\circ &= \frac{6 \text{ В}}{6 \text{ А}} = \frac{9 \text{ В}}{9 \text{ А}} = \frac{12 \text{ В}}{12 \text{ А}} \dots = 1 \text{ Ом} = R. \end{aligned}$$

После этого этапа обмен информацией и обсуждение в группах учеников завершаются этапом "Объяснение 2".

ОБЪЯСНЕНИЕ-2 (≈ 14 мин.)

4. Лидерам других групп поручено представить постеры, подготовленные ими на основе заданных задач (каждому лидеру отводится 3 мин., на презентацию, всего 9-12 мин.).

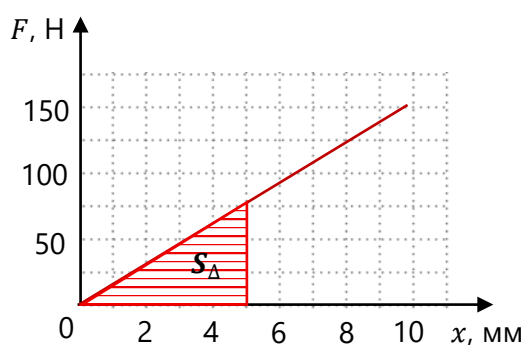


Рисунок 3

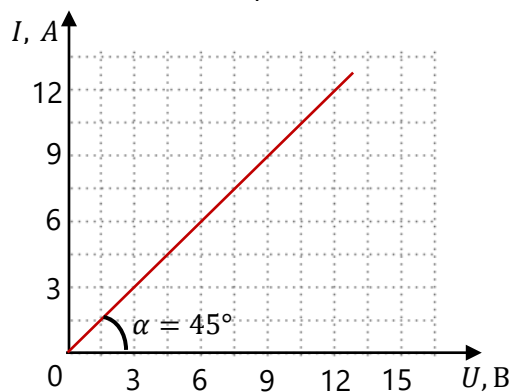


Рисунок 4

5. Преподаватель организует короткий опрос для подведения итогов презентаций учеников (≈ 4 мин.):

Учитель: Как графически представить прямую пропорциональную зависимость между физическими величинами? Приведите пример.

Учитель: Как можно изобразить обратную пропорциональность между величинами на графике? Приведите пример.

Учитель: Если в данной формуле нет зависимости между физическими величинами, как это отсутствие зависимости изобразить на графике? Приведите пример.

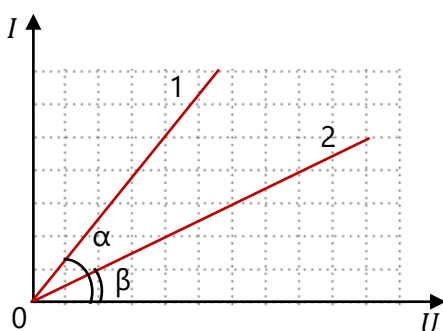
Учитель: Что дает графическое представление квадратичной зависимости между физическими величинами? Приведите пример.

Подумай•Обсуди•Поделись

График на рисунке показывает зависимость силы тока от напряжения для двух разных резисторов.

• Какой из этих резисторов имеет большее сопротивление? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Согласно графику, сопротивление 2 резистора больше. Потому что на графике зависимости силы тока от напряжения $\beta < \alpha$, то есть значение $\cot \beta$ больше значения $\cot \alpha$. Это также видно из закона Ома: из формулы: $R = \frac{U}{I}$, $R_2 > R_1$, то есть $\frac{U_2}{I_2} > \frac{U_1}{I_1}$.



ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Необходимо решить задачу 3, приведённую в учебнике. В задаче учащиеся рассматривают вопросы, заданные в соответствии с графиком зависимости скорости велосипедиста от времени (Рисунок 5; Рисунок 1.49 в учебнике).

Вопрос 1. Ответ. Изменение скорости велосипедиста за первые 5 секунд:

$$\Delta v = v_2 - v_0 = 7 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Вопрос 2. Ответ. Ускорение, с которым движется вело-

сипедист, равно времени, затраченному на это изменение скорости: $a = \frac{v_2 - v_0}{t} = \frac{6 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{5 \text{ с}} + \dots = 1,2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

Вопрос 3. Ответ. Формула скорости велосипедиста выражается следующим образом: $v = v_0 + at = 1 + 1,2t$

Вопрос 4. Ответ. В течение первых 4 секунд кинетическая энергия велосипедиста изменялась следующим образом: $\Delta E_k = E_{k2} - E_{k0} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$.

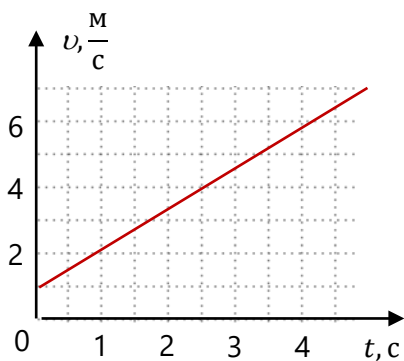


Рисунок 5

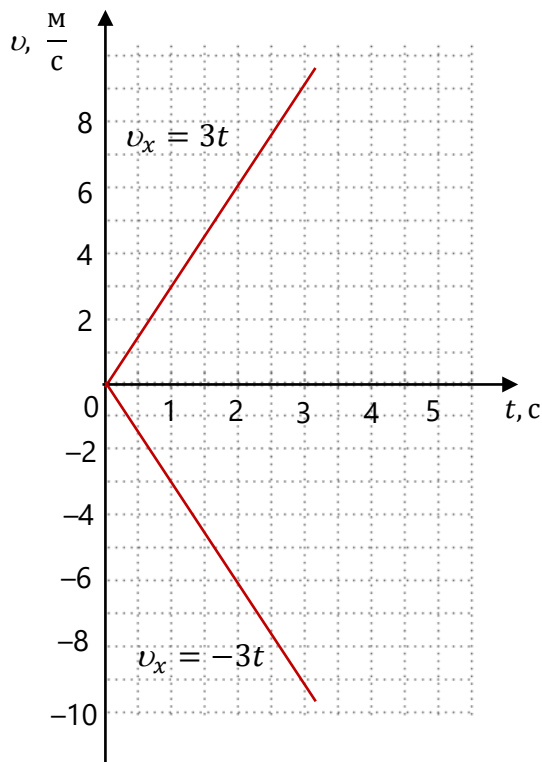
ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 7 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

• На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы в разделе "Проверь полученные знания" учебника и выполняют задания.

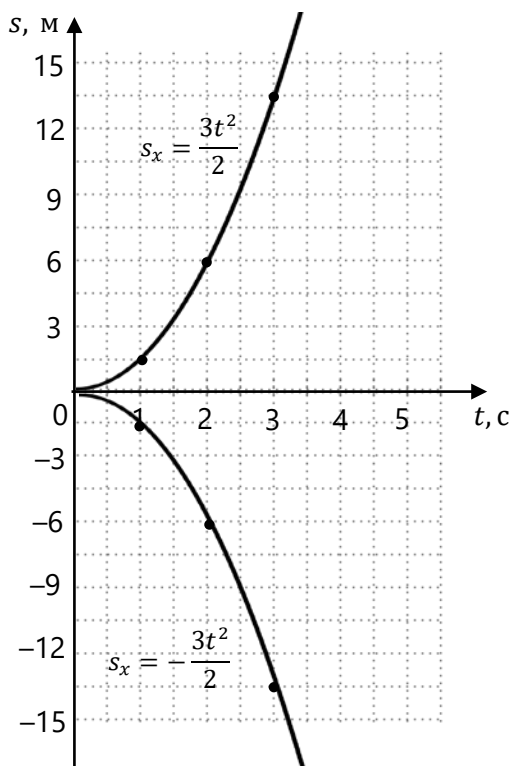
Ответы на вопросы следующие:

1. Ответ. Из зависимостей между данными физическими величинами и их графическими представлениями видно, что график зависимости скорости от времени соответствует прямой пропорциональности, а график зависимости перемещения от времени представляет собой график квадратичной зависимости: а) $v_x = -3t$ и $v_x = 3t$; б) $s_x = \frac{3t^2}{2}$ и $s_x = -\frac{3t^2}{2}$.



t, c	$v_x = 3t, \left(\frac{M}{c}\right)$
0	0
1	3
2	6
3	9

t, c	$v_x = -3t, \left(\frac{M}{c}\right)$
0	0
1	-3
2	-6
3	-9

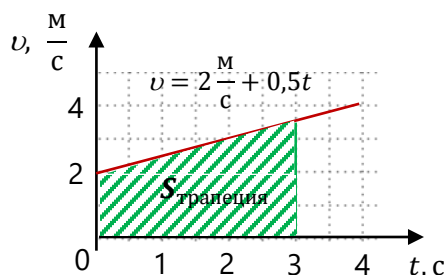


t, c	$s_x = \frac{3t^2}{2}, (M)$
0	0
1	1,5
2	6
3	13,5

t, c	$s_x = -\frac{3t^2}{2}, (M)$
0	0
1	-1,5
2	-6
3	-13,5

2. Скорость автомобиля изменяется по закону $v = 2\frac{м}{с} + 0,5t$.

Вопрос 1. Ответ. График зависимости скорости автомобиля от времени будет иметь вид:



t, c	$v = 2\frac{м}{с} + 0,5t$
0	2
1	2,5
2	3
3	3,5

Вопрос 2. Ответ. Путь, пройденный автомобилем за первые 3 секунды, численно равен площади геометрической фигуры под графиком за соответствующий период времени: $S_{\text{трапеции}} = s = \frac{1}{2} \cdot (3,5 + 2) \cdot 3 = 8,25$ м.

Следовательно, расстояние, пройденное автомобилем за 3 секунды, равно 8,25 метров.

- На втором этапе преподаватель оценивает успеваемость учащихся на основе заранее определенной рубрики оценивания.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Классификация	Формально классифицирует графические представления зависимостей между физическими величинами.	Понимая классифицирует графические представления зависимостей между физическими величинами.	Классифицирует графические представления зависимостей между физическими величинами на примерах.	Классифицирует графические представления зависимостей между физическими величинами, создавая межпредметную связь с математикой.
Объяснение	Наизусть объясняет графические представления зависимостей между физическими величинами.	Объясняет графические представления зависимостей между физическими величинами на примерах.	Объясняет графические представления зависимостей между физическими величинами, анализируя его.	Объясняет графические представления зависимостей между физическими величинами, создавая аналогию.
Решение задач	Решает различные простые задачи на графические представления зависимостей между физическими величинами.	Решает различные задачи средней степени сложности на графические представления зависимостей между физическими величинами.	Решает различные задачи высокой степени сложности на графические представления зависимостей между физическими величинами.	Решает различные задачи высокой степени сложности на графические представления зависимостей между физическими величинами, оценивая результат.

Подстандарты	9 – 1.3.2. Определяет зависимую переменную, независимую переменную и контрольные переменные. 9 – 1.3.4. Анализирует функциональную зависимость между переменными на основе графика.
Цели обучения	• Объясняет физические величины и графические представления зависимостей между физическими величинами. • Решает различные задачи на физические величины и графические представления зависимостей между физическими величинами.
Навыки XXI века	Учащийся: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает проблемы качественно или количественно; • делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, маркеры, постер (бумага формат A2), скотч, ножницы, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

1. Организация групп и презентация

- 1.1. Учащиеся группируются произвольным методом.
- 1.2. Группам раздаются дидактические листы. На таких листах записываются заранее подготовленные преподавателем вопросы и проблемы, отражающие различные ситуации (см.: рисунок 1).
- 1.3. Учащиеся в группах обмениваются и обсуждают информацию по заданиям на листах и готовят постер.
- 1.4. Прослушиваются презентации лидеров групп, основанные на постере.

2. Обобщение

- 2.1. Преподаватель проводит обобщающий фронтальный опрос.

3. Оценивание.

- 3.1. Индивидуальное оценивание деятельности учащихся по уровню.

ОРГАНИЗАЦИЯ ГРУПП И ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 36 мин.)

Организация групп и распределение заданий (≈ 5 мин.). Поскольку это интерактивный урок, учащиеся делятся на группы различными способами. К таким методам относятся: "По номерам или цветам (случайный выбор)", "По теме (символы/картинки)", "По уровню знаний или навыков (разнородный состав)", "По интересам", "Кубировка" и т. д. Группам раздаются заранее подготовленные дидактические листы с краткой информацией о заданиях. Задания на листах могут соответствовать примерам, показанным ниже.

Лист №1

1. Учащиеся наблюдают скорость испарения воды, спирта и масла при одинаковых условиях.

Цель: изучить влияние рода вещества на скорость испарения.

Вопрос 1. Какие переменные должны оставаться постоянными в этом эксперименте?

Вопрос 2. Какие величина (или величины) в этом эксперименте зависят от других факторов?

Вопрос 3. Какой результат мог бы быть получен, если бы площади поверхностей сосудов, используемых в эксперименте, были не одинаковыми?



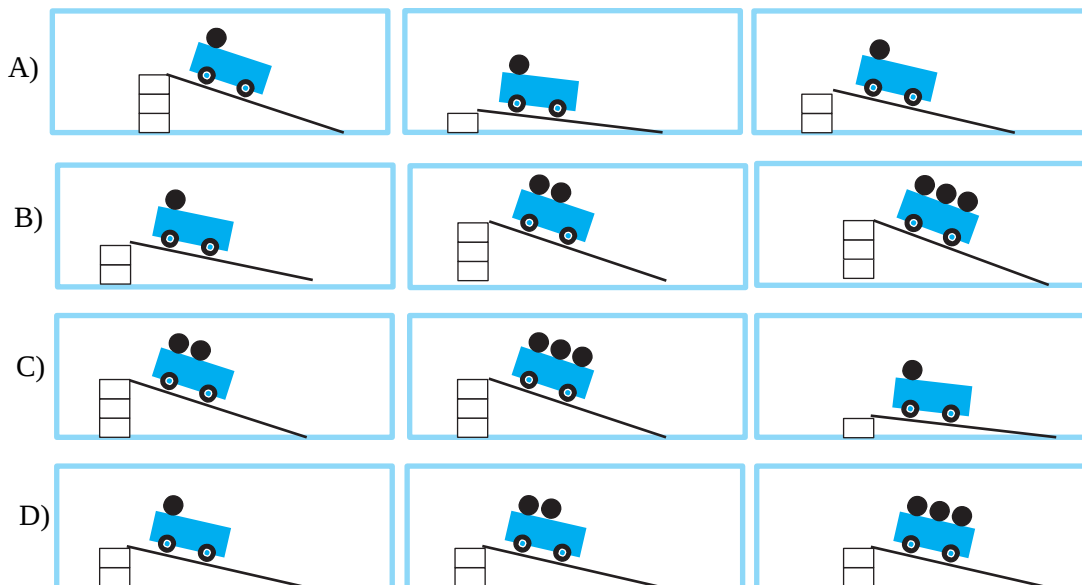
2. Тело свободно падает с высоты 50 м, по закону движения $Y = H - \frac{gt^2}{2}$, без начальной скорости ($g = 10 \frac{м}{с^2}$). Постройте график этой зависимости.

Лист №2

1. Нигяр и Али хотят выяснить, влияют ли масса тележки, выпущенной с наклонной плоскости, и высота наклонной плоскости на ее скорость. Ученики могут добавлять разное количество шариков, чтобы изменить массу, и использовать разное количество блоков, чтобы изменить высоту трибометра.

Вопрос 1. Какой тест должен провести Али, чтобы выяснить влияние массы тележки на ее скорость? Обоснуйте свой ответ.

Вопрос 2. Какой тест должна провести Нигяр, чтобы выяснить влияние высоты наклонной плоскости на ее скорость? Обоснуйте свой ответ.



2. Согласно закону Ома ($I = \frac{U}{R}$), постройте график зависимости силы тока от сопротивления.

Лист №3

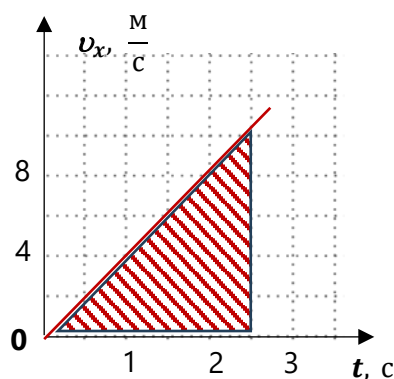
1. На рисунке изображен график зависимости скорости от времени для тела.

Вопрос 1. Как зависит ускорение от времени в этом движении? Постройте график зависимости ускорения от времени.

Вопрос 2. Что обозначает заштрихованная область на графике?

2. На уроке учащиеся исследуют свободное падение тел разной массы с одной и той же высоты.

Вопрос. Какие физические величины являются независимыми переменными, зависимыми переменными и контрольными переменными в этом эксперименте?



ПОДГОТОВКА И ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПОСТЕРОВ (≈ 28 мин.)

Группам отводится определенное время (≈ 15 мин.) для обмена информацией и подготовки постеров в соответствии с поставленными задачами.

Лидеры групп проводят презентацию на подготовленном ими постерах. Для этого объявляется, что каждому из них отведено определенное время (например, 4 мин., на каждую презентацию, всего 16 мин.).

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 6 мин.)

Учитель делает обобщение по теме, к которой относится урок по решению задач. С этой целью в классе можно организовать следующий краткий опрос.

Учитель: Какие физические величины называются свободными переменными (независимыми переменными)? Приведите пример.

Учитель: Какие физические величины называются зависимыми переменными? Приведите пример.

Учитель: Какие физические величины называются контрольными (постоянными) переменными? Приведите пример.

Учитель: Что дает графическое представление прямо пропорциональной зависимости между физическими величинами? Приведите пример.

Учитель: Что дает графическое представление обратно пропорциональной зависимости между физическими величинами? Приведите пример.

Учитель: Что дает графическое представление квадратичной зависимости между физическими величинами? Приведите пример.

Учитель: Если в формуле зависимости между величинами нет зависимости, как это отображается на графике? Приведите два примера.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 3 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Наизусть объясняет физические величины и графические представления зависимостей между физическими величинами.	Своими словами объясняет физические величины и графические представления зависимостей между физическими величинами.	Приводя примеры, объясняет физические величины и графические представления зависимостей между физическими величинами.	Анализируя, объясняет физические величины и графические представления зависимостей между физическими величинами.
Решение задач	Решает различные простые задачи на физические величины и графические представления зависимостей между физическими величинами.	Решает различные задачи средней степени сложности на физические величины и графические представления зависимостей между физическими величинами.	Решает различные задачи высокой степени сложности на физические величины и графические представления зависимостей между физическими величинами.	Решает различные задачи высокой степени сложности на физические величины и графические представления зависимостей между физическими величинами, проводя анализ.

1.2. ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ И РАСЧЕТАХ

Урок 12/ Тема: 1.2.1

ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

Подстандарты	9 – 1.2.1. Определяет систематические и случайные погрешности при измерении. 9 – 1.2.2. Проводит действия с погрешностями измерений.
Цели обучения	• Различает погрешности при измерениях. • Решает задачи, проводя действия над погрешностями.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • может подготовить презентации на любую тему; • мыслит критически (дает иное объяснение/решение любого вопроса/проблемы, чем данное объяснение/все остальное, предполагает возможность ситуации или ситуаций, выходящих за рамки, выраженные каким-либо законом); • задает вопросы, обсуждает, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор (или электронная доска)
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=8dpQ4qKcQ5w 2. https://video.edu.az/video/56 3. https://sites.google.com/view/egitimdeolcmdegerlendirme/ana-sayfa/%C3%B6l%C3%A7mede-hata-ve-t%C3%BCrleri 4. https://www.youtube.com/watch?v=oClG3SIX9yc

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация.

На примере шкалы вольтметра и термометра предлагаются для обсуждения два вопроса:

- Чему равны показания вольтметра и термометра соответственно, с учётом погрешности приборов?
- Как можно определить эффективность выполненных измерений и расчётов?

Исследование.

Решается количественная задача-схема в виде рисунка, связанная с измерением массы тела с помощью пружинных весов. В задаче определяются значение одного деления шкалы, погрешность прибора и точное значение массы тела.

Объяснение. Учащиеся объединяются в группы. Они обмениваются информацией по темам "Шкала измерительного прибора", "Значение цены деления шкалы", "Виды измерений", "Погрешность измерения, погрешность прибора, абсолютная и относительная погрешность измерения" и готовят постер.

Применение. Полученные знания применяются при проведении исследования "Какая линейка измеряет точнее?"

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

На данном этапе обсуждение строится вокруг двух вопросов, основанных на показаниях вольтметра и термометра, описанных в учебнике (рис. 1):

- Чему равны показания вольтметра и термометра соответственно, с учётом погрешности приборов?

Ответ. Цена деления и погрешность прибора определяются на основе шкалы вольтметра:

$$\Delta = \frac{b - a}{n + 1} = \frac{100 - 50}{9 + 1} (\text{В}) = \frac{50}{10} (\text{В}) = 5 \text{В}.$$
$$d = \frac{\Delta}{2} = 2,5 \text{В}.$$



Рисунок 1

С учетом этого определяется показание вольтметра:

$$(55 - 2,5) \text{ В} < U < (55 + 2,5) \text{ В}.$$

Без дополнительной информации (документов, маркировки, результатов калибровочных испытаний) невозможно определить визуально значение деления и погрешность электронного термометра, основанного на одном показателе, а именно 36,6°C.

- Как можно определить эффективность выполненных измерений и расчётов?

Ответ. Эффективность (точность) проведенных измерений и расчетов можно определить путем вычисления погрешностей, проведения повторных измерений и сравнения результатов.

Примечание. Ожидаемые ответы могут содержать ошибки наряду с правильными идеями. Однако учитель не реагирует ни на какие идеи, а лишь отмечает на доске ключевые слова выдвинутых гипотез и формулирует исследовательский вопрос.

Исследовательский вопрос

- Что следует учитывать при определении точности измерений?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 5 мин.)

Необходимо решить задачу, приведённую в учебнике.

Задача 1. Масса тела измеряется с помощью ручных весов (рис. 1.50). Погрешность измерения весов равна половине цены деления его шкалы.

Ожидаемые ответы на поставленные вопросы следующие:

Вопрос 1. Ответ. Значение одного деления шкалы равно: $\Delta = \frac{b-a}{n+1} = \frac{3-2}{1+1} (\text{кг}) = 0,5 \text{ кг}.$

Вопрос 2. Ответ. Приборная погрешность весов равна: $d = \frac{\Delta}{2} = \frac{0,5}{2} \text{ кг} = 0,25 \text{ кг}.$

Вопрос 3. Ответ. Масса тела с учетом погрешностей равна:
 $(2 - 0,25) \text{ кг} < m < (2 + 0,25) \text{ кг}.$

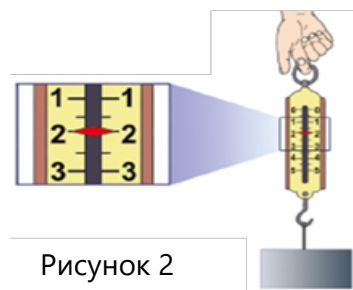
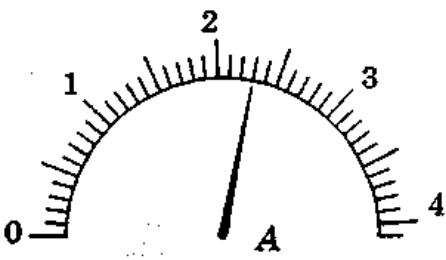
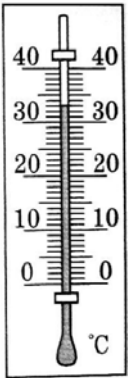


Рисунок 2

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 25 мин.)

Этот этап может быть выполнен в следующей последовательности:

1. Учащиеся делятся на группы и получают заранее подготовленные преподавателем дидактические листы (пример таких листов показан на рисунке 3) (≈ 2 мин.).

Лист №1	Лист №2
1. В чем основное различие между абсолютной и относительной погрешностью? Обоснуйте свой ответ. 2. Определите значение цены деления и показания амперметра по шкале, изображенной на рисунке. 	1. Объясните разницу между понятиями погрешности измерения, погрешности прибора, а также абсолютной и относительной погрешностями измерений. 2. Определите значение цены деления и показания термометра, изображенного на рисунке. 

Лист №3

1. Что следует учитывать для обеспечения точности измерений? Обоснуйте свой ответ.

2. На рисунке изображен динамометр. Определите значение цены деления и показания динамометра.

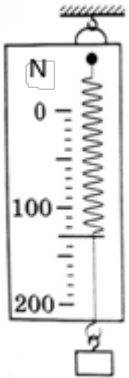


Рисунок 3

2. Объявляется время, отведенное на обмен информацией по заданиям, подготовку и обсуждение постера (≈ 8 мин).

3. Прослушиваются презентации лидеров групп (каждому лидеру отводится 3 мин., всего 12 мин.).

4. Обобщение. Для этого преподаватель проводит следующий фронтальный опрос по теме (≈ 3 мин.).

Учитель: Как определяется цена деления измерительного прибора?

Учитель: Чему равна погрешность прибора?

Учитель: Как определяется абсолютная погрешность измерения?

Учитель: Чему равна относительная погрешность измерения?

Учитель: Какая погрешность является показателем точности проводимого измерения – абсолютная или относительная? Обоснуйте свой ответ.

Подумай•Обсуди•Поделись

Даны два результата измерений: $a = (5,0 \pm 0,1)$ см и $b = (25 \pm 0,1)$ см.

- Абсолютная погрешность обоих измерений одинакова. Какой результат более точный и почему?

Ответ: Выражение с меньшей относительной погрешностью является более точным.

$$\delta_a = \frac{\Delta a}{a_0} \cdot 100\% = \frac{0,1}{5,0} \cdot 100\% = 2\%.$$

$$\delta_b = \frac{\Delta b}{b_0} \cdot 100\% = \frac{0,1}{25} \cdot 100\% = 0,4\%.$$

Следовательно, выражение, $b = (25 \pm 0,1)$ см является более точным результатом измерения.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 5 мин.)

Проводится исследование "Какая линейка измеряет точнее?". В результате эксперимента учащиеся определяют:

- цену деления линеек, соответственно: $\Delta_1 = 0,5$ см; $\Delta_2 = 0,1$ см;
- разницу между истинной длиной стержня по первой и второй линейкам:

$$l_1 = 4,25 \text{ см}; l_2 = 4,2 \text{ см}; l_1 - l_2 = 0,05 \text{ см}.$$

- Абсолютная погрешность измерения, выполненного первой линейкой:

$$\Delta l_1 = 4,25 - 4,1 = 0,15 \text{ см}$$

- Абсолютная погрешность измерения, выполненного второй линейкой:

$$\Delta l_2 = 4,2 - 4,1 = 0,1 \text{ см}$$

- Относительная погрешность измерений была получена следующим образом:

$$\delta_1 = \frac{\Delta l_1}{l_0} \cdot 100\% = \frac{0,15}{4,1} \cdot 100\% \approx 3,66\%.$$

$$\delta_2 = \frac{\Delta l_2}{l_0} \cdot 100\% = \frac{0,1}{4,1} \cdot 100\% \approx 2,44\%.$$

Поскольку относительная погрешность измерения, выполненного второй линейкой, была меньше, она позволила более точно измерить длину стержня.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся проверяют свои знания, отвечая на вопросы в блоке «Проверьте полученные знания» учебника. Ответы на вопросы следующие:

1. На рисунке 4 (в учебнике рисунок 1.55) изображен амперметр, с двумя шкалами (верхняя шкала $0 \div 8$ А, нижняя шкала $0 \div 40$ А).

Вопрос 1. Ответ. Цена деления верхней шкалы: $\Delta_{\text{в.}} = \frac{6-4}{10} (\text{А}) = \frac{2}{10} (\text{А}) = 0,2 \text{ А}.$

Цена деления нижней шкалы: $\Delta_{\text{н.}} = \frac{20-10}{1+1} (\text{А}) = \frac{10}{2} (\text{А}) = 5 \text{ А}.$

Вопрос 2. Ответ. Приборная погрешность, соответственно, равна:

$$d_{\text{в.}} = \frac{\Delta_{\text{у.}}}{2} = \frac{0,2 \text{ A}}{2} = 0,1 \text{ A.}$$

$$d_{\text{н.}} = \frac{\Delta_{\text{а.}}}{2} = \frac{5 \text{ A}}{2} = 2,5 \text{ A.}$$

Вопрос 3. Ответ. Истинное значение силы тока, проходящего через цепь, по показаниям шкал равно:

$$(5,3 - 0,1) \text{ A} < I_{\text{в.}} < (5,3 + 0,1) \text{ A}$$

$$(27 - 2,5) \text{ A} < I_{\text{н.}} < (27 + 2,5) \text{ A}$$

Вопрос 4. Ответ. Абсолютная погрешность измерения согласно соответствующей шкале амперметра составляет:

$$\Delta I_{\text{в.}} = (5,3 - 5,2) \text{ A} = 0,1 \text{ A}$$

$$\Delta I_{\text{н.}} = (27 - 26) \text{ A} = 1 \text{ A}$$

Вопрос 5. Ответ. Относительная погрешность измерения согласно соответствующей шкале амперметра:

$$\delta_{\text{в.}} = \frac{\Delta I_{\text{у.}}}{I_{\text{у.}}} \cdot 100\% = \frac{0,1}{5,3} \cdot 100\% \approx 1,89\%.$$

$$\delta_{\text{н.}} = \frac{\Delta I_{\text{а.}}}{I_{\text{а.}}} \cdot 100\% = \frac{1}{27} \cdot 100\% \approx 3,70\%.$$

2. Ответ. Сначала определяют цену деления барометра и погрешность измерения:

$$\Delta_{\text{н.}} = \frac{760 - 750}{10} (\text{мм рт. ст.}) = \frac{10}{10} (\text{мм рт. ст.}) = 1 \text{ мм рт. ст.}$$

$$d_{\text{н.}} = \frac{\Delta_{\text{ниж.}}}{2} = \frac{1}{2} (\text{мм рт. ст.}) = 0,5 \text{ мм рт. ст.}$$

Показания барометра с учетом погрешности измерения:

$$(755 - 0,5) \text{ мм рт. ст.} < p_{\text{а.}} < (755 + 0,5) \text{ мм рт. ст.}$$

- На втором этапе ученики оцениваются по уровню знаний.



Рисунок 4. Амперметр

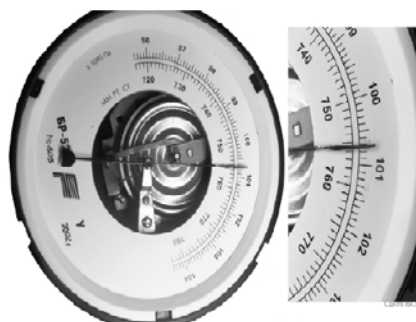


Рисунок 5. Барометр

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Различия	Формально различает погрешности при измерениях.	Выявляя различает погрешности при измерениях.	Различает погрешности при измерениях на примерах.	Анализируя различает погрешности при измерениях.
Решение задач	Решает простые задачи, проводя действия над погрешностями.	Решает задачи средней степени сложности, проводя действия над погрешностями.	Решает задачи высокой степени сложности, проводя действия над погрешностями.	Решает задачи высокой степени сложности, проводя действия над погрешностями и, оценивая их результат.

**Урок 13-14/ Тема:
1.2.2-1 и 2**

**ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ: АБСОЛЮТНАЯ И
ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ
МНОГОКРАТНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ
ИЗМЕРЕНИЯХ**

Подстандарты	9–1.2.1. Определяет систематические и случайные погрешности при измерении. 9–1.2.2. Проводит действия с погрешностями измерений. 9-1.3.3. Представляет результаты измерений на графике с указанием погрешностей.
Цели обучения	• Определяет истинное значение величины при многократных последовательных измерениях, абсолютную и относительную погрешность измерения. • Описывает погрешности при нескольких последовательных измерениях на графике. • Решает различные задачи на определение истинного значения величины при нескольких последовательных измерениях, абсолютной и относительной погрешности измерения.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • готовит презентацию по теме; • мыслит критически; • задает вопросы, обсуждает и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, медицинский термометр, компьютер, проектор (или электронная доска)
Электронные ресурсы	1. https://e-derslik.edu.az/books/714/units/unit-1/page206.xhtml 2. https://www.youtube.com/watch?v=a48o7kuLEXg 3. https://e-derslik.edu.az/books/291/units/unit-1/page114.xhtml

Краткий план урока

Поскольку изучаемый в данной теме учебный материал обширен по объему, планируется провести его изучение в два урока (2 часа) под одним названием. Тема представлена на основе общей модели 5Е.

Мотивация.

Рассматривается ситуация уточнения результата спортсмена в соревнованиях по прыжкам в длину путем многократного измерения, и можно организовать обсуждение по заданным вопросам:

- Почему результаты спортивных соревнований всегда объявляются после многократных проверок?
- Какой результат берётся за основной после многократных измерений?

Исследование. Проводится исследование “Какие показания термометра следует принимать?”.

Объяснение-1 (Урок 13: Тема 1.2.2-1). Учащиеся разделяются на группы, им предоставляются дидактические листы для ответов.

Объяснение -2 (Урок 14: Тема 1.2.2-2). Учитывая большой объем учебного материала второго занятия, рекомендуется, чтобы второе занятие было основано на объяснениях преподавателя и опросе.

Применение. Рассматривается ситуация: “Какова относительная погрешность в процентах и абсолютная погрешность в м^2 площади поверхности стола?”

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи из учебника.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

Необходимо рассмотреть ситуацию, представленную в учебнике, а также рисунок 1, и провести краткое обсуждение по следующим вопросам: – В спортивных соревнованиях результат спортсмена подтверждается после многократной проверки и уточнения судьями. Например, дальность прыжка в длину измеряется несколько раз рулеткой, прежде чем объявляется результат.



Рисунок 1

- Почему результаты спортивных соревнований всегда объявляются после многократных проверок?

Ожидаемый ответ.

Для уменьшения погрешности измерений, особенно влияния случайных факторов на конечный результат, проводится многократная проверка результатов спортивных соревнований. Это связано с тем, что все показатели спортсмена (физиологические, морфометрические, биомеханические, энергетические, психофизиологические и т. д.) меняются со временем. Однократное измерение, особенно если показатель демонстрирует высокую изменчивость (нестабильность), может привести к погрешностям.

- Какой результат берётся за основной после многократных измерений?

Ожидаемый ответ.

После многократных измерений можно сделать вывод о среднем арифметическом значении измеренной величины, которое является наилучшей оценкой её истинного значения.

Примечание. В ответах учеников могут быть ошибки, но учитель, не реагируя ни на правильные, ни на неправильные ответы, записывает на доске только основные идеи из ответов и формулирует исследовательский вопрос:

Исследовательские вопросы

- Как определяются истинное значение, абсолютная и относительная погрешность величины при последовательно повторяющихся измерениях?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 12 мин.)

Рекомендуется реализовать этап урока в следующей последовательности:

1. Ученики распределяются по группам в соответствии с количеством термометров.

2. Группам дается определенное время на ознакомление и усвоение материала исследования "Какие показания термометра следует принимать?".

3. Проводится фронтальный опрос о ходе работы, например, следующим образом:

Учитель: Что нужно сделать, чтобы измерить температуру тела ртутным термометром?

Учитель: Сколько раз необходимо повторить измерение температуры?

Учитель: Как следует подготовить термометр к каждому измерению?

Учитель: Какие результаты следует записать в Таблицу 1?

4. Даны инструкции по выполнению работы и заполнению Таблицы 1.

5. Обсуждение можно организовать вокруг двух вопросов:

- Предположим, при трех последовательных измерениях термометр показал 36,6°C, 37,0°C и 36,8°C. Какой из этих результатов вы сочтете наиболее верным?

Ответ (ожидаемый). Численное среднее значение результатов измерений можно считать правильным:

$$t_{\text{ср}} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}.$$

- Как будут определяться абсолютная и относительная погрешность измерения?

Ответ (ожидаемый).

Абсолютная погрешность измерения: $\Delta t = |t_0 - t_{\text{ср}}|$.

Относительная погрешность измерения: $\delta = \frac{\Delta t}{t_{\text{ср}}} \cdot 100\%$.

Примечание: Если ученики не ответят на вопрос правильно, учитель выслушивает все варианты ответов, записывает на доске основную и повторяющуюся идею и начинает этап обмена информацией в ходе урока. Учитель сообщает ученикам, что они сами решат, правильны ли их ответы, после того, как ознакомятся с содержанием урока.

ОБЪЯСНЕНИЕ-1.2.2-1 (≈ 28 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап под руководством учителя, с использованием интерактивного метода обучения, в следующих последовательных этапах:

1. Группам учащихся раздаются заранее подготовленные дидактические листы. Учащимся дается задание прочитать материал в учебнике и написать ответы на вопросы на листах (2 мин.).

Примечание. Дидактические листы могут быть подготовлены по примерам, изображенным на рисунке 2. Количество листов соответствует количеству групп, вопросы охватывают отдельные части соответствующей темы.

2. Группам раздаются листы формата A2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации. Учащиеся обмениваются информацией, обсуждают и готовят постер для презентации. Объявляется время, отведенное на эту работу (≈ 7 мин.).

3. Каждому лидеру группы отводится определенное время на презентацию (≈ 4 мин, всего 16 мин).

4. Организуется краткий опрос для подведения итогов презентаций учащихся (≈ 3 мин.):

Учитель: Какое истинное значение величины, принимается при последовательных повторных измерениях?

Учитель: Как определяется абсолютная погрешность при последовательных повторных измерениях?

Учитель: Как определяется относительная погрешность при последовательных повторных измерениях?

Лист №1

1. В стакане измеряется объем тела. В результате последовательных повторных измерений были получены три различных значения объема: 202 мл; 200 мл и 205 мл. Чему равно истинное значение объема тела в миллилитрах?
2. Что такое абсолютное отклонение от истинного значения объема и как оно определяется?
3. Что такое относительная погрешность измерения в эксперименте по определению объема?

Лист №2

1. Измеряется ускорение свободного падения тела с определенной высоты. В результате последовательных повторных измерений были получены три различных значения ускорения свободного падения:
 $9,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; 9,80 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \text{ и } 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$
Как определяется истинное значение ускорения свободного падения и чему оно равно?
2. Как определяются абсолютные отклонения от истинного значения ускорения свободного падения?
3. Что такое относительная погрешность измерения в эксперименте при определении ускорения свободного падения?

Лист №3

1. Какая формула используется в физике для выражения результата эксперимента?
2. Результат косвенного измерения зависит от математических операций, выполняемых при подстановке величин, полученных прямыми измерениями, в формулу. С учетом этого, как рассчитывается погрешность сложения и вычитания величин?
3. Как рассчитывается относительная погрешность умножения и деления величин?

Рисунок 2

Подумай•Обсуди•Поделись

Три ученика измерили толщину учебника физики линейкой. Результат оказался следующим: Лала: 1,8 см; Ариф: 2,0 см; Нигяр: 2,1 см.

Несмотря на то, что ученики измеряли одну и ту же книгу, результаты оказались разными. Как по-вашему:

- Чьи измерения верны?

Ответ: Невозможно с уверенностью сказать, чье измерение является правильным.

- Почему результаты оказались разными?

Ответ: Причин может быть несколько:

- а) при измерениях использовались линейки с разным количеством делений;
 - б) шкала линейки была использована неверно.
- Какой метод следует использовать для точного определения «истинной толщины» книги?

Ответ: Для более точного определения «истинной толщины» книги следует вычислить среднее значение измерений:

$$D_{\text{среднее}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3} = \frac{1,8 \text{ см} + 2,0 \text{ см} + 2,1 \text{ см}}{3} \approx 1,97 \text{ см}.$$

ОБЪЯСНЕНИЕ-1.2.2-2 (≈ 30 мин.)

Рекомендуется начать вторую часть урока с вопросов для повторения (≈ 7 мин.):

Учитель: Какое значение величины принимается за истинное при последовательно повторяющихся измерениях в физических экспериментах?

Учитель: Как определяются абсолютные отклонения от истинного значения величины?

Учитель: Как определяется абсолютная погрешность при последовательно повторяющихся измерениях величины?

Учитель: Как определяется относительная погрешность при последовательно повторяющихся измерениях величины?

Учитель: Как рассчитывается абсолютная погрешность при сложении величин?

Учитель: Как рассчитывается относительная погрешность при умножении и делении величин?

После этого организуется обмен информацией и обсуждение учебного материала "Графическое представление погрешности". Учитывая большой объем учебного материала, для сокращения времени рекомендуется проводить этап в следующей последовательности по методу "Устное объяснение".

1. На экране показан рисунок 3 (рисунок 1.57 в учебнике), и классу задается вопрос:

Как можно провести прямую линию в этой системе координат так, чтобы она:

- 1) соединяла больше точек?
- 2) проходила вблизи большего количества точек?

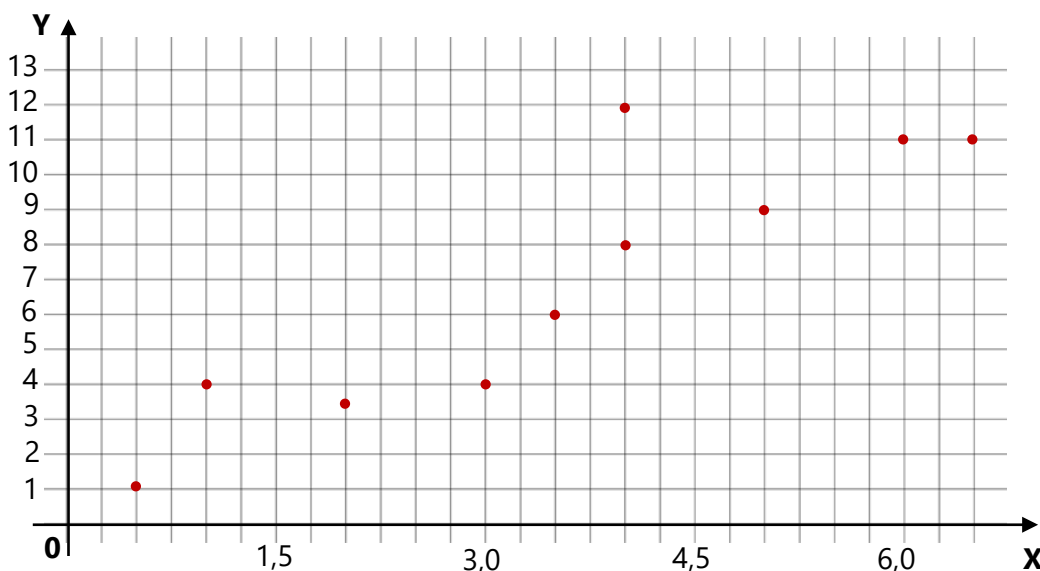


Рисунок 3

2. Приведена информация о систематических и случайных погрешностях.

Что касается систематических погрешностей, отмечается, что одним из основных видов систематических погрешностей является приборная погрешность. Приборная погрешность возникает из-за неправильной калибровки измерительной шкалы. В качестве примера можно провести короткий опрос о термометре с неверными показаниями, указанными в учебнике:

Учитель: Если термометр показывает на 2°C больше при нормальном атмосферном давлении, то чему, согласно этому термометру, будет равна температура таяния льда?

Учитель: Чему, согласно этому термометру, будет равна температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении?

Учитель: Можно ли использовать такой термометр для точных измерений?

Затем приводится информация о случайной погрешности, и отмечается, что случайная погрешности – это погрешность, которая может возникнуть из-за небрежности при измерении.

Учащимся напоминает, что систематические или случайные погрешности могут быть учтены в расчетах, если измерения проводятся только один раз. Однако, когда в эксперименте получено большое количество результатов измерений, графическое представление погрешности позволяет более точно их анализировать. Таким образом, на графике можно более наглядно увидеть, насколько погрешности измерения отличаются от фактических значений. С другой стороны, увеличение количества измерений позволяет уменьшить случайные погрешности.

В качестве примера в учебнике объясняется измерение объемов 8 шаров в стакане и расчет их масс теоретическим методом. Приводится таблица 1 (см.: раздел 1.2.2-2, таблица 1), где записаны результаты.

Таблица 1.

№	$V_1, (\times 10^{-4} \text{ м}^3)$	$V_2, (\times 10^{-4} \text{ м}^3)$	$V_3, (\times 10^{-4} \text{ м}^3)$	$m_1, (\text{кг})$	$m_2, (\text{кг})$	$m_3, (\text{кг})$
1	0,048	0,050	0,049	0,013	0,014	0,013
2	0,103	0,102	0,105	0,028	0,028	0,028
3	0,152	0,151	0,154	0,041	0,041	0,042
4	0,201	0,206	0,203	0,054	0,056	0,055
5	0,252	0,250	0,257	0,068	0,068	0,069
6	0,297	0,301	0,299	0,080	0,081	0,081
7	0,346	0,349	0,348	0,093	0,094	0,094
8	0,401	0,395	0,403	0,108	0,107	0,109

Проводится опрос того, как определить средние значения соответствующих величин на основе значений, полученных в результате трех последовательных измерений и вычислений:

Учитель: Как определяется истинное значение объема каждого из шаров после трех последовательных измерений?

Ответ. $V_{\text{ср}} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \frac{(0,048 + 0,050 + 0,049) \cdot 10^{-4} \text{ м}^3}{3} = 0,049 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$

Учитель: Но как можно определить истинное значение массы каждого из шаров?

Ответ. $m_{\text{ср}} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3} = \frac{(0,013 + 0,014 + 0,013) \text{ кг}}{3} = 0,0133 \text{ кг}.$

Учитель: Какова формула для расчета абсолютной и относительной погрешности объема каждого шара?

Ответ.

$$\Delta V = V_{\text{макс}} - V_{\text{мин}} = (0,050 - 0,048) \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 = 0,002 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3.$$

$$\delta_V = \frac{\Delta V}{V_{\text{ср}}} \cdot 100\% = \frac{0,002 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3}{0,049 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3} \cdot 100\% = 4,082\%.$$

Учитель: Какова формула для расчета абсолютной и относительной погрешности массы каждого шара?

Ответ.

$$\Delta m = m_{\text{max}} - m_{\text{min}} = 0,014 - 0,013 \text{ кг} = 0,001 \text{ кг}.$$

$$\delta_m = \frac{\Delta m}{m_{\text{ср}}} \cdot 100\% = \frac{0,001 \text{ кг}}{0,0133 \text{ кг}} \cdot 100\% \approx 7,52\%.$$

Учитель отмечает, что для каждого шарика вычисляются соответствующие выражения, и составляется таблица 2.

Таблица 2.

№	$V_{\text{ср}}, (\times 10^{-4} \text{ м}^3)$	Погрешности в измерениях объёма		$m_{\text{ср}}, (\text{кг})$	Погрешности в измерениях массы	
		$\Delta V, (\times 10^{-4} \text{ м}^3)$	$\delta_V, (\%)$		$\Delta m, (\text{кг})$	$\delta_m, (\%)$
1	0.049	0,002	4,082	0,0133	0,001	7,52
2	0.103	0.003	2,92	0,0280	0,000	0,00
3	0.152	0,003	2,00	0,0413	0,001	7,60
4	0.203	0,005	2,46	0,0550	0,002	3,60
5	0.253	0,007	2,76	0,0683	0,010	1,46
6	0.299	0,004	1,34	0,0807	0,001	2,24
7	0.348	0,003	0,86	0,0937	0,010	1,06
8	0.400	0,008	2,00	0,1080	0,002	1,84

Учитель продолжает объяснение: – На основе таблицы 2 строится график зависимости массы от объема. По графику можно рассчитать окончательную погрешность эксперимента. Для этого значения объема записываются по оси абсцисс, а значения массы – по оси ординат. Погрешности можно записывать в каждой точке или автоматически вычислять с помощью программы Excel.

График, полученный без учета погрешностей, будет выглядеть как на рисунке 4 (см.: учебник, рисунок 1.59). Поскольку этот график построен на основе среднего значения вычислений, он называется *линией наилучшего соответствия*. Потому что он более точно соответствует истинным значениям.

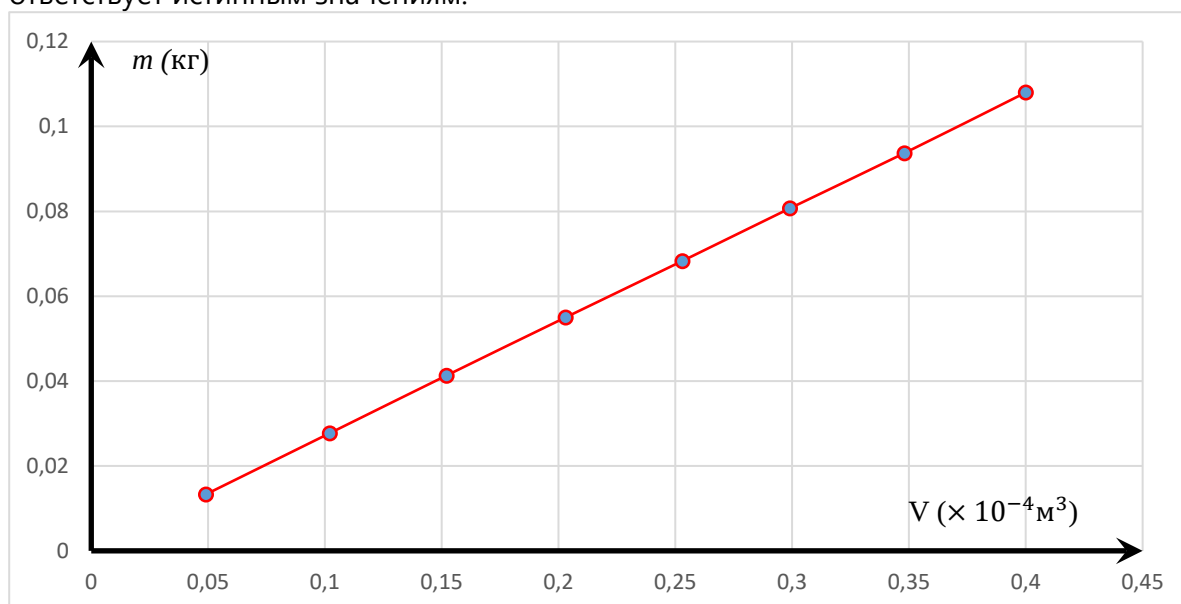


Рисунок 4. График зависимости массы от объема

Затем следует отметить, что при учете погрешностей график будет выглядеть как на рисунке 5 (см.: учебник, рисунок 1.60). Горизонтальные линии на графике показывают погрешности значений объема, а вертикальные – погрешности значений массы. Эти линии называются планками погрешностей. Например, на рисунке 4, если объем, соответствующий первой точке, равен $(0,049 \times 10^{-4} \pm 0,0010 \times 10^{-4}) \text{ м}^3$, то значение $(0,049 \times 10^{-4} + 0,0010 \times 10^{-4}) \text{ м}^3$ обозначает длину горизонтальной линии от точки в положительном направлении, а значение $(0,049 \times 10^{-4} - 0,0010 \times 10^{-4}) \text{ м}^3$ обозначает длину горизонтальной линии от точки в отрицательном направлении.

Аналогичным образом, на графике отмечается абсолютная погрешность измерения массы.

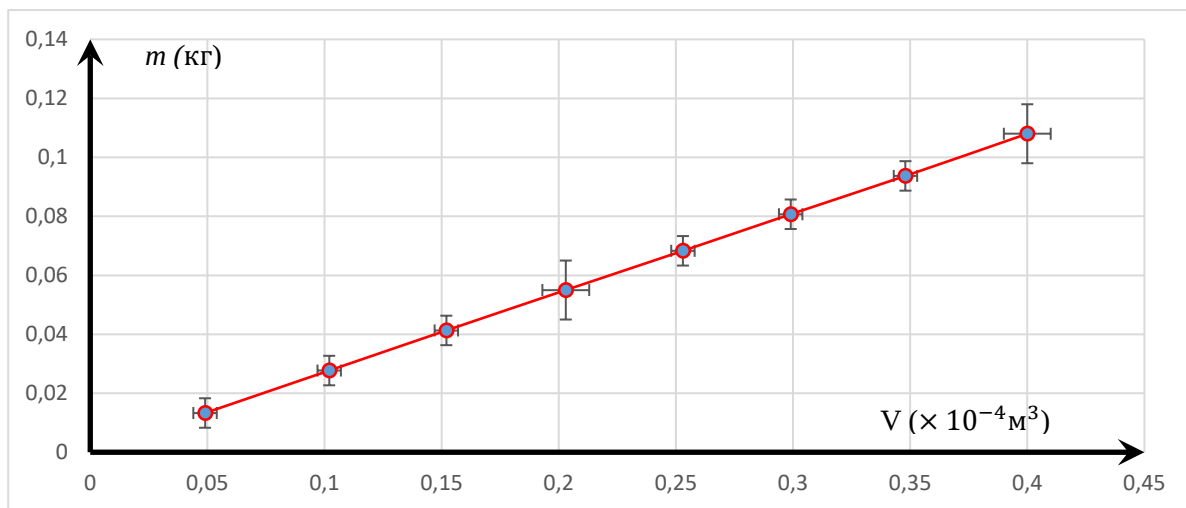


Рисунок 5. Графическое представление погрешностей

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Решается ситуационная задача: “Какова относительная погрешность в процентах и абсолютная погрешность в м^2 площади поверхности стола?”. Ответы на вопросы следующие:

Вопрос 1. Ответ.

Дано	Решение
$\Delta = 0,1 \text{ см} = 0,001 \text{ м},$ $a = 135,2 \text{ см} = 1,352 \text{ м},$ $b = 65,1 \text{ см} = 0,651 \text{ м}.$ $S = ?$	Погрешность линейки равна: $d = \frac{\Delta}{2} = 0,0005 \text{ м}.$ Площадь поверхности стола равна: $S_0 = a \cdot b = 0,88 \text{ м}^2$ Истинное значение площади поверхности стола с учетом погрешности линейки равно: $(S_0 - d) < S < (S_0 + d) \Rightarrow (0,88 - 0,0005) \text{ м} < S < (0,88 + 0,0005) \text{ м}$

Вопрос 2. Ответ. $\delta = \frac{S_{\text{макс}} - S_{\text{мин}}}{S_0} \cdot 100\% = \frac{0,8805 - 0,8795}{2 \cdot 0,88} \cdot 100\% = \frac{0,1}{1,76} \approx 0,057\%.$

Вопрос 3. Ответ. $\Delta S = S_0 \cdot \delta = 0,88 \text{ м}^2 \cdot 0,057 = 0,05 \text{ м}.$

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 8 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы в разделе “Проверьте полученные знания” учебника и выполняют задания. Ответы на вопросы следующие:

1. Ответ. Абсолютная и относительная погрешность при повторных измерениях одной и той же физической величины рассчитывается следующим образом:

$$\Delta a = a_{\text{макс}} - a_{\text{мин}}; \delta a = \frac{\Delta a}{a_{\text{ср}}} \cdot 100\%.$$

2. На рисунке 6 (рисунок 1.60 в учебнике) показаны мензурки с четырьмя различными шкалами. В мензурки налито разное количество воды.

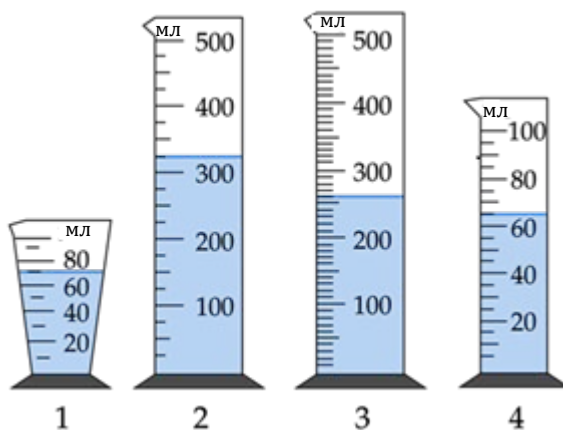


Рисунок 6

Вопрос 1. Ответ. Цена деления мензурок следующая:

$$\Delta_1 = \frac{60 - 40}{2} \text{ мл} = 10 \text{ мл}; \Delta_2 = \frac{400 - 300}{4} \text{ мл} = 25 \text{ мл};$$

$$\Delta_3 = \frac{300 - 200}{10} \text{ мл} = 10 \text{ мл}; \Delta_4 = \frac{60 - 40}{4} \text{ мл} = 5 \text{ мл}.$$

Вопрос 2. Ответ. Объём жидкости в мензурках равен:

$$V_1 = 70 \text{ мл}; V_2 = 325 \text{ мл}; V_3 = 260 \text{ мл}; V_4 = 65 \text{ мл}.$$

Ответ 3. Мензурка с наибольшим количеством делений на шкале прибора измеряет объём точнее, а мензурка с наименьшим количеством делений – с меньшей точностью. Следовательно, мензурка 3 измеряет объём тела относительно точно, а мензурка 1 – менее точно. Это также можно проверить по относительной погрешности измерения: $\delta = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100\%$.

Учтём для каждого измерения объёма ΔV приборную погрешность:

$$\delta_1 = \frac{\Delta V_1}{V_1} \cdot 100\% = \frac{5}{70} \cdot 100\% \approx 7,143\%$$

$$\delta_2 = \frac{\Delta V_2}{V_2} \cdot 100\% = \frac{12,5}{325} \cdot 100\% \approx 3,846\%$$

$$\delta_3 = \frac{\Delta V_3}{V_3} \cdot 100\% = \frac{5}{260} \cdot 100\% \approx 1,923\%$$

$$\delta_4 = \frac{\Delta V_4}{V_4} \cdot 100\% = \frac{2,5}{65} \cdot 100\% \approx 3,846\%$$

Вопрос 4. Ответ. Абсолютная погрешность измерений в мензурках принимается равной погрешности прибора для одного измерения. Погрешность прибора равна половине цены деления шкалы: $\Delta V = \frac{\Delta}{2}$.

$$\text{Итак: } \Delta V_1 = 5 \text{ мл}; \Delta V_2 = 12,5 \text{ мл}; \Delta V_3 = 5 \text{ мл}; \Delta V_4 = 2,5 \text{ мл}.$$

• На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников по заранее определённым рубрикам.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Определение	Определяет истинное значение величины при многократных последовательных измерениях, абсолютную и относительную погрешность измерения на уровне декларативных знаний.	Понимая, определяет истинное значение величины при многократных последовательных измерениях, абсолютную и относительную погрешность измерения.	Анализируя определяет истинное значение величины при многократных последовательных измерениях, абсолютную и относительную погрешность измерения.	Оценивая определяет истинное значение величины при многократных последовательных измерениях, абсолютную и относительную погрешность измерения.
Описание	Не понимая, описывает погрешности при многократных последовательных измерениях на графике.	Описывает погрешности при многократных последовательных измерениях на графике на примерах.	Описывает погрешности при многократных последовательных измерениях на графике на основе опытов.	Оценивая, описывает погрешности при многократных последовательных измерениях на графике.
Решение задач	Решает различные простые задачи на определение истинного значения величины при многократных последовательных измерениях, абсолютной и относительной погрешности измерения.	Решает различные задачи средней степени сложности на определение истинного значения величины при многократных последовательных измерениях, абсолютной и относительной погрешности измерения.	Решает различные задачи высокой степени сложности на определение истинного значения величины при многократных последовательных измерениях, абсолютной и относительной погрешности измерения.	Решает различные задачи на определение истинного значения величины при многократных последовательных измерениях, абсолютной и относительной погрешности измерения, оценивая результат.

Подстандарты	9–1.2.1. Определяет систематические и случайные погрешности при измерении. 9–1.2.2. Проводит действия с погрешностями измерений.
Цели обучения	• Объясняет метод определения истинного значения величины, абсолютной и относительной погрешности измерений и вычислений. • Решает различные задачи на определение погрешностей измерений и вычислений, а также на действия по устранению погрешностей.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается, • сотрудничает; • анализирует и синтезирует информацию; • решает проблемы качественно или количественно; • проверяет результаты и делает презентацию; • обменивается информацией индивидуально и в группах, активно участвует в дискуссиях и делает презентации.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, маркеры, постер (бумага формата A2), скотч, ножницы, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока**1. Организация групп и презентация**

1.1. Учащиеся группируются произвольным методом.

1.2. Группам раздаются дидактические листы. На таких листах записываются заранее подготовленные преподавателем вопросы и проблемы, отражающие различные ситуации (см.: рисунок 1).

1.3. Учащиеся в группах обмениваются и обсуждают информацию по заданиям на листах и готовят постер.

1.4. Прослушиваются презентации лидеров групп, основанные на постере.

2. Обобщение

2.1. Преподаватель проводит обобщающий фронтальный опрос.

3. Оценивание.

3.1. Индивидуальное оценивание деятельности учащихся по уровню.

ОРГАНИЗАЦИЯ ГРУПП И ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 37 мин.)

Организация групп и распределение заданий (≈ 6 мин.). Ученики распределяются по группам с использованием одного из нескольких методов. Группам выдаются заранее подготовленные дидактические листы и краткая информация о выполняемых заданиях (см. Рисунок 1).

Лист №1

1. Ученик налил воду в мензурку для проведения эксперимента.

Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерения объема равна цене деления шкалы мензурки.

Вопрос. Какой объем воды (в мл) налил ученик в мензурку?



2. Температуры, полученные в результате трех последовательных измерений температуры тела, равна: 22, 3°C; 22, 8°C и 21, 8°C соответственно.

Вопрос 1. Каково истинное значение температуры тела в °C?

Вопрос 2. Какова абсолютная и относительная погрешность измерения температуры?

Лист №2

1. В процессах измерения всегда возникают погрешности по разным причинам.

Вопрос 1. Что подразумевается под погрешностью измерения?

Вопрос 2. Как определяется приборная погрешность?

Вопрос 3. Что такое абсолютная погрешность при одном измерении?

2. Атмосферное давление измерялось с помощью барометра. Нижняя шкала барометра проградуирована в мм рт. ст. Погрешность измерения давления равна цене деления шкалы барометра.

Вопрос. С учетом погрешности прибора, какое значение атмосферного давления в мм рт. ст. показывает барометр?



Лист №3

1. На рисунке изображена шкала вольтметра.

Вопрос 1. Какова цена деления шкалы вольтметра?

Вопрос 2. С учетом погрешности прибора, какое значение показывает вольтметр? Обоснуйте свой ответ.



2. Как определяются истинное значение величины, абсолютная и относительная погрешность измерения при многократных последовательных измерениях?

Рисунок 1

Подготовка и презентация плакатов (≈ 31 мин.). Группам отводится определенное время (≈ 15 мин.) для обмена информацией и подготовки постеров в соответствии с поставленными задачами.

Лидеры групп проводят презентацию на подготовленном ими постере. Для этого объявляется, что каждому из них отведено определенное время (например, 4 мин., на каждую презентацию, всего 16 мин.).

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 6 мин.)

Учитель делает обобщение по теме, к которой относится урок решения задач. Для этого в классе можно организовать следующий фронтальный опрос.

Учитель: Как определяется цена деления измерительного прибора?

Учитель: Чему равна приборная погрешность?

Учитель: Как определяется абсолютная погрешность измерения?

Учитель: Чему равна относительная погрешность измерения?

Учитель: Какая погрешность является показателем точности проводимого измерения – абсолютная или относительная? Обоснуйте свой ответ.

Учитель: В физических экспериментах какое значение величины принимается за истинное значение при последовательно повторяющихся измерениях?

Учитель: Как определяются абсолютные отклонения от истинного значения величины?

Учитель: Как определяется абсолютная погрешность при последовательно повторяющихся измерениях величины?

Учитель: Как определяется относительная погрешность при последовательно повторяющихся измерениях величины?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет метод определения истинного значения величины, абсолютной и относительной погрешности измерений и вычислений.	На примерах объясняет метод определения истинного значения величины, абсолютной и относительной погрешности измерений и вычислений.	Анализируя, объясняет метод определения истинного значения величины, абсолютной и относительной погрешности измерений и вычислений.	Оценивая результат, объясняет метод определения истинного значения величины, абсолютной и относительной погрешности измерений и вычислений.
Решение задач	Решает различные простые задачи на определение погрешностей измерений и вычислений, а также на действия по устранению погрешностей.	Решает различные задачи средней степени сложности на определение погрешностей измерений и вычислений, а также на действия по устранению погрешностей.	Решает различные задачи высокой степени сложности на определение погрешностей измерений и вычислений, а также на действия по устранению погрешностей.	Анализируя, решает различные задачи высокой степени сложности на определение погрешностей измерений и вычислений, а также на действия по устранению погрешностей.

1.3. ЭКСПЕРИМЕНТ В ФИЗИКЕ

Урок 17/ Тема: 1.3.1

ЭКСПЕРИМЕНТ В ФИЗИКЕ КАК МЕТОД НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Подстандарты	9 –1.3.1. Объясняет научный метод и процедурные навыки. 9 –1.3.2. Определяет зависимую переменную, независимую переменную и контрольные переменные.
Цели обучения	• Комментирует метод научного исследования и его этапы в физике. • Обосновывает важность метода научного исследования в физике, проводя простые эксперименты. • Решает различные задачи на метод научного исследования и его этапы в физике.
Навыки XXI века	Ученик: • использует программы на основе искусственного интеллекта; • может подготовить презентации на любую тему; • мыслит критически; • задает вопросы, обсуждает, работает как индивидуально, так и в группах; • проводит простые физические эксперименты и делает обобщения на основе полученных результатов.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, шар, подвешенный на тонкой нити, секундомер, линейка, штатив с муфтой и держателем, линейка (30 см), карандаш, калькулятор, компьютер, проектор (или электронная доска).
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=KLTKfSmOaR8 2. https://usq.pressbooks.pub/socialscienceresearch/chapter-/chapter-1-science-and-scientific-research/ 3. https://www.youtube.com/watch?v=aZUdhepCti0 4. https://www.vedantu.com/physics/scientific-methods

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация.

Дана информация об историческом факте по определении продолжительности колебания маятника на основе наблюдений Г. Галилея, о критическом мышлении, сформулированном им исследовательском вопросе и многочисленных проведенных им экспериментах. Обсуждение информации ведётся по двум вопросам:

- Действительно ли период колебаний нитяного маятника не зависит от амплитуды колебаний?
- От каких величин зависит период колебаний нитяного маятника?

Исследование.

Проводится исследование "Опыт с нитяным маятником".

Объяснение. Устное объяснение учителя: обмен информацией, организация обсуждения с помощью опроса и обобщение..

Применение. Проводится исследование “Чья реакция быстрее? Как это определить?”.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

В статье приводится исторический факт о наблюдении итальянского учёного Г. Галилея в 1583 году, что период колебания люстры, висевшей на длинном тросе в Пизанском соборе, не зависит от амплитуды. Информация дополняется обсуждением следующих вопросов:

- Действительно ли период колебаний нитяного маятника не зависит от амплитуды колебаний?

Ответ: Да, период колебаний нитяного маятника не зависит от амплитуды колебаний.

- От каких величин зависит период колебаний нитяного маятника?

Ответ: Период колебаний нитяного маятника зависит от длины нити маятника и ускорения свободного падения.

Примечание: Ожидаемые ответы могут содержать ошибки наряду с правильными идеями. Однако, как обычно, преподаватель не реагирует на какие-либо идеи, а лишь отмечает на доске основные идеи выдвинутых гипотез и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательский вопрос:

- Достаточно ли с научной точки зрения открыть закон физики или сформулировать новую теорию, просто выдвинув гипотезу и обосновав её словесно?
- Что следует предпринять для получения точных и обоснованных выводов в научных исследованиях?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 16 мин.)

Рекомендуется провести исследование “Опыт с нитяным маятником” в следующей последовательности:

1. Учащиеся делятся на группы по количеству комплектов оборудования и получают инструкции по “Опытам 1 и 2”, а также ознакомление с оборудованием (≈ 5 мин.).

2. Проведение опыта в соответствии с ходом работы (≈ 7 мин.).

Примечание. В это время преподаватель подходит к группам, наблюдает за деятельностью учащихся и при необходимости дает советы.

3. Учащиеся, меняя амплитуду колебаний и длину маятника, определяют подчиняется ли какой-либо закономерности отношения периодов колебаний и длин маятников. Соответствующие результаты записываются в таблицы 1, 2 и 3.

4. Организуется обсуждение результатов эксперимента:

Учитель: Как изменялся период колебаний маятника при разных значениях амплитуды колебаний?

Ученик: Период колебаний маятника не менялся при разных значениях амплитуды колебаний.

Учитель: Какие переменные были в этом эксперименте?

Ученик: В эксперименте были амплитуда, период, число колебаний и время.

Учитель: Как изменение длины нити маятника во 2-ом опыте повлияло на период колебаний?

Ученик: Во 2-ом опыте изменение длины нити маятника также привело к изменению периода колебаний. Таким образом, по мере увеличения длины маятника период колебаний маятника также увеличивался.

Учитель: Что вы "открыли" в ходе этих опытов?

Ученик: В ходе этих опытов было установлено, что период колебаний нитяного маятника не зависит от амплитуды колебаний, а зависит от длины нити маятника.

В основном учащиеся правильно объясняют результаты, полученные в ходе опытов.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 10 мин.)

Учитывая, что эксперименты, проводимые на этапах "Деятельность" и "Применение" урока, занимают большую часть времени, рекомендуется организовать этот этап на основе "Устного объяснения" учителя. Таким образом, этап начинается с прямого вопроса:

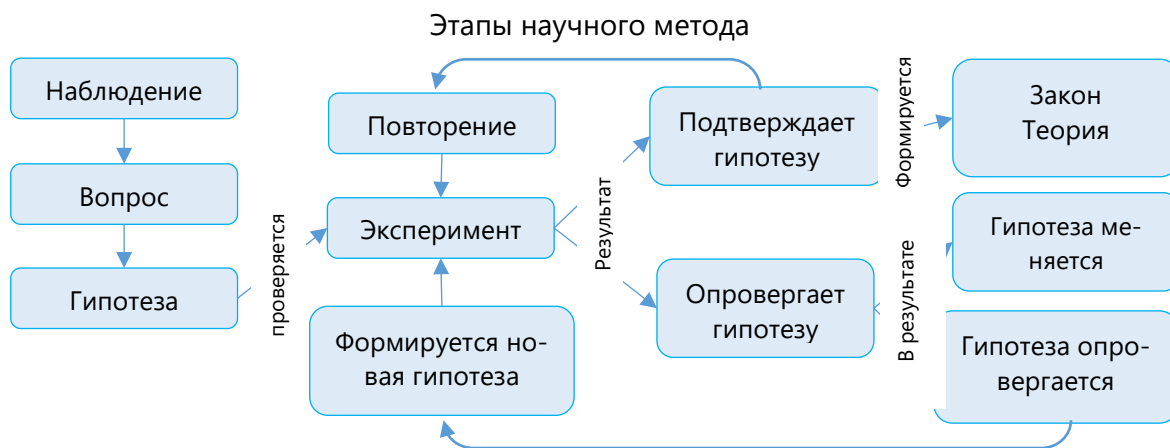
Учитель: На ваш взгляд, достаточно ли одной лишь гипотезы, чтобы открыть новый закон или новую теорию в физике?

Ученик: Недостаточно одной лишь гипотезы, чтобы открыть новый закон или новую теорию в физике, открытия должны быть доказаны экспериментально.

Учитель: Какие этапы научного метода используют ученые, чтобы убедиться в точности своих открытий?

Ученик: Ученые должны использовать известные этапы научного метода, чтобы убедиться в точности своих открытий. Основные этапы: наблюдение, гипотеза, эксперимент, закон или теория.

Учитель дает краткую информацию о научном методе и объясняет его этапы на основе приведенной ниже схемы.



Подумай•Обсуди•Поделись

Необходимо решить интересную проблему:

- У кого из ваших одноклассников реакция быстрее – у мальчиков или у девочек?
- Какой эксперимент вы бы предложили, чтобы точно ответить на этот вопрос?

Выдвиньте свои гипотезы.

Ответ. Можно предложить различные эксперименты, например:

- 1) “Как усталость влияет на презентацию?” – измерение скорости (времени) выполнения учащимися одного и того же теста утром и вечером;
- 2) “Влияет ли температура на концентрацию?” – измерение того, изменяется ли концентрация внимания учеников в жаркой или холодной среде;
- 3) “Насколько эффективна многозадачность (multitasking)?” – проверка способности выполнять несколько задач одновременно. Одной группе учащихся дается одна задача, а другой группе – две задачи одинаковой сложности. При этом измеряется время выполнения задачи и количество ошибок.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 10 мин.)

Проводится исследование “Чья реакция быстрее? Как это определить?”. В результате эксперимента учащиеся определяют:

- время реакции одного ученика на падение 30-сантиметровой линейки, выпущенной другим учеником, с определенной высоты т.е.: $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$;

- среднее значение времени реакции, полученного в нескольких последовательных измерениях: $t_{\text{ср}} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$.

Результаты исследования можно обсудить, исходя из следующих вопросов:

Учитель: Чья гипотеза о том, что время реакции меньше, оказалась верной?

Ответ. Верной оказалась гипотеза того учащегося, у которого во время исследования время реакции оказалось меньше.

Учитель: Как вы определили, верна или неверна гипотеза?

Ответ. Мы определили, верна или неверна гипотеза, посредством исследования.

Учитель: Каково ваше время реакции?

Время реакции каждого ученика можно записать в таблицу, подготовленную заранее учителем.

Учитель: Какие величины были контрольными переменными во время исследования?

Ответ. На самом деле, контрольных переменных много. Это могут быть следующие:

- высота / начальное положение, в котором отпускается линейка;
- положение руки ученика (пальцы разведены);
- одна и та же рука (например, у всех правая рука);
- способ отпускания (должно отпускаться неожиданно);
- условия окружающей среды (тишина, внимание).

Учитель: Какое обобщение можно сделать после этого исследования?

Ответ. После этого исследования можно сделать следующее обобщение:

- была выдвинута гипотеза о времени реакции;
- была проверена её достоверность в исследовании;
- результаты были сопоставлены;
- чья гипотеза была подтверждена как верная.

Учитель: Это уже этапы научного исследования.

Учитель может сделать следующее обобщение по эксперименту: – С помощью этого эксперимента вы доказали, что можете измерить реакцию человека простыми средствами и изучить факторы, влияющие на неё. Однако при обобщении результатов необходимо быть осторожным и полагаться только на полученную информацию.

Внимание! Учащимся дано домашнее задание подготовить отчёт об эксперименте с учётом погрешностей. Им сообщается, что при подготовке отчёта об эксперименте они могут внимательно прочитать раздел "1.3.2. Подготовка научного отчета о физическом эксперименте (образец)" в учебнике и использовать представленный там образец.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе ученики проверяют свои знания, отвечая на вопросы в блоке «Проверьте полученные знания» учебника. Ответы на вопросы следующие:

1. Ответ. Используется для проверки научной гипотезы, контроля и измерения переменных, подтверждения/опровержения результата и проводится после выдвижения гипотезы.

2. Ответ. Систематическое применение научного метода имеет для науки такие преимущества, как повторяемость, объективность, надежность и сопоставимость.

3. Ответ. Для получения обоснованного ответа рекомендуется, чтобы преподаватель привел ученикам пример. Например:

Проблема. "Снижает ли телефон внимание?"

Гипотеза. "Результаты у пользователей телефонов будут неудовлетворительными"

Эксперимент. "Сравниваются две группы".

Затем приводятся критерии измерения, например, следующие: реакция, внимание, усталость, шум.

В заключение ученикам может быть предложено предоставить результаты следующим образом:

- Проблема: _____

- Гипотеза: _____

- Независимая переменная: _____

- Зависимая переменная: _____

- Эксперимент: _____

- На втором этапе учащиеся оцениваются на основе заранее определенной рубрики оценивания.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментарии	Комментирует наизусть метод научного исследования и его этапы в физике.	Анализируя, точно комментирует метод научного исследования и его этапы в физике.	На примерах комментирует метод научного исследования и его этапы в физике.	Комментирует метод научного исследования и его этапы в физике, оценивая результат.

Обоснование	Обосновывает важность метода научного исследования в физике, проводя лишь в группах простые эксперименты.	Обосновывает важность метода научного исследования в физике, проводя самостоятельно простые эксперименты.	Понимая обосновывает важность метода научного исследования в физике, проводя простые эксперименты.	Оценивая важность, обосновывает важность метода научного исследования в физике, проводя простые эксперименты.
Решение задач	Решает различные простые задачи на метод научного исследования и его этапы в физике.	Решает различные задачи средней степени сложности на метод научного исследования и его этапы в физике.	Решает различные задачи высокой степени сложности на метод научного исследования и его этапы в физике.	Решает различные задачи высокой степени сложности на метод научного исследования и его этапы в физике, оценивая их результат.

Урок 18/ Тема: 1.3.2

ПОДГОТОВКА НАУЧНОГО ОТЧЕТА О ФИЗИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ (ОБРАЗЕЦ)

Подстандарты	9–1.3.3. Представляет результаты измерений на графике с указанием погрешностей. 9–1.3.4. Анализирует функциональную зависимость между переменными на основе графика. 9–1.3.5. Подводит итоги практической работы.
Цели обучения	• Формулирует цель и научную гипотезу физического эксперимента. • Обобщает научные результаты физического эксперимента. • Составляет отчет о физическом эксперименте и оценивает его результаты.
Навыки XXI века	Ученик: • использует программы на основе искусственного интеллекта; • может подготовить презентации на любую тему; • мыслит критически; • задает вопросы, обсуждает, работает как индивидуально, так и в группах; • проводит простые физические эксперименты и делает обобщения на основе полученных результатов.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, метровая линейка, карандаш, мячик для пинг-понга, секундомер, компьютер, проектор (или электронная доска).

Краткий план урока

Цель урока – научить учеников составлять отчеты о физических экспериментах, которые они будут проводить на этапе “Применение полученных знаний” по различным темам курса или на практических занятиях. Рекомендуется организовать этот урок по следующему плану, в отличие от других уроков.

Проверка домашнего задания.

Организация фронтального опроса подготовленного научного отчета по физическому эксперименту “Чья реакция быстрее? Как это определить?”, проведенному на предыдущем уроке.

Общие характеристики эксперимента.

Требования к структуре и содержанию научного отчета, который необходимо подготовить по эксперименту “Определение ускорения свободного падения”, приведенному в качестве примера в учебнике.

Проведение эксперимента и выполнение расчетов.

На основе полученных баллов определяется соответствующий физический градиент.

Результаты эксперимента и рекомендации.

Оценивание. Ученики оценивают свои знания и навыки по предмету, решая различные задачи из учебника.

ПРОВЕРКА ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ (≈ 8 мин.)

Проводится опрос по результатам проведенного на предыдущем уроке научного отчета о физическом эксперименте “Чья реакция быстрее? Как это определить?”.

Учитель: Какова цель проведенного вами эксперимента?

Учитель: Какова научная гипотеза эксперимента?

Учитель: Какие результаты вы получили в ходе эксперимента?

Учитель: Какое оборудование использовалось для проведения эксперимента?

Учитель: В какой последовательности вы выполняли этапы эксперимента?

Учитель: По какой формуле вы рассчитали время реакции?

Учитель: Какие величины являлись независимой переменной, зависимой переменной и контрольной переменной в проведенных вами измерениях?

Учитель: Как вы определили абсолютную и относительную погрешность измерения?

Учитель: Какое обобщение можно сделать из графического представления зависимости между соответствующими физическими величинами на основе значений, полученных в результате измерений и расчетов?

Учитель: “Чья реакция быстрее? Как это определить?” В какой степени результаты вашего физического эксперимента подтвердили сформулированную вами научную гипотезу?

Исследовательские вопросы:

- С какой целью составляется научный отчет о физическом эксперименте?
- Какова должна быть основная структура и содержание научного отчета?

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА (≈ 4 мин.)

При работе над домашним заданием учащиеся уже ознакомились с общими характеристиками физического эксперимента. Поэтому целесообразно провести этот этап фронтальным опросом.

Учитель: Какую информацию следует написать на титульном листе отчета?

Учитель: А какая информация должна быть написана в аннотации к эксперименту?

Учитель: Какой эксперимент будет проведен в качестве примера?

Учитель: Какова цель этого эксперимента?

Учитель: Какую научную гипотезу можно проверить в этом эксперименте?

Учитель: Каковы ожидаемые результаты эксперимента?

Учитель: Как следует проверять точность результатов эксперимента?

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА И ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЕТОВ (≈ 17 мин.)

Рекомендуется проводить этапы в следующей последовательности.

1. Ученики разделяются на группы одним из произвольных способов и получают задание прочитать из учебника ход эксперимента "Определение ускорения свободного падения" (≈ 3 мин.: здесь учитывается, что ученики подробно ознакомились с ходом работы во время выполнения домашнего задания).

2. Проводится опрос о необходимом для проведения эксперимента оборудовании и ходе работы (≈ 3 мин.).

3. Начинается работа. В это время выполняется следующее действие (≈ 10 мин.):

- Измеряется время падения мячика для пинг-понга с разной высоты, и определяется среднее значение времени, полученных в результате последовательных измерений;
- вычисляется ускорение свободного падения для разных высот по формуле $g = \frac{2h}{t^2}$, и результаты заносятся в таблицу, перенесенную на плакат;
- Относительная и абсолютная погрешность, которую необходимо учитывать при расчете ускорения свободного падения, определяется по следующим формулам:

Относительная погрешность:

$$\frac{\Delta g}{g} = \left(\frac{\Delta h}{h} + 2 \cdot \frac{\Delta t}{t} \right) \cdot 100\%.$$

Абсолютная погрешность:

$$\Delta g = g \cdot \left(\frac{\Delta h}{h} + 2 \cdot \frac{\Delta t}{t} \right) \cdot 100\%.$$

Здесь Δh -погрешность линейки, Δt -погрешность секундомера.

Таким образом, абсолютная погрешность учитывается в выражении для ускорения свободного падения, полученном в эксперименте: $g \pm \Delta g, \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$;

- учитель подходит к группам и наблюдает за их деятельностью, при необходимости дает наставления и напоминает им о необходимости быстро записывать результаты измерений и вычислений на плакате.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА И РЕКОМЕНДАЦИИ (≈ 14 мин.)

Отчет лидеров групп о результатах эксперимента (3 мин., на каждый отчет, всего 12 мин.).

1. Лидеры групп делают презентацию на основе подготовленного ими постера.

Презентация:

- Излагаются цель и научная гипотеза эксперимента "Определение ускорения свободного падения";
- Приводится заполненная таблица результатов эксперимента;
- Описываются расчеты с учетом измерений и погрешностей, допущенных во время эксперимента;

- Обосновывается, что результаты эксперимента “Определение ускорения свободного падения” подтверждают выдвинутую научную гипотезу;
 - Формулируются предложения по эффективному проведению эксперимента.
2. Обобщение (≈ 2 мин.). Учитель создает условия для обобщения результатов с помощью двух-трех вопросов.

Учитель: Что такое научная гипотеза?

Ожидаемый ответ. Научная гипотеза – это проверяемая научная вероятность.

Учитель: Как можно сформулировать научную гипотезу и как проверить ее точность?

Ожидаемый ответ. Формулировка научной гипотезы:

- обосновывается наблюдение;
- ставится проблема;
- устанавливается причинно-следственная связь. Например, согласно научной гипотезе изучаемого эксперимента: “Если тело падает с высоты, близкой к поверхности Земли, его ускорение свободного падения не меняется”.

Корректность научной гипотезы проверяется следующим образом:

- проводится эксперимент;
- определяются переменные;
- измеряется результат и производятся расчеты;
- гипотеза подтверждается или опровергается.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Домашние задания учащихся и все задания в классе могут оцениваться на основе рубрики, определенной по четырем уровням с соответствующими критериями.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Формулирование	Формулирует цель и научную гипотезу физического эксперимента на основе данного примера.	Свободно формулирует цель и научную гипотезу физического эксперимента.	Формулирует цель и научную гипотезу физического эксперимента для любого исследования.	Исследуя формулирует цель и научную гипотезу физического эксперимента.
Обобщение	Наизусть обобщает научные результаты физического эксперимента.	Обсуждая обобщает научные результаты физического эксперимента.	Обобщает научные результаты физического эксперимента на основе проведенных измерений и вычислений.	Обобщает научные результаты физического эксперимента, оценивая их результат.

Оценивание	Составляет отчет о физическом эксперименте и оценивает его результаты лишь при работе в группах.	Самостоятельно составляет отчет о физическом эксперименте и оценивает его результаты.	Исследуя составляет отчет о физическом эксперименте и оценивает его результаты.	Составляет отчет о физическом эксперименте на основе проведенных изменений и вычислений и оценивает его результаты.
------------	--	---	---	---

Урок 19/ Тема: 4.1

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Подстандарты	9–1.3.5. Подводит итоги практической работы.
Цели обучения	- Демонстрирует знания и навыки экспериментальной проверки правильности научной гипотезы, сформулированной в физике. - Решает различные задачи на экспериментальную проверку правильности научной гипотезы, сформулированной в физике.
Навыки XXI века	Ученик: - демонстрирует навыки понимания прочитанного и услышанного; - общается, - сотрудничает; - анализирует и синтезирует информацию; - решает проблемы качественно или количественно; - делает презентацию, проверяя результаты на практике.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, закрытая металлическая коробка с одной светлой глянцевой поверхностью и другой темной матовой, обогреватель, жидкостной манометр, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Поскольку задача является качественной экспериментальной задачей, ее решение осуществляется в три этапа: изучение текста задачи, проведение эксперимента и анализ задачи.

Изучение текста задачи. Этап состоит из следующих последовательных шагов:

1. Чтение условий задачи.
2. Организация фронтального опроса, связанного с условиями задачи.
3. Комментарий краткого содержания задачи.

Анализ задачи. Организация фронтального опроса, связанного с темой, к которой относится задача, и анализ ее решения.

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 8 мин.)

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть I, стр. 33, № 5).

5. Учащиеся провели следующие эксперименты с помощью учителя.

Пустая цилиндрическая закрытая металлическая коробка (2) была помещена перед нагревателем (1). Одна поверхность металлической коробки была покрыта черной матовой краской, а другая – блестящей и отполированной. Коробка была соединена с U-образным жидкостным манометром (3) с помощью резиновой трубки.

На начальном этапе уровень жидкости в обоих плечах манометра был одинаковым. В первом эксперименте блестящая поверхность коробки была обращена к нагревателю, а во втором эксперименте – черная матовая поверхность. В обоих экспериментах уровень жидкости в манометре изменился через некоторое время после начала наблюдения (рис. 2, а и в).

Вопрос. Какие из приведенных ниже утверждений соответствуют результатам наблюдений проведенного эксперимента?

а – Передача энергии от нагревателя к ящику происходила за счет излучения.

б – Передача энергии от нагревателя к ящику происходила за счет конвекции.

с – Передача энергии от нагревателя к ящику происходила главным образом за счет теплопроводности.

д – Черные матовые поверхности поглощают энергию лучше, чем блестящие, светлые поверхности.

е – Разница уровней жидкости в плечах манометра не зависит от температуры нагревателя.

2. Проведение опроса, связанного с условием решения задачи. Организуется фронтальный опрос, связанный с содержанием задачи.

Учитель: Какое оборудование используется в эксперименте?

Ученик: В эксперименте используются нагреватель, пустая закрытая металлическая коробка цилиндрической формы и жидкостной манометр.

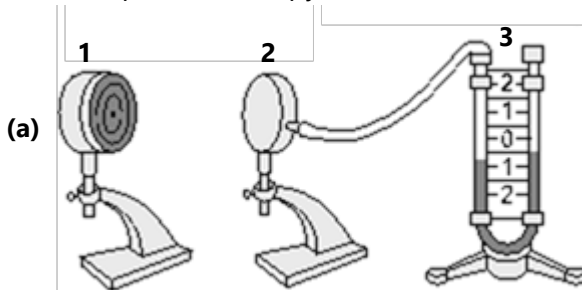
Учитель: Что можно сказать о металлической коробке и устройстве, к которому она подсоединена?

Ученик: Одна поверхность металлической коробки покрыта черной матовой краской, а другая – блестящая и отполированная. Коробка соединена с U-образным жидкостным манометром через резиновую трубку.

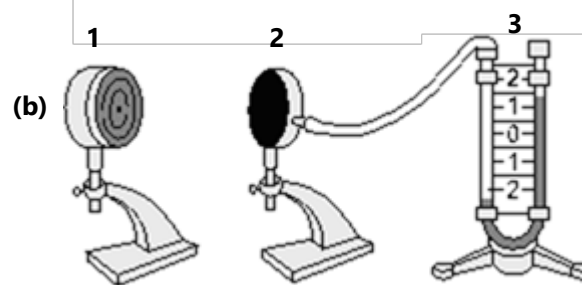
Учитель: Сколько экспериментов проводится с этим оборудованием?

Ученик: С этим оборудованием проводится два эксперимента.

Учитель: На каком уровне находились столбики жидкости в плечах манометра до начала эксперимента?



Эксперимент 1. Блестящая поверхность металлической коробки обращена к нагревателю, показания манометра отображаются через 20 секунд.



Эксперимент 2. Черная матовая поверхность металлической коробки поворачивается к нагревателю, показания манометра фиксируются через 10 секунд.

Ученик: До начала эксперимента столбики жидкости в обоих плечах манометра находились на одном уровне.

Учитель: Как проводится первый эксперимент?

Ученик: В первом эксперименте блестящая поверхность коробки поворачивается к нагревателю, и через некоторое время наблюдается изменение уровня жидкости в манометре.

Учитель: Итак, как проводится второй эксперимент?

Ученик: Во втором эксперименте черная поверхность коробки поворачивается к нагревателю, и через некоторое время наблюдается изменение уровня жидкости в манометре.

Учитель: Что спрашивается в задаче?

Ученик: Спрашивается, какие два утверждения, приведенные в задаче, соответствуют результатам экспериментальных наблюдений.

Рекомендация. Ученику будет сложно правильно перечислить все приведенные утверждения. Поэтому целесообразно спрашивать их по одному.

3. Краткое объяснение содержания задачи. Ученику дается указание сформулировать условие задачи своими словами.

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА (≈ 8 мин.)

Этап может быть выполнен в следующей последовательности:

1. Ученики делятся на группы в зависимости от количества комплектов оборудования.

Примечание. Если имеется только один комплект оборудования, эксперимент проводится с демонстрацией учителя.

2. Группы формулируют научную гипотезу эксперимента, который они будут проводить в соответствии с условиями задания.

3. Группы проводят эксперименты и делают наблюдения в соответствии с условиями задачи. Учитель следит за деятельностью групп и, при необходимости, дает советы по ходу работы.

3. Группы делают вывод о том, подтверждает ли проведенный ими эксперимент правильность сформулированной ими научной гипотезы или нет.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 12 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос в соответствии с темой, к которой относится рассматриваемая задача.

Учитель: Что такое научный метод, используемый в исследованиях?

Ученик: Научный метод – это спланированный путь, основанный на логике и доказательствах, для исследования вопросов и поиска ответов.

Учитель: Каковы основные этапы научного метода физических исследований?

Ученик: Наблюдение→проблема→гипотеза→эксперимент→закон и теория

Учитель: Какова цель проведения физического эксперимента?

Ученик: Проверка сформулированной научной гипотезы.

Учитель: Как формируется научная гипотеза и как проверяется её точность?

Ученик: Научная гипотеза формируется: проводится наблюдение, ставится проблема, устанавливается причинно-следственная связь.

Проверка правильности научной гипотезы проводится следующим образом: проводится эксперимент, определяются переменные, измеряется результат, гипотеза подтверждается или опровергается.

Учитель: Какую научную гипотезу можно сформулировать в рассматриваемой нами экспериментальной задаче?

Ученик: В рассматриваемой нами экспериментальной задаче можно сформулировать следующую гипотезу: – Черные матовые поверхности поглощают больше энергии, чем светлые блестящие поверхности, потому что эти поверхности отражают меньше излучения.

Учитель: Подтвердили или опровергли эксперименты правильность этой гипотезы? Обоснуйте свое мнение.

Ученик: Эксперименты подтвердили правильность этой гипотезы. Таким образом, поскольку черная матовая поверхность металлической коробки поглотила больше тепловой энергии, излучаемой нагревателем, воздух в коробке расширился больше от тепла. В результате расширяющийся воздух изменил высоту водяных столбов в плечах манометра.

Учитель: Поскольку эксперимент подтверждает гипотезу, какие два утверждения, приведенные в задаче, можно считать правильными?

Ученик: Поскольку эксперимент подтверждает гипотезу, можно предположить, что утверждения а и d, приведенные в задаче, верны. То есть:

а – Передача энергии от нагревателя к коробке происходила за счет излучения.

d – Черные матовые поверхности поглощают энергию лучше, чем блестящие, светлые поверхности.

Внимание! Можно решить ещё одну задачу, придерживаясь соответствующих этапов урока.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Демонстрация	Демонстрирует знания и навыки экспериментальной проверки правильности научной гипотезы, сформулированной в физике лишь при работе в группах.	Демонстрирует знания и навыки экспериментальной проверки правильности научной гипотезы, сформулированной в физике при самостоятельной работе.	Приводя пример, демонстрирует знания и навыки экспериментальной проверки правильности научной гипотезы, сформулированной в физике.	Оценивая результат, демонстрирует знания и навыки экспериментальной проверки правильности научной гипотезы, сформулированной в физике.
Решение задач	Решает различные простые задачи на экспериментальную проверку правильности научной гипотезы, сформулированной в физике.	Решает различные задачи средней степени сложности на экспериментальную проверку правильности научной гипотезы, сформулированной в физике.	Решает различные задачи высокой степени сложности на экспериментальную проверку правильности научной гипотезы, сформулированной в физике.	Анализируя, решает различные задачи высокой степени сложности на экспериментальную проверку правильности научной гипотезы, сформулированной в физике.

РАЗДЕЛ 2

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

№	Тема	Часы	Учебник (стр.)	Рабочая тетрадь (стр.)
2.1	СВЕТОВЫЕ ЛУЧИ			
У22/2.1.1.	Представления о природе света	1		
У23/2.1.2.	Определение скорости света	1		
У24/2.1.3.	Закон прямолинейного распространения света	1		
У25/ –	Решение задач – 1	1		
2.2.	ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА			
У26/2.2.1.	Закон отражения света	1		
У27/2.2.3.	Как получить изображение тела в плоском зеркале?	1		
У28/ –	Решение задач – 2	1		
У29/2.2.4.	Сферическое зеркало	1		
У30/2.2.5.	Построение изображения в сферических зеркалах	1		
У31/ –	Решение задач – 3	1		
У32/ –	МСО – 2	1		
2.3.	ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА – РЕФРАКЦИЯ			
У33/2.3.1.	Закон преломления света: закон Снеллиуса	1		
У34/ –	Практическая работа-2.1. Изучение зависимости угла преломления света от угла падения	1		
У35/2.3.2.	Полное внутреннее отражение света	1		
У36/ –	Решение задач – 4	1		
У37/2.3.3.	Распространение света в плоскопараллельной стеклянной пластине и треугольной стеклянной призме	1		
У38/2.3.4.	Разделение белого света на цвета: дисперсия	1		
У39/ –	Практическая работа-2.2. Определение показателя преломления стекла	1		
У40/ –	Решение задач – 5	1		
2.4.	ЛИНЗЫ			
У41/2.4.1.	Линзы. Основные элементы линз	1		
У42/2.4.2.	Построение изображения предмета в линзах	1		
У43/2.4.3.	Формула тонкой линзы: связь между характеристиками линзы	1		
У44/ –	Решение задач – 6	1		
У45/2.4.4.	Глаз – это естественная оптическая система	1		
У46/ –	Практическая работа – 2.3: Определение оптической силы и фокусного расстояния тонкой линзы.	1		
У47/2.4.5.	Оптические приборы	1		
У48/ –	Решение задач – 7	1		
У49/ –	Обобщающий урок	1		
У50/ –	МСО-3	1		
У51/ –	БСО-1	1		
Всего по разделу		30		

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РАЗДЕЛА

Геометрическая оптика – это раздел оптики, изучающий законы распространения света в прозрачных средах, отражение от зеркальных поверхностей и законы образования изображений при прохождении света в оптических системах. В этом случае волновые свойства света не учитываются. Основным понятием является **световой луч**, то есть линия, показывающая направление распространения световой энергии. Законы геометрической оптики являются частным случаем общих законов волновой оптики. Эти законы справедливы в предельном случае, когда длина световой волны стремится к нулю. **Основные законы геометрической оптики.**

1. Закон прямолинейного распространения света – в однородной среде свет распространяется по прямой линии, лучи являются прямыми линиями.

2. Закон отражения (рефлексии) света – при попадании света на зеркальную поверхность его направление изменяется. Падающий и отраженный лучи также располагаются в одной плоскости, в этом случае нормаль делит угол между падающим и отражёнными лучами на равные части, то есть угол падения равен углу отражения.

3. Закон преломления света (закон Снеллиуса) – при переходе света из одной прозрачной среды в другую прозрачную среду его направление изменяется. Падающий и преломленный лучи также располагаются в одной плоскости.

4. Закон независимого распространения лучей – отдельные световые лучи не влияют друг на друга и распространяются независимо. Если две системы световых лучей пересекаются в одной точке, то создаваемые ими уровни освещенности просто суммируются.

Основные принципы геометрической оптики

- Обратимость световых лучей – если свет распространяется по определенной траектории, то при движении в противоположном направлении эта траектория повторяется в точности.
- Понятие оптического изображения – если световые лучи, выходящие из определенной точки, снова собираются в другой точке в результате отражения от зеркала, преломления в линзе или изменения среды, то эта точка называется изображением предмета. Если сами лучи пересекаются, полученное изображение является действительным, а если пересекаются не сами лучи, а их продолжения, то полученное изображение называется мнимым.

Области применения

Законы геометрической оптики применяются во многих областях, например:

- при создании оптических устройств – от очков до микроскопов и телескопов со сложными оптическими системами;
- при проектировании систем освещения в архитектуре – разрабатываются функциональные световые решения с учетом законов распространения света и взаимодействия с телами;
- в производстве оптических волокон – используемых для передачи информации на большие расстояния, систем наблюдения и оптических запоминающих устройств.

2.1. СВЕТОВЫЕ ЛУЧИ

Урок 22/ Тема: 2.1.1

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРИРОДЕ СВЕТА

Подстандарты	9 – 1.3.1. Объясняет научный метод и процедурные навыки. 9 – 1.3.6. Комментирует результаты важных экспериментов в истории физики. 9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Комментирует динамику исторического развития представлений о природе света. • Различает действия света. • Решает качественные вопросы, связанные с природой и действиями света.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы, основанные на искусственном интеллекте; • может подготовить презентации на любую тему; • мыслит критически (дает иное объяснение/решение на любой вопрос/проблему, чем предложенное объяснение/решение, предполагает возможность ситуации или ситуаций, выходящих за рамки, выраженные каким-либо законом); • задает вопросы, обсуждает, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, лимон, блюдце, ватная палочка, лист белой бумаги формата А5, свеча, зажигалка, компьютер, проектор (или электронная доска)
Электронные ресурсы	1. <i>Dosya:Wave-particle duality.ogv (Dalğa-hissəcik duality.ogv)</i> 2. https://www.youtube.com/watch?v=dvFLAnmaoFE 3. https://az.khanacademy.org/computing/pixar/rendering/rendering1/v/rendering-3

Краткий план урока

В зависимости от содержания урока рекомендуется строить его на основе модели 4Е. Такой урок состоит из четырех этапов.

Мотивация.

- Световой луч кажется безобидным, но почему же тогда лопнул шарик?
- Что переносится световым лучом?

Объяснение. Учитель дает ученикам задания на объяснение новых понятий, побуждая их к пониманию темы с учетом информации, предоставленной в мотивации урока.

Применение. Проводится исследование "Какое действие света сделало невидимую надпись видимой?"

Оценивание. Ученики оценивают свои знания и навыки по теме, решая данные качественные задачи.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

На два заданных на этом этапе вопроса есть один ответ.

Ответ. Световой луч несёт в себе энергию. Следовательно, если направить световой луч на определённую точку воздушного шара на длительное время, он прожжёт и пробыёт эту точку, и шар взорвётся.

Затем учитель формулирует исследовательский вопрос, кратко излагая практические научные идеи древнегреческого философа Евклида и средневекового учёного Хасана ибн аль-Хайсама о природе света.

Исследовательский вопрос

- Что такое свет: это поток частиц или волна, распространяющаяся во всех направлениях?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 22 мин.)

Под руководством учителя этап может быть выполнен в следующей последовательности:

1. Учащиеся делятся на группы по 5-6 человек (количество может меняться в зависимости от числа учащихся в классе).

2. Группам выдаются дидактические листы с заранее подготовленными вопросами, и им дается задание прочитать материал в учебнике и подготовить ответы.

Примечание. Дидактические листы можно подготовить, как показано в примерах на Рис.

1. Количество листов должно соответствовать числу групп, а вопросы должны быть различными по содержанию.

3. Группам выдаются листы формата А2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации, и им дается определенное время (≈ 7 мин.).

4. Учащиеся обмениваются информацией в группах, обсуждают материал и готовят презентацию.

5. Каждому лидеру группы дается определенное время на презентацию (≈ 3 мин.).

Лист №1

1. В чём заключается идея Ньютона о корпускулярной природе света?
2. Какие действия и законы объясняет корпускулярная природа света? Приведите два примера.
3. Какие действия оказывают солнечные лучи и как человечество использует эти действия?

Лист №2

1. Кто первым выдвинул идею о волновой природе света?
2. Какие научные факты подтверждают волновую природу света?
3. Какие действия оказывает свет? Приведите примеры.

Рисунок 1.

Лист №3

1. На основании каких физических экспериментов Христиан Гюйгенс выдвинул идею о волновой природе света?
2. Какие действия света объясняются его волновой природой? Приведите два примера.
3. Приведите примеры двойственной природы света.

Лист №4

1. Какова природа света: это поток частиц или волна? Обоснуйте свой ответ.
2. Какое действие свет в природе вам известны? Приведите примеры.
3. Приведите примеры естественных источников света в Солнечной системе и на Земле.

Рисунок 1.

6. Учитель может провести в классе следующий опрос, чтобы помочь ученикам сделать обобщения (≈ 4 мин.).

Учитель: Сколько существует научных представлений о природе света, какие это представления?

Учитель: Когда и кем было выдвинуто предположение, что световой луч состоит из потока частиц?

Учитель: Когда и кем было выдвинуто предположение, что световой луч – это волна, распространяющаяся во всех направлениях?

Учитель: Когда и кем было выдвинуто предположение, что свет является электромагнитной волной?

Учитель: Какие действия оказывает свет, какие из этих действий широко используются в обществе и природе? Приведите примеры.

Подумай•Обсуди•Поделись

Приведите по три примера естественных и искусственных источников света.

Ответ.

Естественные источники света: Солнце, звезда, светлячок. Искусственные источники света: Лунный свет, люминесцентная лампа, фонарик и т. д.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 6 мин.)

Ответ.

Невидимое секретное слово, написанное на бумаге лимонным соком, стало видимым благодаря действию тепла. Тепло от лампы или пламени вызывает химическую реакцию, при которой лимонный сок темнеет. В результате написанное предложение было прочитано.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе ученики проверяют свои знания, отвечая на вопросы в блоке “Проверьте свои знания” учебника. Ответы на вопросы следующие:

1. Можно ли считать зеркало источником света?

Ответ. Нет, зеркало нельзя считать источником света, оно просто отражает свет, создавая изображение. Поскольку зеркало – это тело с гладкой поверхностью, оно отражает более 90% падающего на него света.

2. на каком эффекте света основано образование изображения на фотопленке?

Ответ: На фотоэлектрическом действии. Так, это действие, вызванное светом, используется для создания изображения на фотопленке. Свет попадает на светочувствительный слой фотопленки, который состоит из галогенидов серебра – химических соединений, реагирующих со светом. Этот процесс преобразует энергию света в химическую энергию и создает скрытое изображение на поверхности пленки.

Следовательно, правильный ответ – В.

3. Вопрос 1. На каком действии света основан принцип работы солнечной батареи?

Ответ. Принцип работы солнечной батареи основан на фотоэлектрическом действии. Когда свет падает на солнечную панель, фотоны передают свою энергию электронам атомов в материале солнечной батареи. Получая дополнительную энергию, электроны покидают свои атомы и становятся свободными носителями заряда. Этот процесс создает электрический ток.

Вопрос 2. Какую природу света подтверждает этот факт?

Ответ. Это явление подтверждает, что свет имеет корпускулярную природу.

• На втором этапе оценивание проводится в соответствии с четырехуровневой рубрикой, соответствующей целям обучения.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментировать	Формально комментирует динамику исторического развития представлений о природе света.	Понимая комментирует историческую динамику развития представлений о природе света.	Приводя примеры, комментирует динамику исторического развития представлений о природе света.	Комментирует динамику исторического развития представлений о природе света, основываясь на анализе.
Различать	Различает действия света, не понимая сущности.	Своими словами описывает действие света.	Различает действия света, приводя примеры их применения.	Оценивает и различает действие света.
Решение задач	Решает простые качественные задачи, связанные с природой и действием света.	Решает качественные задачи средней сложности, связанные с природой и действием света.	Решает сложные качественные задачи, связанные с природой и действием света.	Решает сложные задачи, оценивая качественные результаты, связанные с природой и действием света.

Подстандарты	9 – 1.3.6. Комментирует результаты важных экспериментов в истории физики. 9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям
Цели обучения	• Комментирует то, что скорость света – самая высокая скорость в природе. • Описывает классические эксперименты, проведенные для определения скорости света. • Решает различные задачи, связанные со скоростью распространения света.
Навыки XXI века	Ученик: • использует электронные симуляции; • готовит постер (или электронную презентацию) по теме; • демонстрирует навыки критического мышления; • общается и сотрудничает.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, красочные постеры по теме.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=Sg7PyRUKyiU 2. https://www.youtube.com/watch?v=dvFLAnmaoFE 3. https://www.youtube.com/watch?v=jLZUXVAfxu0

Краткий план урока

В зависимости от содержания рекомендуется строить урок по модели 4Е. Такой урок состоит из четырех этапов:

Мотивация.

Создается проблемная ситуация с помощью мотивирующего задания.

Объяснение. Учитель обменивается информацией в соответствии с содержанием темы. Дискуссия проводится в форме интервью.

Применение. Учащиеся теоретически знакомятся с экспериментом Майкельсона по определению скорости света, читают описание эксперимента и отвечают на следующие вопросы.

1. Какое значение скорости света получил Майкельсон?
2. Какую формулу он использовал для расчета?

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания по теме, отвечая на предложенные вопросы, и, решая задачи.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

На этом этапе рассматривается проблемная ситуация, связанная с качественным заданием и вопросом, приведенными в учебнике, которые представляют большой интерес для учеников.

- Как может быть так, что звезда светит, мы её видим, но самой звезды уже нет в том месте, где она нам кажется?

Ответ таков. Это объясняется запаздыванием света. Скорость света конечна – около 300 000 км/с. Свету требуется определенное время, чтобы достичь Земли от звезды, что иногда может занять сотни, тысячи или даже миллионы лет.

Например, если звезда находится на расстоянии 500 световых лет от Земли, мы видим её такой, какой она была 500 лет назад. За это время сама звезда могла давно погаснуть. Таким образом, “звезда”, которую мы видим, – это не сама звезда, а её свет, испущенный много лет назад и дошедший до нас только сейчас. Однако ученики могут делать различные предположения. На этом этапе учитель не реагирует на правильность или неправильность ответов. Он просто записывает на доске ключевые слова в сделанных предположениях, которые имеют смысл, чтобы ученики могли сами оценить правильность предположения благодаря знаниям, полученным на более поздних этапах урока.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 17 мин.)

Поскольку тема такова, что проведение самостоятельного исследования ученикам будет сложно, рекомендуется, чтобы преподаватель объяснил её в устной форме. Таким образом, устное объяснение может проводиться в следующей последовательности:

Учитель: С какой скоростью распространяется свет в вакууме?

Учитель: Подтверждает ли этот факт предположения о природе света?

Учитель: Можно привести краткую историческую справку.

Историческая справка.

Первые представления о скорости света принадлежат древнегреческим философам Эмпедоклу и Аристотелю, жившим в 450 и 350 годах до нашей эры. Они выдвинули различные гипотезы о природе и скорости света. Например, Эмпедокл утверждал, что свет должен двигаться и, следовательно, должен иметь скорость движения. Аристотель утверждал, что свет, в отличие от звука и запаха, представляет собой корпускулы (поток частиц), которые возникают и исчезают мгновенно. То есть, световые корпускулы распространяются во Вселенной с бесконечной скоростью. Идея Аристотеля о бесконечной скорости распространения света была поддержана в XVII веке влиятельным немецким астрономом Иоганном Кеплером и французским естествоиспытателем Рене Декартом. Однако ни одному из этих ученых не удалось определить скорость распространения света на практике.

Первая экспериментальная попытка в истории физики определить скорость света (около 1638 г.) была предпринята Г. Галилеем.

Цель: проверить, распространяется ли свет с бесконечной скоростью.

Суть эксперимента. Галилей проводил этот эксперимент с помощником. Каждый из них, держа в руках фонарь с крышкой (источник света с лампой), стоял на вершинах двух холмов, расположенных на расстоянии 1,5 км друг от друга.

Ход работы.

1. Галилей (наблюдатель А) открывает крышку своего фонаря и посылает световой сигнал своему помощнику.
2. Его помощник (наблюдатель В) открывает свой фонарь, как только видит свет.
3. Когда второй сигнал достигает наблюдателя А, он записывает время t , прошедшее с момента отправки сигнала до его возврата (Рисунок 1).
4. Предпринимается попытка рассчитать скорость света (c) по следующей формуле:

$$c = \frac{2d}{t}.$$

Итог: Галилей не смог обнаружить разницу во времени, а значит, эксперимент не удался.

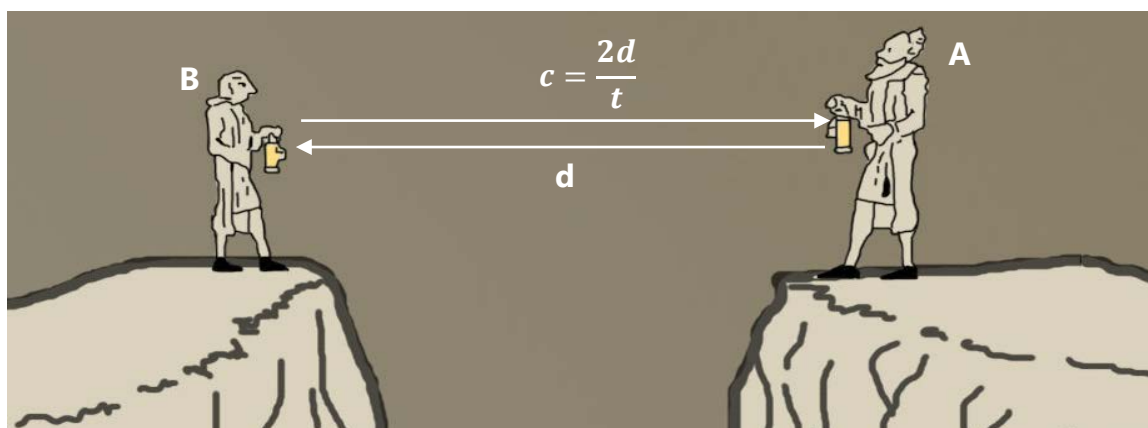


Рисунок 1. Экспериментальная попытка Галилея измерить скорость света.

Учитель: Как вы думаете, почему эксперимент Галилея не удался, то есть почему он не смог измерить скорость света?

После выслушивания предположений учеников их ответы суммируются, и отмечается, что скорость света очень высока, и нет точных приборов для измерения времени.

Затем объясняется содержание астрономического метода измерения скорости света датским астрономом О. Рёмером (1644–1710) в 1676 году. После объяснения классу можно задать следующие вопросы по теме.

Учитель: На рисунке 2 приведена схема эксперимента Рёмера по измерению скорости света. Какой цифрой обозначено положение Земли в момент, когда выход спутника Юпитера Ио из тени планеты происходит с запаздыванием?

Ученик: В точке, отмеченной цифрой 1, Земля находится дальше от Юпитера по сравнению с её положением в других точках. Поэтому в этой точке для того, чтобы свет дошел до Земли, требуется больше времени, и в результате движение спутника Юпитера Ио кажется запаздывающим

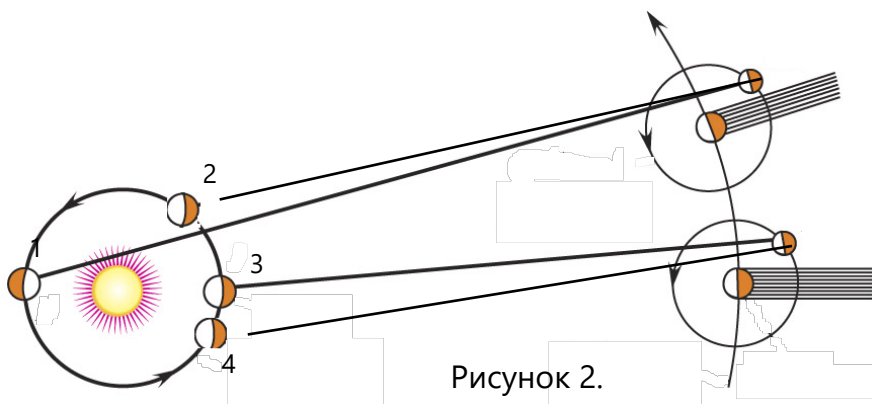


Рисунок 2.

Учитель: Каким было это запаздывание?

Ученик: Запаздывание составляло 22 минуты.

Учитель: Что означает 22-минутное запаздывание прихода к поверхности Земли световых лучей, отражённых от спутника Ио?

Ученик: Запаздывание на 22 минуты световых лучей, отражённых от спутника Ио, означает, что свет прошел дополнительное расстояние, равное диаметру орбиты Земли.

Учитель: Итак, какую формулу использовал Рёмер для измерения скорости света?

Ученик: Рёмер использовал формулу $c = \frac{D_{\text{Орбиты Земли}}}{22 \text{ мин}}$.

Подумай•Обсуди•Поделись

Если бы удалось построить ракету, способную двигаться со скоростью близкой к скорости света, смогли бы мы безопасно запустить её в космос? Обоснуйте свой ответ

Ответ: Нет, полёт на ракете, способной двигаться со скоростью света, не считается безопасным.

Вот некоторые проблемы, возникающие во время такого полёта:

- Искривление концепции пространства и времени. Например, если полёт совершается в другую галактику, может показаться, что он занял всего несколько дней, в то время как на Земле пройдут уже десятилетия.
- Столкновение с космическими частицами. Корабль, движущийся с огромной скоростью, столкнётся с бесчисленными космическими частицами, что может нанести серьёзный ущерб его корпусу.
- Проблема нагрузки (напряжения). Если корабль движется со скоростью, близкой к скорости света, он не сможет выдержать это напряжение и может развалиться на части.
- Радиационные эффекты. Даже несколько атомов водорода на кубический сантиметр, столкнувшись с носовой частью корабля на скорости света, могут создать очень сильную дозу радиации, которая смертельно опасна.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 18 мин.)

Ученикам предлагается разделить на группы и прочитать статью **“Эксперимент Майкельсона по определению скорости света”**, а также подготовить презентацию на основе следующих вопросов.

1. Из каких частей состояло оптическое устройство, разработанное американским учёным Альбертом Майкельсоном в 1924–1927 годах для определения скорости света? Объясните, нарисовав схему.
2. Каков был принцип эксперимента Майкельсона?
3. Какое значение скорости света получил Майкельсон? Какую формулу он использовал для её расчёта?
4. Какое обобщение можно сделать из исследований, проведённых Рёмером и Майкельсоном по измерению скорости света?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

В этом блоке представлены следующие вопросы и ответы:

1. Лала и Адиль, занимающиеся научными исследованиями, готовят интересные задания, связанные с космосом, по вычислению расстояний с использованием скорости света. Они знают, что скорость света в вакууме составляет примерно 300 000 км/с. Помогите им выполнить следующие вычисления:

Вопрос 1. Лала узнает из интернета, что свет от Луны доходит до Земли за 1,28 секунды. На основе этой информации она хочет рассчитать расстояние от Луны до Земли. Как вы думаете, сможет ли Лала рассчитать это расстояние?

Ответ. Учитывая, что скорость света в вакууме составляет $3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ и что он распространяется по прямой линии, расстояние, пройденное световым лучом от Луны до Земли можно легко рассчитать по формуле:

$$d = c \cdot t = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1,28 \text{ с} = 3,84 \cdot 10^8 \text{ м} = 384\,000 \text{ км.}$$

Вопрос 2. Адиль узнал, что среднее расстояние от Солнца до Марса равно $228 \cdot 10^6$ км. Он хочет рассчитать, сколько времени потребуется солнечным лучам, чтобы достичь поверхности Марса. Какое значение времени получит Адиль в результате своих вычислений?

Ответ.

Дано	Решение	Вычисления
$d_{G-M} = 228 \cdot 10^6 \text{ км} = 228 \cdot 10^9 \text{ м},$ $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$ $t = ?$	$t = \frac{d}{c}$	$t = \frac{228 \cdot 10^9 \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 760 \text{ с} \approx 12,7 \text{ мин}$

2. На уроке учитель просит учеников ответить на следующие вопросы о звезде Gliese 667 (MLO 4), используя значение скорости света.

Вопрос 1. Звезда Gliese 667 (MLO 4) находится на расстоянии 22,7 световых лет от Земли. Чему равно это расстояние в километрах?

Ответ. Звезда Gliese 667 (MLO 4) находится на расстоянии $2,15 \cdot 10^{14}$ км от Земли.

Дано	Решение
$1 \text{ световой год} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} = 31\,557\,600 \text{ с}.$ $t = 22,7 \cdot 31\,557\,600 \text{ с} = 716\,357\,520 \text{ с} \approx 7,16 \cdot 10^8 \text{ с}$ $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$ $d = ?$	$d = c \cdot t.$
Вычисления	
$d = c \cdot t = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 7,16 \cdot 10^8 \text{ с} = 21,48 \cdot 10^{16} \text{ м} \approx 2,15 \cdot 10^{14} \text{ км}$	

Вопрос 2. Сколько времени требуется свету, излучаемому звездой Gliese 667 (MLO 4), чтобы достичь Земли?

Ответ. Вы уже рассчитали, что свет, излучаемый звездой Gliese 667 (MLO 4), достигает Земли за время $t = 22,7 \cdot 31\,557\,600 \text{ с} = 716\,357\,520 \text{ с} \approx 7,16 \cdot 10^8 \text{ с}$

3. Солнце находится на расстоянии 150 000 000 км от Земли. Однако свет, отраженный от Сатурна, достигает Земли в 9,3 раза позже, чем свет от Солнца.

Вопрос 1. На каком расстоянии от Земли находится Сатурн в км?

Ответ. Расстояние Солнце-Земля: $d_1 = 150\,000\,000 \text{ км}.$

Свет от Сатурна приходит в 9,3 раза позже, чем свет от Солнца. Это означает, что расстояние, пройденное светом, в 9,3 раза больше.

Решение:

Чтобы найти расстояние, пройденное светом от Земли до Сатурна (или наоборот) необходимо: $d_2 = 9,3 \cdot d_1 = 9,3 \cdot 150\,000\,000 \text{ км} = 1\,395\,000\,000 \text{ км}.$

Вопрос 2. Примерно сколько времени потребуется самолёту, чтобы долететь до Сатурна (средняя скорость самолета равна 900 км/ч)?

Ответ. Чтобы достичь Сатурна со скоростью самолета, потребуется около 177 лет.

Дано	Решение и вычисления
Расстояние Сатурн-Земля: $d = 1\,395\,000\,000 \text{ км},$ Средняя скорость самолета: $v = 900 \text{ км/ч}.$ $t = ?$	$t = \frac{d}{v} = \frac{1\,395\,000\,000 \text{ км}}{900 \text{ км/ч}} = 1\,550\,000 \text{ ч}$ Часы переводим в годы: $t = \frac{1\,550\,000 \text{ ч}}{24 \text{ ч} \cdot 365} \text{ лет} \approx 177 \text{ лет}.$

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментарии	Формально комментирует то, что скорость света – это самая высокая скорость в природе.	Комментирует понимая то, что скорость света – самая высокая скорость в природе.	Комментирует, что скорость света – это самая высокая скорость в природе, основываясь на классических экспериментах.	Комментирует, обобщая то, что скорость света – это самая высокая скорость в природе.
Описание	Описывает классические эксперименты, проводимые для определения скорости света не понимая их сути.	Описывает понимая классические эксперименты, проводимые для определения скорости света.	Описывает физическую природу классических экспериментов, проведенных для определения скорости света, на основе правильных результатов.	Описывает и оценивает результаты классических экспериментов, проведенных для определения скорости света.
Решение задач	Решает простые задачи различных типов, связанные со скоростью распространения света.	Решает различные задачи средней сложности, связанные со скоростью света.	Решает высокой сложности задачи, связанные со скоростью света.	Решает и оценивает различные сложные задачи, связанные со скоростью света.

Урок 24/ Тема: 2.1.3

ЗАКОН ПРЯМОЛИНЕЙНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА

Подстандарты	9 – 1.3.6. Комментирует результаты важных экспериментов в истории физики. 9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Комментирует понятие светового луча. • Объясняет закон прямолинейного распространения света. • Решает различные задачи, связанные с применением закона прямолинейного распространения света.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует; • создает проблемную ситуацию и решает ее качественно (или количественно); • делает презентацию после проверки результата.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, источник света, экран с вертикальной щелью, белый лист формата А4, карандаш, линейка, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=-XJMnf8lsgw 2. https://www.youtube.com/watch?v=5fwwdMsy5Qs

Краткий план урока

Рекомендуется строить урок на основе модели 5Е. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация.

Дается мотивационное ситуационное задание, качественного характера, в рамках которого исследуются два вопроса:

- Если известно, что рост Нигяр равен 1,5 м, то как можно определить высоту столба?
- На каком свойстве света основано образование тени?

Исследование. Проводится исследование “Изучение явления распространения света”.

Объяснение. Учащиеся под руководством учителя обмениваются и обсуждают информацию из учебника о законе прямолинейного распространения света, делают презентации.

Применение. Учащиеся демонстрируют умение применять на практике знания, полученные в теоретическом задании “Солнечные и лунные затмения – это природные явления, подтверждающие закон прямолинейного распространения света.” На данном этапе они рассматривают два вопроса:

- В каких частях Земли люди будут наблюдать полное Солнечное затмение (полную тень), а в каких – частичное затмение (полутень)?
- Чем отличается полная тень тела от его полутени?

Оценивание. Учащиеся проверяют свои знания и навыки по теме, решая предложенные вопросы и задачи.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

На этом этапе ученикам предлагается ответить на ситуационный вопрос, количественного характера.

Задача. Длина тени фонарного столба на земле равна 6,5 метра, а длина тени Нигяр равна 2 метрам.

- Если известно, что рост Нигяр равен 1,5 м, то как можно определить высоту столба?

Ответ. Высота фонарного столба равна 4,875 м.

Решение. Как видно из рисунка, два треугольника подобны: $\triangle ABC \sim \triangle AB'C'$.

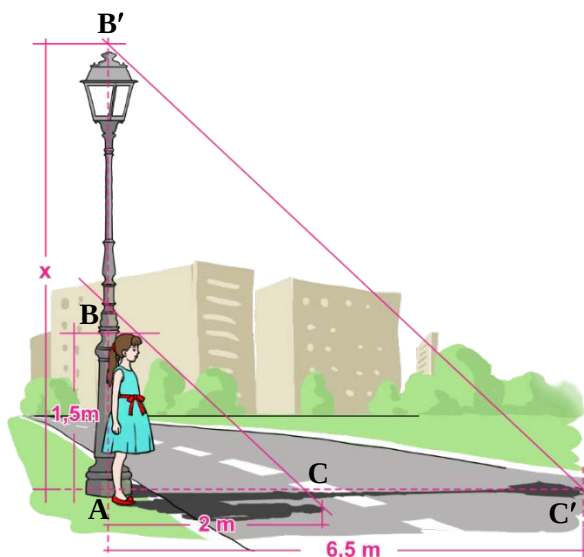
Из этого подобия следует, что:

$$\frac{AB'}{AB} = \frac{AC'}{AC} \rightarrow AB' = \frac{AC' \cdot AB}{AC} = \frac{6,5 \text{ м} \cdot 1,5 \text{ м}}{2 \text{ м}} = 4,875 \text{ м.}$$

- На каком свойстве света основано образование тени?

Ответ. Образование тени происходит на основе прямолинейного распространения света.

Учитель не реагирует на правильное или неправильное решение учеников, поскольку оно связано с теоремой подобия треугольников в математике и требует от учеников соответствующих математических знаний. Поэтому ответы могут быть неверными. Однако учитель записывает на доске основные идеи (ключевые слова) различных подходов учеников и формулирует исследовательский вопрос для изучения на этапе “Деятельность”.



Исследовательский вопрос:

- Как распространяется световой луч в однородной среде?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 8 мин.)

Учащиеся группируются по количеству комплектов приборов и проводят исследование “Изучение явления распространения света” в соответствии с “Ходом работы”, указанным в учебнике. Обсуждение проводится по заданным вопросам. Ответы на них следующие:

1. Является ли прямая CD продолжением прямой АВ?

Ответ. Да, прямая CD является продолжением прямой АВ.

2. К какому выводу о распространении света в однородной среде можно прийти из опыта?

Ответ. Из эксперимента можно сделать такой вывод о свойстве распространения света в однородной среде – свет в однородной среде распространяется по прямой линии.

Обратите внимание, что учащиеся могут не ответить на вопросы правильно. В этом случае учитель только записывает ключевые слова на доске, не реагируя на правильность или неправильность ответов, и переходит к следующему этапу урока.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 20 мин.)

Под контролем учителя этап может быть выполнен в следующей последовательности:

1. Группам учащихся раздаются заранее подготовленные дидактические листы. Учащимся дается задание прочитать материал в учебнике и написать ответы на вопросы на листах.

Примечание. Дидактические листы могут быть подготовлены по примерам, показанным на Рис. 1. Количество листов должно соответствовать числу групп, а вопросы должны немного отличаться по содержанию.

2. Группам раздаются листы формата А2 (по возможности) или двойные листы для подготовки презентации, и им дается определенное время (≈ 7 мин.).

3. Учащиеся обмениваются информацией в группах, обсуждают и готовят презентацию.

4. Каждому лидеру группы дается определенное время на презентацию (≈ 3 мин.).

Лист №1

1. Что такое световой луч? При каких условиях световые лучи видимы, а при каких – невидимы?
2. Перечислите виды световых лучей.
3. Как распространяется световой луч в вакууме и в окружающей среде?
4. Что означает геометрическая оптика?
5. Что гласит закон прямолинейного распространения света?

Лист №2

1. В чем разница между понятиями “Оптика” и “Геометрическая оптика”?
2. Какие тела могут отбрасывать полную тень и полутень?
3. Что гласит закон прямолинейного распространения света?
4. Приведите пример проявления закона прямолинейного распространения света в природе.

Рисунок 1.

5. Для того чтобы учащиеся могли делать обобщения, учитель может провести в классе следующий фронтальный опрос:

Учитель: Что такое луч света? Сколько видов световых лучей может быть?

Учитель: В чем причина образования теней или полутеней у непрозрачных тел?

Учитель: Какой вывод можно сделать из вашего исследования?

Учитель: Приведите два примера практического применения закона прямолинейного распространения света.

Подумай•Обсуди•Поделись

Вы, наверное, замечали, что во время ремонтных работ мастер иногда прикладывает один конец предмета, например, деревянной рейки к глазу и смотрит вдоль него на другой конец.

• Что именно проверяется мастер с помощью этого метода, и какую роль в этом явлении играет прямолинейное распространение света?

Ответ: Мастер использует этот метод для проверки гладкости деревянной балки. Если балка не гладкая, то при взгляде с одного конца другой конец не будет виден из-за закона прямолинейного распространения света.

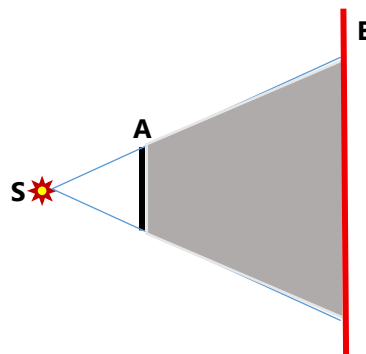
ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

На данном этапе выполняется исследовательский проект “Солнечные и лунные затмения – природные явления, подтверждающие закон прямолинейного распространения света”. Учащиеся переносят схему расположения Солнца, Земли и Луны на свой рабочий лист. Затем, основываясь на закон прямолинейного распространения света, они дополняют схему и показывают области на поверхности Земли, где Солнце полностью и частично затмевается.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

В данном блоке представлены следующие вопросы и ответы:

1. На рисунке изображен точечный источник света **S**, непрозрачное тело **A** и экран **E**, на котором получается тень этого тела.



Вопрос. Что произойдет, если тело переместить от источника света ближе к экрану?

1. Размер тени увеличится
2. Размер тени не изменится
3. Размер тени уменьшится
4. Границы тени будут четкими
5. Образуется полутень

- A) только 1 и 4 B) только 2 и 5 C) только 3 и 4
D) только 3 и 5 E) только 2 и 4

Ответ. С. Перемещение тела от источника делает тень меньше (3), а перемещение его ближе к экрану делает тень более отчетливой.

2. Учитель спрашивает у класса: “У вас есть только линейка длиной 50 см. Кто с ее помощью сможет измерить высоту кипариса во дворе школы, не забираясь на него?”

“Я”, – отвечает Джавид и тут же объясняет геометрический метод измерения высоты дерева по длине его тени.

И учитель, и одноклассники остались довольны этим его объяснением. Во время перемены ученики выходят во двор и определяют высоту высокого кипариса, используя метод, предложенный Джавидом.

Вопрос 1. Какой метод предложил Джавид для определения высоты дерева?

Вопрос 2. Как вы рассчитали высоту **H** дерева в метрах, используя этот метод?

Ответ. Линейка вставляется в землю, и измеряется длина её тени. Затем высота кипариса вычисляется исходя из подобия треугольников в соответствии с задачей, приведенной в блоке мотивации урока.

3. В операционных блоках всех клиник используется многоламповая система "хирургических светильников".

Вопрос. В чем необходимость использования "хирургических светильников" в операционных?

Ответ. Эти светильники не создают теней на операционном столе, и врачи могут комфортно проводить операцию пациенту.



Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментарии	Комментирует понятие светового луча наизусть.	Комментирует понятие светового луча своими словами.	Комментирует понятие светового луча, приводя примеры природных явлений.	Комментирует понятие светового луча, делая обобщения.
Объяснение	Объясняет закон прямолинейного распространения света, зная его.	Объясняет закон прямолинейного распространения света, понимая его.	Объясняет закон прямолинейного распространения света, анализируя его.	Объясняет закон прямолинейного распространения света, оценивая его.
Решение задач	Решает различные простые задачи, связанные с применением закона прямолинейного распространения света.	Решает различные задачи средней степени сложности, связанные с применением закона прямолинейного распространения света.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с применением закона прямолинейного распространения света.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с применением закона прямолинейного распространения света, и проверяет результат.

Подстандарты	9 – 1.3.6. Комментирует результаты важных экспериментов в истории физики. 9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Применяет полученные знания и навыки, связанные с дуалистической природой света. • Решает различные задачи, связанные с определением скорости света и закона прямолинейного распространения света.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает качественные или количественные задачи; • делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Изучение текста задачи. Этап состоит из следующих последовательных шагов:

1. Чтение условия задачи.
2. Организация фронтального опроса, связанного с условием задачи.
3. Краткое объяснение содержания задачи.

Анализ задачи. Организация фронтального опроса, связанного с темой, к которой относится задача, и анализ ее решения.

Запись данных и перевод единиц измерения в систему. Данные записываются на доске (если задача количественная), а единицы измерения переводятся в систему СИ.

Общее решение задачи и вычисления. Задача решается путем записи общей формулы (если задача количественная).

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 4 мин.)

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача №1 (рабочая тетрадь, часть I, стр. 35, № 4). В 1957 году Военно-морская исследовательская лаборатория США впервые провела радиолокационное измерение расстояния между Землей и Луной. Свет (электромагнитная волна), испускаемый источником на Земле, отражался от поверхности Луны, и измерялось время прохождения этого пути туда и обратно. Используя этот метод, ученые определили, что Луна находится на расстоянии приблизительно $3,84 \cdot 10^8$ м от Земли. Рассчитайте, сколько времени потребовалось свету, чтобы пройти путь от Земли до Луны и обратно.

2. Проведение опроса, связанного с условием задачи. Организуется фронтальный опрос, связанный с содержанием задачи.

Учитель: Какой эксперимент был впервые проведен в Военно-морской исследовательской лаборатории США в 1957 году?

Ученик: В 1957 году в Военно-морской исследовательской лаборатории США впервые было измерено расстояние между Землей и Луной с помощью радара.

Учитель: Как проводился этот эксперимент?

Ученик: В результате этого эксперимента свет, испускаемый источником на Земле, отражался от поверхности Луны, и измерялось время, затраченное на путь туда и обратно.

Учитель: В результате эксперимента ученые определили, каково расстояние от Земли до Луны?

Ученик: В результате эксперимента ученые определили, что расстояние от Земли до Луны равно $\approx 3,84 \cdot 10^8$ м.

3. Определение того, что требуется найти в задаче.

Учитель: Что требуется найти в задаче?

Ученик: В задаче требуется рассчитать, сколько времени необходимо свету, чтобы пройти от Земли до Луны и обратно.

4. Краткое объяснение содержания задачи. Ученику предлагается изложить условие задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 4 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос в соответствии с темой, к которой относится задача.

Учитель: Какие классические эксперименты можно привести в качестве примеров определения скорости света?

Ученик: В качестве примеров можно привести эксперимент О. Рёмера 1676 года по определению скорости света астрономическим методом, а также классические эксперименты Альберта Майкельсона с вращающимися восьмиугольными зеркалами в 1924–1927 годах.

Учитель: Какие значения скорости света были получены в этих экспериментах?

Ученик: В астрономическом эксперименте скорость света равна $c \approx 2,15 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, а в эксперименте, проведенном Майкельсоном, значение скорости света равно $c \approx 2,97 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Учитель: Как можно представить траекторию светового луча на основе простой схемы в рассматриваемой нами задаче?

Ученик: В рассматриваемой нами задаче траекторию светового луча можно схематически представить так, как показано на рисунке 1.

Учитель: На основе этой схемы, по какой формуле можно рассчитать расстояние D от поверхности Земли до Луны?

Ученик: Расстояние от поверхности Земли до Луны можно рассчитать по формуле $D = c \cdot \frac{t}{2}$.

Учитель: Итак, какова формула для расчета времени, необходимого свету (электромагнитной волне) для прохождения от Земли до Луны и обратно?

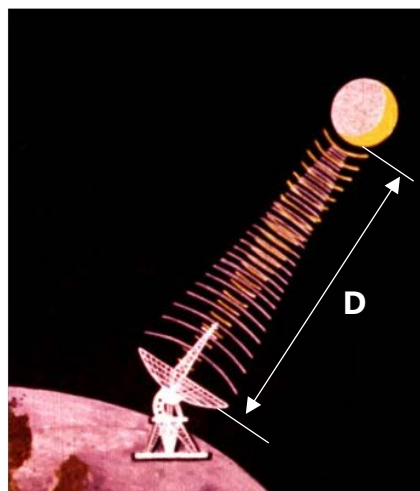


Рисунок 1.

Ученик: Время, необходимое электромагнитной волне для прохождения от Земли до Луны и обратно, можно рассчитать следующим образом: $t = \frac{2D}{c}$.

ЗАПИСЬ ДАННЫХ И ПЕРЕВОД ЕДИНИЦ В СИСТЕМУ (≈ 2 мин.)

К доске выходит один ученик и записывает условие задачи и, при необходимости, переводит единицы измерения величин в СИ.

ОБЩЕЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ И ВЫЧИСЛЕНИЯ (≈ 7 мин.)

Ученик, записавший условие задачи, решает её и выполняет вычисления, а остальные ученики решают задачу на местах.

Дано	Решение	Вычисления
$D \approx 3,84 \cdot 10^8 \text{ м},$ $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}},$ $t = ?$	$D = c \cdot \frac{t}{2} \rightarrow t = \frac{2D}{c}$	$t = \frac{2D}{c} = \frac{2 \cdot 3,84 \cdot 10^8 \text{ м}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 2,56 \text{ с}$ Ответ: $t = 2,56 \text{ с}.$

Примечание 1. С помощью данной методики можно решить ряд задач на уроке.

Примечание 2. Представленная методика решения задач основана на многолетнем педагогическом опыте и играет важную роль в формировании у учащихся таких навыков, как понимание прочитанного, анализ, решение задач, формулирование выводов, обобщение и прогнозирование.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Применение	Формально применяет знания и навыки, приобретенные в отношении двойственной природы света.	Понимая применяет знания и навыки, приобретенные в отношении двойственной природы света.	Применяет знания и навыки, приобретенные в отношении двойственной природы света, предоставляя их количественное обоснование.	Применяет знания и навыки, приобретенные в отношении двойственной природы света, делая обобщения.
Решение задач	Решает простые задачи различного типа, связанные с определением скорости света и применением закона прямолинейного распространения света.	Решает задачи средней степени сложности различного типа, связанные с определением скорости света и применением закона прямолинейного распространения света.	Решает задачи средней степени сложности различного типа, связанные с определением скорости света и применением закона прямолинейного распространения света.	Решает задачи высокой степени сложности различного типа, связанные с определением скорости света и применением закона прямолинейного распространения света, путем анализа.

2.2. ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА

Урок 26/ Тема: 2.2.1

ЗАКОН ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА

Подстандарты	9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Объясняет закон отражения света. • Применяет закон отражения света к жизненным и технологическим процессам. • Решает различные задачи на закон отражения света.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы, основанные на искусственном интеллекте; • выполняет практическую работу по теме и представляет ее результаты; • мыслит критически (дает иное объяснение любому вопросу/проблеме, чем данное объяснение, предполагает возможность ситуации или ситуаций, выходящих за рамки, выраженные каким-либо законом); • задает вопросы, обсуждает и может работать как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, оптический диск (в комплекте), компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=o81hwyVlq8I 2. https://www.youtube.com/watch?v=gPxrJ_rr30E

Краткий план урока

Мотивация.

- Картина не является источником света, но почему мы ее видим?
- Почему, когда мы смотрим на картину с разных ракурсов, цвета иногда кажутся яркими и чистыми, а иногда тусклыми и приглушенными?

Исследование. Как тела отражают свет?

Объяснение. Устное объяснение учителя.

Применение. Учащиеся применяют полученные знания для решения качественных задач.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания по теме, решая предложенные вопросы и задачи.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

На этом этапе ученикам демонстрируют богатство и яркость красок картины “Желание земли”, одного из известных произведений народного художника Саттара Бахлулзаде. Затем проводится фронтальный опрос на основе вопросов, приведенных в учебнике. Учитель не реагирует на правильные или неправильные ответы учеников, а записывает на доске основные идеи (ключевые слова) из этих ответов и формулирует исследовательский вопрос для изучения на этапе “Деятельность”.

Исследовательский вопрос

- Как тела отражают свет?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 10 мин.)

Под руководством учителя блок может быть выполнен в следующей последовательности:

I. Группировка учащихся (в зависимости от общего числа учащихся в классе, каждая группа может состоять из 5-6 человек).

II. Поскольку занятие проводится с использованием оптического диска, учащимся представляется строение и принцип работы этого диска.

III. Ознакомление учащихся с ходом работы.

Ход работы

1. Закрепите в центре диска небольшое плоское зеркало, взятое из комплекта. Направьте лазерный луч под определенным углом в центральную точку на поверхности зеркала. При этом измерьте углы, образованные падающим и отражёнными лучами на зеркало с нормалью (пунктирной линией), проведенной от точки падения к поверхности.

2. Повторите эксперимент, направив световой луч под углами 56° , 60° и 72° к поверхности зеркала.

Затем необходимо выполнить работу.

Внимание! Если в кабинете физики есть только один диск, эксперимент демонстрирует учитель. В это время к демонстрационному столу можно пригласить одного ученика из каждой группы и попросить о помощи.

IV. Проводится обсуждение вопроса, приведенного в учебнике. Поскольку ученики наблюдают определенную закономерность в отражении света от плоского зеркала, они обычно отвечают на вопрос правильно.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 18 мин.)

Рекомендуется завершить этот этап устным объяснением учителя.

Таким образом, необходимо отметить:

- что такое плоское зеркало и как оно изображено на схеме;
- что луч света, падающий из воздуха на поверхность плоского зеркала, отражается в точке падения обратно в воздух;
- понятия "падающий луч", "отражённый луч", "угол падения", "угол отражения", "нормаль к поверхности";
- что угол падения света на плоское зеркало равен углу отражения;
- если мнимая нормаль n поднята из точки падения луча света на поверхность зеркала, то падающий луч, отражённый луч и эта нормаль лежат в одной плоскости;
- закон отражения света формулируется и повторяется несколькими учениками.

В этом случае необходимо воспользоваться рисунком 1.

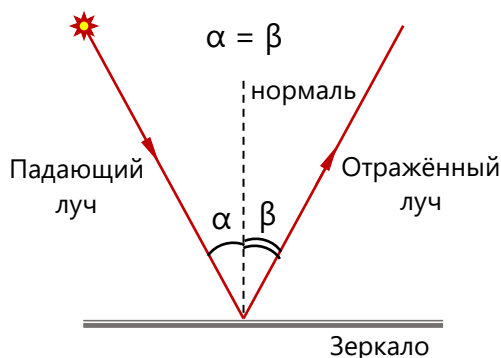


Рисунок 1. Закон отражения света.

Затем на примерах рассматриваются различия между явлениями “зеркального отражения” и “диффузного отражения” света.

Подумай•Обсуди•Поделись

Если луч падает на поверхность плоского зеркала перпендикулярно, то в каком направлении он отразится? Обоснуйте свой ответ, нарисовав схему.

Ответ. Согласно закону отражения света, угол падения равен углу отражения. Если луч света падает перпендикулярно поверхности зеркала, то есть угол падения равен $\alpha = 0^\circ$, то угол отражения также будет равен $\beta = 0^\circ$. Таким образом, если свет падает перпендикулярно поверхности плоского зеркала, он также отразится от поверхности перпендикулярно.



ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 5 мин.)

На данном этапе необходимо решить задачу “Проверим закон отражения света”.

На рисунке показаны лучи света 1, 2, 3, падающие на зеркало ABC. Перенесите этот рисунок в рабочий лист и ответьте на следующие вопросы.

Вопрос 1. В каком направлении отразятся лучи света? Изобразите на схеме.

Ответ. Отраженные световые лучи 1', 2' и 3' изображены на рисунке 1.

Вопрос 2. Чему равны углы падения и углы отражения для каждого луча? (Определите значения с помощью транспортира).

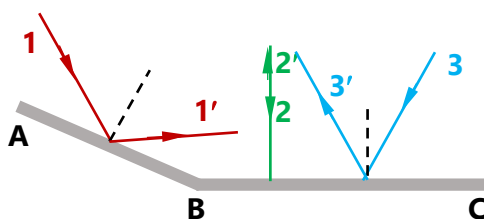
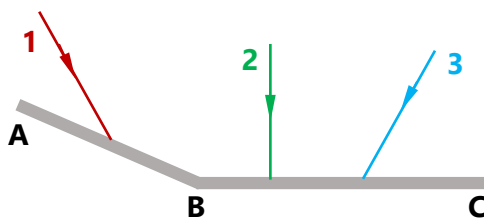


Рисунок 1

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 9 мин.)

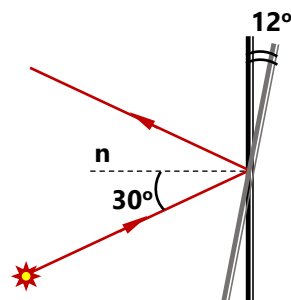
Ответы на вопросы, приведенные в этом разделе, следующие.

1. Вопрос 1. Чему равен угол отражения света в этом случае? Ответ укажите в градусах.

Ответ. 42° .

Если зеркало повернуть на 12° , как показано на рисунке, угол падения также увеличится на 12° и станет равным $30^\circ + 12^\circ = 42^\circ$. Поскольку угол отражения равен углу падения, он также будет равен 42° .

Вопрос 2. Чему равен угол между падающим лучом и плоскостью зеркала в этот момент? Ответ укажите в градусах.



Ответ. 48° .

Угол между падающим лучом и плоскостью зеркала будет равен $90^\circ - 42^\circ = 48^\circ$.

2. Вопрос 1. Чему равен угол падения луча?

Ответ. 70° .

Поскольку угол между нормалью и зеркалом равен 90° , угол падения определяется как: $90^\circ - 20^\circ = 70^\circ$.

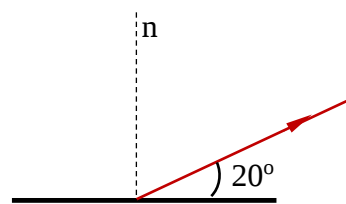
Вопрос 2. Чему равен угол между отраженным и падающим лучами?

Ответ. 140° .

Поскольку угол отражения равен углу падения: $70^\circ + 70^\circ = 140^\circ$.

3. Какой тип отражения важнее для того, чтобы мы могли видеть: зеркальное или рассеянное (диффузное) отражение от поверхности? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Самым важным для зрения является рассеяние света (диффузное отражение). Диффузное отражение – это рассеяние световых лучей, падающих на тело в разных направлениях. Именно эти рассеянные лучи могут достигать наших глаз под любым углом. В результате мы можем видеть тело, независимо от того, откуда мы на него смотрим. Все обычные предметы, которые мы видим в повседневной жизни (книги, столы, деревья, человеческие лица и т. д.), видны благодаря диффузному отражению. С другой стороны, зеркальное отражение происходит только на гладких поверхностях (зеркала, полированный металл и т. д.). При зеркальном отражении свет отражается только в определенном направлении (угол падения равен углу отражения). Глаз может воспринимать свет только тогда, когда находится в соответствующем положении. Поэтому зеркальное отражение не является основным механизмом зрения, а скорее механизмом формирования изображения. Если бы все окружающие нас тела отражали как зеркала, мы могли бы видеть их только с очень ограниченного расстояния.



Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Объясняет закон отражения света наизусть.	Объясняет закон отражения своими словами.	Объясняет закон отражения света на основе анализа и синтеза.	Объясняет закон отражения света, оценивая его.
Применение	Применяет закон отражения света теоретически к жизненным и технологическим процессам на основе декларативных знаний.	Применяет закон отражения света к жизненным и технологическим процессам на основе примеров.	Применяет закон отражения света к жизненным и технологическим процессам на основе элементов STEAM-технологий.	Применяет закон отражения света к жизненным и технологическим процессам, оценивая полученные результаты.
Решение задач	Решает простые задачи различного рода на закон отражения света.	Решает различные задачи средней сложности на закон отражения света.	Решает различные сложные задачи на закон отражения света.	Решает сложные задачи, используя выводы из закона отражения света.

Подстандарты	9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Комментирует закономерности отражения предмета в плоском зеркале. • Определяет поле зрения глаза, смотрящего на плоское зеркало. • Решает различные задачи на отражение предмета в плоском зеркале.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы, основанные на искусственном интеллекте; • выполняет практическую работу по теме и представляет ее результаты; • мыслит критически (дает иное объяснение любому вопросу/проблеме, чем данное объяснение, предполагает возможность ситуации или ситуаций, выходящих за рамки, выраженные каким-либо законом); • задает вопросы, обсуждает и может работать как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, свечи (2 шт.), стеклянная пластина, закрепленная вертикально на штативе, зажигалка, линейка длиной 50 см, карандаш, лист бумаги формата А3, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=FXcAtSnBNKw 2. https://e-derslik.edu.az/books/472/units/unit-1/page124.xhtml 3. https://www.youtube.com/watch?v=FqcVlDWrVeY

Краткий план урока

Урок основан на модели 5E.

Мотивация.

- Почему слово, написанное в зеркальном отражении, читается в зеркале правильно?
- Какие сходства и различия вы заметили между собой и своим отражением в зеркале?

Исследование. Где находится отражение тела в плоском зеркале?

Объяснение. Под руководством учителя группы учащихся исследуют закон отражения света от плоского зеркала, изучают образование изображений в плоском зеркале, рисуя схемы на основе вопросов, заданных учителем, используя учебные материалы из учебника, проводят дискуссии и делают презентации.

Применение. Учащиеся применяют полученные знания по теме для решения качественных задач.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания по теме, отвечая на вопросы и решая задачи.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

На данном этапе обращается внимание на то, что на передней части автомобилей скорой медицинской помощи слово "AMBULANCE" пишется в зеркальном отображении . Затем рассматривается жизненная ситуация: водитель автомобиля, движущегося впереди, видит эту надпись в зеркале заднего вида в обычном виде – "AMBULANCE". Этап завершается следующими вопросами:

- Почему слово, написанное в зеркальном отражении, читается в зеркале правильно?
 - Какие сходства и различия вы заметили между собой и своим отражением в зеркале?
- Учитель не реагирует на правильные или неправильные ответы учеников, а записывает основные идеи (ключевые слова) из этих ответов на доске и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы

- Где находится отражение тела в плоском зеркале?
- Какова закономерность отражения тела в плоском зеркале?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 15 мин.)

Под руководством учителя этап может быть выполнен в следующей последовательности:

I. Ученики делятся на группы (в зависимости от общего числа учеников в классе, в каждой группе может быть 5-6 учеников).

II. Ученики знакомятся с ходом работы.

III. Выполняется работа.

IV. Проводится обсуждение вопросов, приведенных в учебнике. Ученики приходят к определенному выводу об отражении тел в плоском зеркале. Обычно они отвечают на вопросы правильно.

Внимание!

В ходе урока учитель рекомендует группам учеников обратить внимание на следующее:

- размещение стеклянной пластины посередине линейки для правильного и точного определения расстояний между предметом и изображением;
- размещение горящей свечи перед целым делением линейки;
- правильное следование этапам работы;
- нанесение схемы эксперимента как на рабочий лист, так и на постер;
- подготовка презентации.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 20 мин.)

Под руководством учителя этап может быть выполнен в следующей последовательности:

1. Группам, сформированным на этапе деятельности, раздаются дидактические листы с заранее подготовленными вопросами, и им дается задание прочитать материал в учебнике и подготовить ответы.

Примечание. Дидактические листы могут быть подготовлены по примерам, показанным на Рис. 1. Количество листов соответствует числу групп, а задаваемые вопросы не сильно различаются по содержанию.

2. Группам выдаются листы формата A2 (по возможности) или двойные листочки в клетку для подготовки презентации, и им дается определенное время (≈ 7 мин.).

3. Ученики обмениваются информацией в группах, обсуждают и готовят презентацию.

4. Каждому лидеру группы дается определенное время на презентацию (≈ 3 мин.).

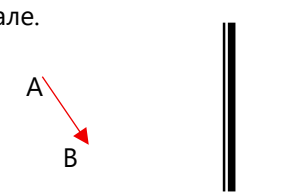
Лист №1	Лист №2
1. Что называют расстоянием до предмета и расстоянием до изображения? 2. Каков закон отражения в плоском зеркале? 3. Постройте изображение точечного источника света O в плоском зеркале. 	1. Сколько лучей необходимо использовать для получения изображения предмета в плоском зеркале? Обоснуйте свой ответ. 2. Каковы две закономерности образования изображения предмета в плоском зеркале? 3. Получи изображения оси AB в плоском зеркале. 

Рисунок 1.

5. Для того чтобы учащиеся могли сделать обобщения, учитель может провести в классе следующий фронтальный опрос (≈ 4 мин):

Учитель: Какие расстояния называются расстоянием до предмета и расстоянием до изображения?

Учитель: Как минимум сколько лучей нужно использовать для построения изображения предмета в плоском зеркале? Почему?

Учитель: Каковы две закономерности образования изображения предмета в плоском зеркале?

Учитель: Как можно определить поле зрения глаза, смотрящего на плоское зеркало?

Внимание! При необходимости поле зрения глаза, смотрящего на плоское зеркало, объясняется еще раз на основе схемы, изображенной на рисунке 2 (см. учебник, стр. 83).

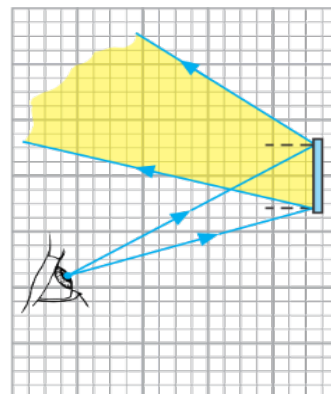


Рисунок 2

Подумай•Обсуди•Поделись

Если предмет расположен перпендикулярно плоскости зеркала, то как будет выглядеть его мнимое изображение?

Ответ. Если предмет расположен перпендикулярно плоскости зеркала, то его мнимое изображение также будет расположено перпендикулярно зеркалу и будет иметь ту же длину, что и сам предмет.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

Задача. На рисунке изображены плоское зеркало G и точечный источник света S.

Определите:

1. Где будет получено изображение источника света S.

Ответ. Изображение S' точки S будет симметрично относительно плоского зеркала (см. рисунок 3).

2. Расстояние от изображения до точечного источника.

Ответ. Как видно из рисунка 3, расстояние от изображения до точечного источника равно 8 м.

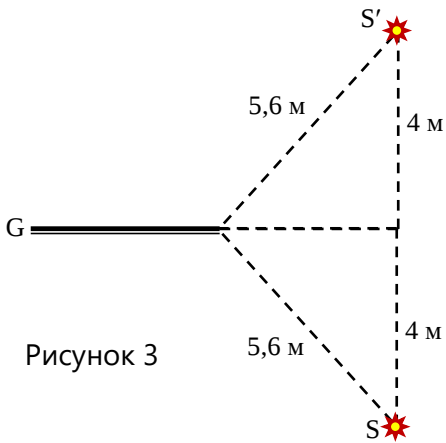


Рисунок 3

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Ответы на вопросы, приведенные в этом блоке, следующие:

Проверьте полученные знания

1. Глаз наблюдателя находится в точке "О" перед плоским зеркалом G. Какие из точек 1, 2, 3, 4 и 5 он сможет увидеть в зеркале? Обоснуйте свой ответ, нарисовав схему.

Ответ. Из точки "О" лучи a и b направляются к краям зеркала, отражаются и строятся отраженные лучи a' и b'. Область, покрываемая отражёнными лучами, в этом случае будет полем зрения глаза (см.: Рисунок 4). Как видно из схемы, точки 2 и 3 попадают в поле зрения плоского зеркала G глаза, расположенного в точке "О". Остальные точки не будут видны, так как они находятся вне поля зрения.

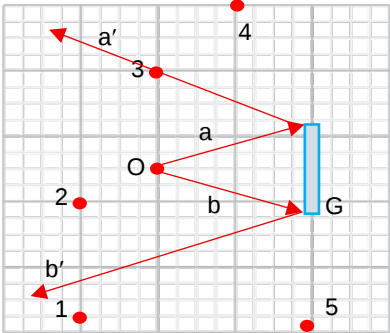


Рисунок 4

2. Как изменятся размер изображения и расстояние до него при удалении предмета от плоского зеркала? Для каждой величины определите характер изменения:

1 – увеличится; 2 – уменьшится; 3 – не изменится.

Запишите числа, соответствующие выбранным ответам для каждой физической величины в таблицу. Числа могут повторяться в ответе.

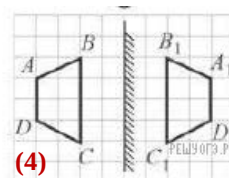
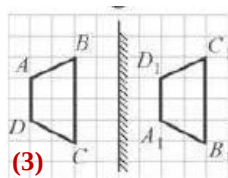
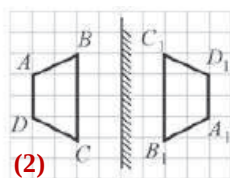
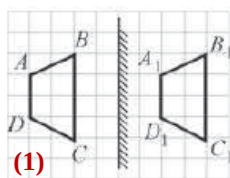
Ответ.

Размер изображения предмета в плоском зеркале.	Расстояние до изображения
3	1

Объяснение. Когда предмет удаляется от плоского зеркала: размер изображения 3 (не изменяется), расстояние до изображения 1 (увеличивается).

В плоском зеркале размер изображения всегда равен размеру предмета, независимо от того, находится ли предмет близко или далеко от зеркала. Изображение создается за зеркалом на расстоянии, равном расстоянию от предмета до зеркала. Следовательно, когда предмет удаляется от зеркала, изображение также удаляется от зеркала на ту же величину.

3. Предмет $ABCD$ расположен перед плоским зеркалом. На каком из рисунков правильно показано построение изображения $A_1B_1C_1D_1$?



Ответ. 4. Изображение предмета $ABCD$ симметрично относительно зеркала только в 4 пункте.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментарии	Формально комментирует закон отражения тела в плоском зеркале.	Понимая комментирует закономерности отражения тела в плоском зеркале.	Комментирует закон отражения тела в плоском зеркале, приводя примеры.	Комментирует закономерности отражения тела в плоском зеркале на основе анализа и синтеза.
Применение	Определяет формально поле зрения глаза, смотрящего на плоское зеркало.	Свободно определяет поле зрения глаза, смотрящего на плоское зеркало.	Определяет поле зрения глаза, смотрящего на плоское зеркало, путем построения схемы.	Определяет поле зрения глаза, смотрящего на плоское зеркало, как с теоретическим, так и с практическим обоснованием.
Решение задач	Решает простые задачи различного рода на отражение предмета в плоском зеркале.	Решает различные задачи средней степени сложности на отражение предмета в плоском зеркале.	Решает различные сложные задачи на отражение предмета в плоском зеркале.	Решает задачи различного типа высокой степени сложности, оценивая результаты отражения предмета в плоском зеркале.

Подстандарты	9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Применяет полученные теоретические знания о законе отражения света для объяснения физических основ природных, повседневных и технологических процессов. • Решает различные задачи, связанные с законом отражения света.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навык понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает проблему качественно или количественно; • делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Поскольку задача носит качественный характер и описывается с помощью иллюстраций и схем, её решение осуществляется в два этапа: изучение текста задачи и анализ задачи.

Изучение текста задачи. Оно состоит из следующих последовательных шагов:

1. Чтение условий задачи.
2. Организация фронтального опроса, связанного с условиями задачи.
3. Комментарий краткого содержания задачи.

Анализ задачи. Организация фронтального опроса, связанного с темой, к которой относится задача, и анализ ее решения.

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 6 мин.)

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача №1 (рабочая тетрадь, часть I, стр. 41, № 4). Если правую сторону зеркала приподнять под углом 20° к горизонту, каков будет угол падения солнечных лучей на зеркало (Рисунок 1)? Обоснуйте ответ, построив схему.

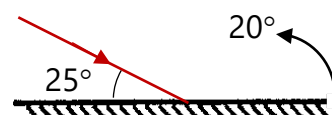


Рисунок 1

2. Проведение опроса по условию задачи. Организуется фронтальный опрос, связанный с условием задачи.

Учитель: Какой угол изображен на рисунке 1 и скольким градусам он равен?

Ученик: На рисунке 1 изображен угол между падающим лучом и плоским зеркалом, и он равен 25° .

Учитель: Согласно схеме, приведённой на рисунке, на сколько градусов правая сторона плоского зеркала поднята относительно горизонта?

Ученик: Согласно схеме на рисунке, правая сторона плоского зеркала поднята относительно горизонта на 20° .

Учитель: Что нужно определить в задаче?

Ученик: В задаче нужно определить угол падения солнечных лучей на зеркало после поднятия правой стороны зеркала на 20° относительно горизонта.

3. Краткое пояснение условия задачи. Ученику дается задание изложить условие задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 8 мин.)

На данном этапе проводится фронтальный опрос в соответствии с темой, к которой относится задача.

Учитель: Что гласит закон отражения света?

Ученик: Закон отражения света гласит: *падающий луч, отраженный луч и нормаль к поверхности, проведенная в точке падения, лежат в одной плоскости. Угол отражения равен углу падения: $\beta = \alpha$.*

Учитель: Согласно рисунку 1, под каким углом солнечный луч падает на поверхность плоского зеркала, то есть каков угол падения? Напишите ответ на схеме в соответствии с законом отражения света.

Ученик: Согласно рисунку 1, угол падения определяется следующим образом (рисунок 2): $\alpha = 90^\circ - 25^\circ = 65^\circ$.

Учитель: Если правая сторона плоского зеркала поднята на 20° относительно горизонта,

$$\alpha = 90^\circ - 25^\circ = 65^\circ$$

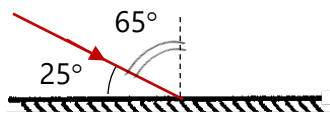


Рисунок 2

$$\alpha' = 65^\circ - 20^\circ = 45^\circ$$

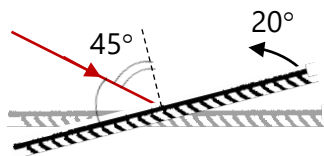


Рисунок 3

как изменится угол падения?

Ученик: Если правая сторона плоского зеркала поднята на 20° относительно горизонта, угол падения также уменьшится на 20° (Рисунок 3).

Учитель: Как можно определить изменение угла падения в этом случае?

Ученик: Изменение угла падения можно определить следующим образом:

$$\alpha' = 65^\circ - 20^\circ = 45^\circ.$$

Учитель: Итак, каков будет угол падения солнечных лучей на зеркало после поднятия правой стороны зеркала на 20° относительно горизонта?

Ученик: После поднятия правой стороны зеркала на 20° относительно горизонта угол падения солнечных лучей на зеркало станет равным 45° .

Примечание 1. С помощью этой методики можно решить несколько качественных задач с использованием рисунков-схем на уроке.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Применение	Применяет формально теоретические знания, полученные о законе отражения света, для объяснения физических основ природных, повседневных и технологических процессов.	Применяет понимая, теоретические знания, полученные о законе отражения света, для объяснения физических основ природных, повседневных и технологических процессов.	Применяет теоретические знания, полученные о законе отражения света, для объяснения физических основ природных, повседневных и технологических процессов, приводя примеры.	Применяет теоретические знания, полученные о законе отражения света, для объяснения физических основ природных, повседневных и технологических процессов, делая обобщения.
Решение задач	Решает простые задачи различных типов, связанные с законом отражения света.	Решает задачи средней степени сложности различных типов, на закон отражения света.	Решает задачи высокой степени сложности различных типов, на закон отражения света.	Решает задачи высокой степени сложности различных типов, на закон отражения света, путем анализа.

Урок 29/ Тема: 2.2.3

СФЕРИЧЕСКОЕ ЗЕРКАЛО

Подстандарты	9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Различает сферические зеркала по их способности отражать свет. • Классифицирует характерные элементы сферического зеркала. • Решает качественные задачи на сферические зеркала.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • выполняет практическую работу по теме и представляет ее результаты; • мыслит критически; • задает вопросы, обсуждает и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, оптический диск, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=qs_Cu0ZDldM 2. https://www.youtube.com/watch?v=95KQvs3yAug 3. https://www.youtube.com/watch?v=_DyO7dKEtt8

Краткий план урока

Урок основан на модели 5E.

Мотивация.

- Какой тип зеркал используется для сбора параллельных световых лучей в одной точке?
- Каковы закономерности формирования изображения в таких зеркалах?

Исследование. Какова закономерность отражения света в сферических зеркалах?

Объяснение. Под руководством учителя группы учащихся различают сферические зеркала по форме, классифицируют характерные элементы сферического зеркала, рисуя схемы на основе учебных материалов учебника, готовят плакаты и делают презентации.

Применение. Учащиеся применяют полученные знания по теме для объяснения принципа работы двух проектов.

Оценивание.

1. Учащиеся оценивают свои знания по теме, отвечая на вопросы и решая предложенные задачи.
2. Учитель оценивает результаты учащихся по четырёхуровневой рубрике, основанной на известных критериях.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

Ученикам рассказывают об астрофизической обсерватории Шамахи и её телескопе-рефлекторе диаметром 2 метра. Отмечается, что этот телескоп играет важную роль в наблюдении и изучении планет и звёзд Солнечной системы, и демонстрируются фотографии телескопа. Затем демонстрируется схема, изображающая траекторию лучей, идущих из космоса в телескопе-рефлекторе, и внимание учащихся обращается к следующим вопросам:

- Какие типы зеркал используются для фокусировки параллельных световых лучей в одну точку?
- Каков закон получения изображений в таких зеркалах?

Учитель не реагирует на правильные или неправильные ответы учащихся, а записывает на доске основные идеи (ключевые слова) этих ответов и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы:

- Как называется зеркало, поверхность которого имеет форму сферического сегмента?
- Чем характерные элементы таких зеркал отличаются от плоского зеркала?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 15 мин.)

Проводится исследование "Какова закономерность отражения света в сферических зеркалах?" Этап организован в следующей последовательности:

- I. Учащиеся группируются по количеству оптических дисков (с их набором).
- II. Учащимся представляется ход работы.
- III. Проводится работа.

Внимание! Если оптический диск один, работа проводится учителем в форме демонстрационного эксперимента.

IV. Проводится обсуждение вопроса, приведенного в учебнике.

Вопрос. Сравните ход параллельных лучей после отражения от плоского и сферического зеркал. В чем заключаются основные сходства и различия?

Учащиеся выдвигают определённые предположения, отвечая на вопрос, но могут не точно выразить сходства и различия распространения луча в сферическом и плоском зеркалах.

Внимание!

В ходе работы учитель рекомендует группам учащихся обратить внимание на следующее:

- правильное размещение вогнутого и выпуклого зеркал точно в центре диска;
- обеспечение параллельности лучей, падающих на зеркала;
- пути отражения лучей, падающих параллельно на зеркало;
- схема эксперимента, представленная на рабочем листе и плакате;
- аккуратная подготовка презентации.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 20 мин.)

Под руководством учителя этап может быть проведен в следующей последовательности:

1. Дидактические листы с заранее подготовленными вопросами раздаются группам, сформированным на этапе исследования. Желательно, чтобы количество групп было четным, поскольку они будут в основном изучать две проблемы:

- 1) Сферические зеркала и их типы. Характерные элементы вогнутого зеркала.
- 2) Сферические зеркала и их типы. Характерные элементы выпуклого зеркала.

Примечание. Дидактические материалы можно подготовить по примерам, показанным на рисунке 1. Количество материалов будет соответствовать числу групп.

2. Группам предоставляются листы формата А2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации, и им дается определенное время (≈ 6 мин.).

3. Ученики обмениваются информацией в группах, обсуждают материал и готовят презентацию.

4. Каждому лидеру группы дается определенное время на презентацию (≈ 3 мин.).

Лист №1	Лист №2
1. Что такое сферическое зеркало? 2. Сколько существует типов сферических зеркал и какие они? Опишите их, нарисовав схему. 2. Каковы характерные элементы вогнутого зеркала? Опишите эти элементы, нарисовав схему.	1. Что такое сферическое зеркало? 2. Сколько существует типов сферических зеркал и какие они? Опишите их, нарисовав схему. 3. Каковы характерные элементы выпуклого зеркала? Опишите эти элементы, нарисовав диаграмму.

Рисунок 1.

5. Для того чтобы учащиеся могли сделать обобщения, учитель может провести в классе следующий фронтальный опрос (≈ 4 мин):

Учитель: К какому типу зеркал относится вогнутое сферическое зеркало?

Учитель: К какому типу зеркал относится выпуклое сферическое зеркало?

Учитель: Каковы основные характеристики сферического зеркала?

Учитель: Чем отличаются центр кривизны и полюс сферического зеркала?

Учитель: В чем разница между главной оптической осью и оптической осью сферического зеркала?

Учитель: Что называют главным фокусом сферического зеркала?

Учитель: Что называют фокальной плоскостью и какова ее функция?

Внимание! Все ответы сопровождаются построением соответствующей схемы.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

А. “Проект Солнечная печь”

Вопрос. Сферическое зеркало какого типа необходимо использовать в этом проекте?

Ответ: Для этого проекта требуется использование вогнутого сферического зеркала, которое собирает параллельные солнечные лучи, идущие из бесконечности.

В. Зеркало, расположенное на зеркале

Назрин подумала: "Интересно, к какому типу сферических зеркал относится это зеркало и какова его основная функция?"

Вопрос. Как бы вы ответили на вопрос, возникший у Назрин?

Ответ: Сферическое зеркало, прикрепленное к поверхности бокового зеркала автомобиля, является выпуклым зеркалом.

Оно перенаправляет часть лучей, падающих от предметов, находящихся вне поля зрения плоского зеркала, обратно к глазам водителя. В результате поле зрения водителя расширяется, позволяя ему видеть тела, которые плоское зеркало не может видеть.



Рисунок 1

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Ответы на вопросы, приведенные в этом разделе, следующие.

Проверьте полученные знания

На первые два вопроса ученики могут легко ответить, опираясь на знания, полученные на занятиях.

Для ответа на третий вопрос ученикам необходимо продемонстрировать свою наблюдательность.

Обратите внимание на окружающие вас физические тела и найдите те, в которых используются сферические зеркала. В каких телах используются вогнутые, а в каких – выпуклые сферические зеркала? Почему?

Ответ.

Применение вогнутых сферических зеркал в окружающей среде

Учащиеся могут наблюдать **вогнутые зеркала** в следующих телах:

1. Зеркала для бритья – увеличивают изображение лица, делая детали более четкими.
2. Косметические/макияжные зеркала – увеличительная часть двусторонних зеркал имеет вогнутую форму.
3. Отражающая часть фар и проекторов – фокусирует свет в одном направлении.
4. Внутренняя зеркальная поверхность автомобильных фар – преобразует свет от лампы в параллельные лучи.
5. Солнечные энергосборники (вогнутые поверхности, похожие на параболические зеркала) – используются для сбора солнечной энергии.

Применение выпуклых сферических зеркал в окружающей среде

Выпуклые зеркала используются в следующих изделиях:

1. Боковые зеркала автомобилей – расширяют поле зрения.
2. Зеркала безопасности на перекрестках – повышают видимость на поворотах и в "слепых" (невидимых) зонах.
3. Зеркала наблюдения на рынках и в магазинах – используются для наблюдения за большой территорией.
4. Зеркала, установленные на парковках и складах – используются для снижения риска столкновения.
5. Зеркала безопасности при поворотах лифтов и коридоров.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Различия	Формально различает сферические зеркала по их способности отражать свет.	Различает сферические зеркала, описывая траектории лучей в соответствии со свойствами отражения света.	Различает сферические зеркала на основе их способности отражать свет.	Различает сферические зеркала на основе обобщений и примеров в соответствии с их способностью отражать свет.
Классификация	Классифицирует характерные элементы сферического зеркала наизусть	Понимая классифицирует характерные элементы сферического зеркала.	Классифицирует характерные элементы сферического зеркала, составляя схему.	Классифицирует характерные элементы сферического зеркала с теоретическим и практическим обоснованием.
Решение задач	Решает простые качественные задачи на сферические зеркала.	Решает качественные задачи средней степени сложности на сферические зеркала.	Решает сложные качественные задачи на сферические зеркала.	Решает сложные качественные задачи на сферические зеркала, проверяя полученные результаты.

Подстандарты	9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Объясняет общую закономерность построения изображения в сферических зеркалах. • Различает действительные и мнимые изображения, полученные в сферических зеркалах. • Решает задачи качественного характера на построение изображения в сферических зеркалах.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы, основанные на искусственном интеллекте; • выполняет практическую работу по теме и представляет ее результаты; • мыслит критически (дает иное объяснение любому вопросу/проблеме, чем данное объяснение, предполагает возможность ситуации или ситуаций, выходящих за рамки, выраженные каким-либо законом); • демонстрирует навыки STEAM; • задает вопросы, обсуждает и может работать как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, вогнутые и выпуклые зеркала, штатив, свеча (закрепленная на подставке), зажигалка, лист бумаги формата А3, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://video.edu.az/video/13863?utm_source=chatgpt.com//Khan Academy. Azərbaycan 2. Video.edu.az fizika videoları bölməsi 3. Küresel Aynalar// https://www.geeksforgeeks.org/physics/spherical-mirrors/ 4. https://www.youtube.com/watch?v=tecpijkwjjw

Краткий план урока

Урок основан на модели 5Е.

Мотивация.

На перекрестках, где видимость ограничена, можно встретить сферические зеркала определенного диаметра.

- Зеркало какого типа используется в данной ситуации? Почему?
- Какой тип сферических зеркал используется в фаре? В какой точке на зеркале располагается лампочка?

Исследование. Является ли изображение, наблюдаемое в сферических зеркалах, действительным или мнимым?

Объяснение. Учитывая содержание темы, с методической точки зрения целесообразно, чтобы учитель провел этот этап, используя метод активного обучения, то есть посредством интервью.

Применение. Выполняется экспериментальное задание «Где будет получено изображение источника света S ?».

Оценивание. Ученик проверяют свои знания по теме, отвечая на предложенные вопросы и, решая задачи.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

На данном этапе показаны фотографии сферических зеркал, используемых на перекрестках с ограниченной видимостью. Отмечается, что эти зеркала помогают водителям оценивать дорожные условия в местах, где обзор затруднен из-за сложного рельефа, зданий или растительности. Информация дополняется вопросом из учебника

- Какой тип зеркала используется в данной ситуации? Почему?

Представлена вторая ситуация: автомобильная фара сконструирована таким образом, что сферическое зеркало, расположенное за источником света (лампой), собирает свет со всех сторон и ярко фокусирует его вперед. Показано соответствующее изображение, и классу задаются следующие вопросы:

- Почему написанный вверх ногами текст выглядит в зеркале прямым?
- Какие сходства и различия вы замечаете между собой и своим отражением в зеркале, когда смотрите в него?

Учитель не отвечает на правильные или неправильные ответы учеников, а записывает на доске основные идеи (ключевые слова) из этих ответов и формулирует исследовательский вопрос.

Исследовательские вопросы:

- Какова закономерность построения изображения в сферическом зеркале?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 12 мин.)

Под руководством учителя этап может быть выполнен в следующей последовательности:

I. Учащиеся группируются по количеству комплектов приборов. Если комплект один, эксперимент проводится в форме демонстрации.

II. Учащимся представляется ход работы.

III. Выполняется работа.

IV. Проводится обсуждение вопросов, приведенных в учебнике:

- Какое изображение свечи вы наблюдали в вогнутом зеркале: действительное или мнимое?
- Почему при удалении свечи от вогнутого зеркала ее изображение перевернулось и уменьшилось?

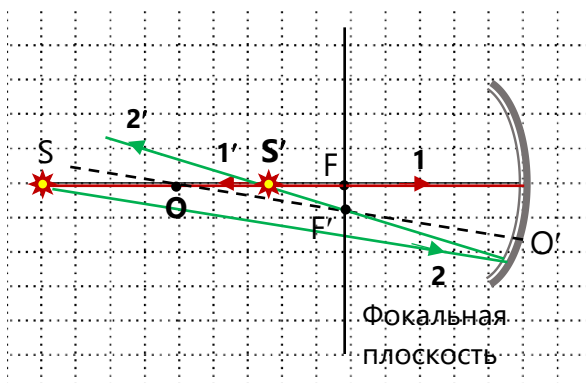
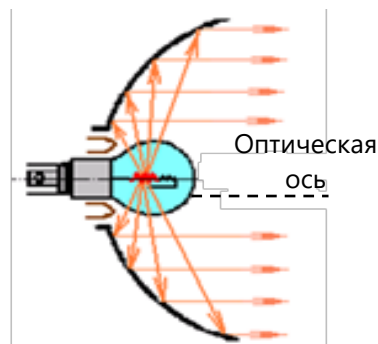
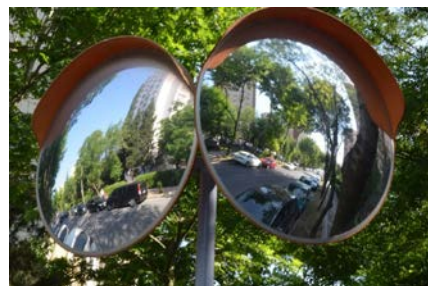


Рисунок 4

- Зависели ли ориентация и размер изображения в выпуклом зеркале от расстояния до свечи?
 - Можно ли схематически заранее определить местоположение, размер и форму изображения предмета в сферических зеркалах?
- В целом, ученики отвечают на эти вопросы правильно.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 20 мин.)

В связи с большим объемом учебного материала, необходимостью выполнения большого количества рисунков и для экономии времени целесообразно организовать этап обучения методом интервью.

Интервью можно провести следующим образом.

Учитель: Сколько падающих лучей следует использовать для создания изображения произвольного тела, например, точки, в зеркале?

После ответов учеников преподаватель отмечает, что свойства лучей, падающих на зеркало, берутся за основу для создания изображения произвольной точки в сферических зеркалах. Он знакомит учеников с информацией, приведенной в учебнике в подразделе "Лучи, используемые для построения изображений", и изображает три удобных луча на схеме (рис. 1).

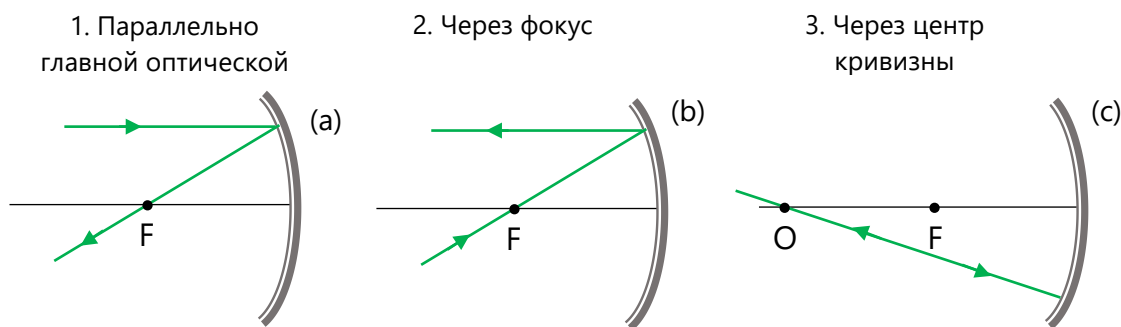


Рисунок 1. Построение изображения в вогнутом зеркале в зависимости от падающего луча.

Каждый случай повторяется одним или двумя учениками.

Учитель: Итак, сколько подходящих падающих лучей будет достаточно, чтобы получить изображение произвольной точки на сферическом зеркале

Учитель: В вашем исследовании была смоделирована схема построения изображения свечи в вогнутом зеркале (рис. 2). Согласно этой схеме, какие два падающих луча были использованы?

Учитель: Где и в какой форме было получено изображение пламени свечи?

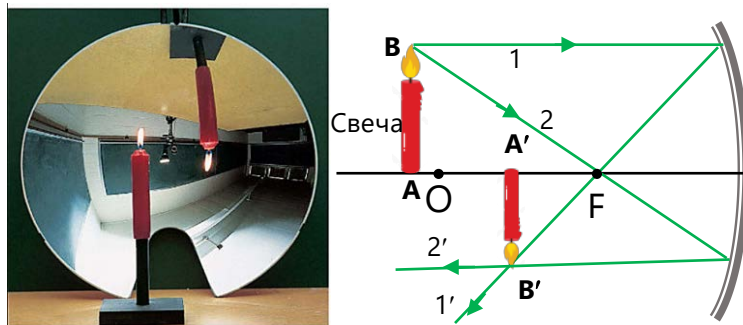


Рисунок 2. Схема получения изображения свечи в вогнутом зеркале.

Затем ученикам необходимо объяснить технику построения изображения предмета в сферическом зеркале, если возможно использовать только один из падающих лучей, считающихся подходящими для построения изображения предмета. На экране отображается схема, изображенная на рисунке 3, и дается объяснение построения изображения источника света S . При этом следует обратить внимание на следующие моменты:

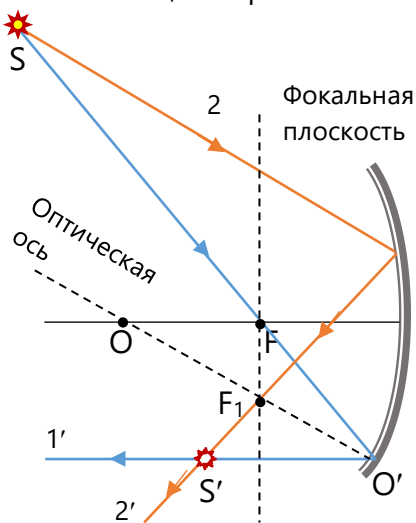


Рисунок 3. Построение изображения точки S .

источника света S . При этом следует обратить внимание на следующие моменты:

1. Возможность использования сподручного падающего луча – падающий луч проходит через фокус и падает на поверхность вогнутого зеркала (луч 1). Поскольку он проходит через фокус, он возвращается параллельно главной оптической оси (луч 1').
2. Второй падающий произвольный луч направляется в произвольную точку на поверхности зеркала (луч 2). Для точного определения направления возврата этого луча из точки падения проводится оптическая ось OO' , параллельная лучу 2.
3. Затем проводится фокальная плоскость (см.: рис. 3). Точка F' , где оптическая ось OO' пересекает фокальную плоскость, будет фокусом зеркала на этой оптической оси. Отраженный луч 2' пройдет через

точку F' . Таким образом, точка S' , полученная из пересечения отраженных лучей 1' и 2', будет изображением точки S .

Таким образом, методика определения распространения произвольного падающего луча света, отраженного от зеркала в сферическом зеркале, повторяется несколькими учениками с помощью схемы.

Преподаватель продолжает объяснение. Сначала он дает систематическую информацию о построении изображения в вогнутом зеркале, а затем в выпуклом зеркале, основываясь на материале, подробно изложенном в учебнике. При этом обращается внимание учеников на то, что в вогнутом зеркале в зависимости от расстояния до предмета действительное изображение получается в пяти случаях, а в одном случае – мнимое. В выпуклом же зеркале, независимо от расстояния до предмета, изображение во всех случаях является мнимым.

Подумай•Обсуди•Поделись

Вопрос. Если падающий луч проходит через центр кривизны сферического зеркала, почему отраженный луч возвращается по той же прямой? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Произвольная линия, проведенная от центра кривизны сферического зеркала к его поверхности, равна радиусу сферы, ограничивающей зеркало, и во всех случаях перпендикулярна сферической поверхности. Произвольный луч, падающий перпендикулярно поверхности, также изменит направление на 180° и вернется вдоль линии, которой распространялся.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 6 мин.)

Задача. Где будет получено изображение источника света S ?

Источник света S расположен на главной оптической оси сферического зеркала, за его центром кривизны. Перенесите схему на рабочий лист и постройте изображение источника света.

Решение. Необходимо нарисовать рисунок на рабочем листе.

Учитель: Согласно схеме, сколько удобных падающих лучей можно использовать для построения изображения источника света S ?

Ученик: Согласно схеме, для построения изображения источника света S можно использовать только один удобный падающий луч: луч, падающий вдоль главной оптической оси.

Учитель: Как вернется луч, падающий вдоль главной оптической оси на вогнутое зеркало?

Ученик: Луч, падающий вдоль главной оптической оси на вогнутое зеркало, также возвращается вдоль главной оптической оси.

Учитель: Второй луч падает на произвольную точку зеркала, например, на точку L (рис. 4). Как можно определить луч, отражённый из этой точки?

Ученик: Для точного определения направления отражённого луча, падающего на точку L , проводится оптическая ось OO' , параллельная падающему лучу. Точка F' , где оптическая ось OO' пересекает фокальную плоскость, будет фокусом зеркала на этой оптической оси. Отражённый луч $2'$ пройдет через точку F' .

Учитель: Итак, где будет расположено изображение источника света S ?

Ученик: Изображением источника света S будет точка S' , где пересекаются луч $1'$ и луч $2'$, отражённое вдоль главной оптической оси (см. рисунок 4).

Учитель: Где было получено изображение в зависимости от расстояния до предмета?

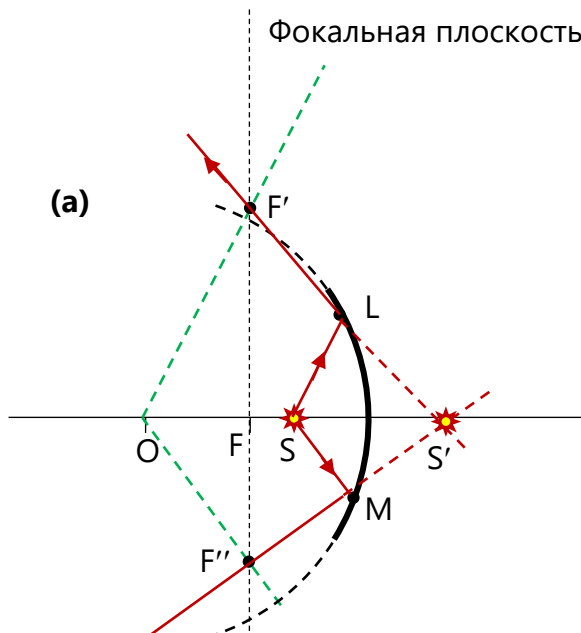
Ученик: Поскольку точечный источник света S расположен далеко от центра кривизны, его точечное изображение S' было получено на главной оптической оси между центром кривизны и фокусной точкой.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 3 мин.)

Ответы на вопросы, приведенные в этом разделе, следующие.

Проверьте полученные знания

1. Нарисуйте лучи, падающие от источника света S на соответствующие точки L , M вогнутого и N , K выпуклого зеркал, и покажите ход отраженных лучей. (рис. 5).



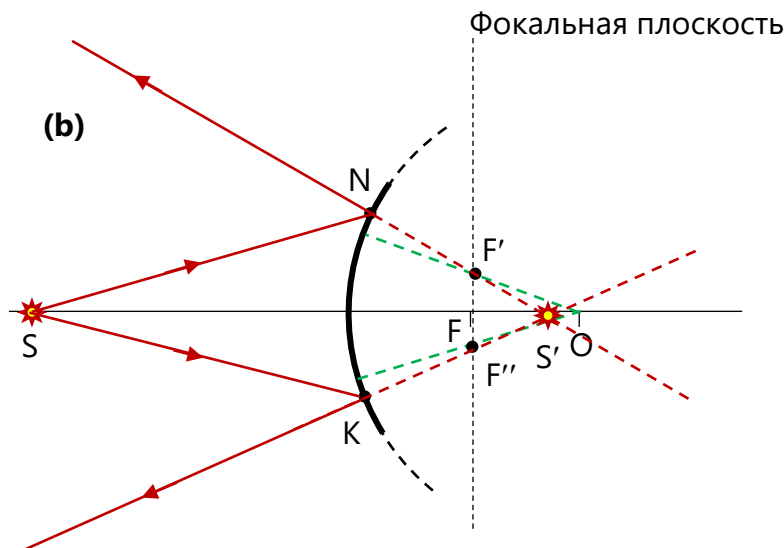


Рисунок 5

Вопрос 1. В какой точке вогнутого зеркала образуется изображение источника света S ? Является ли это изображение действительным или мнимым?

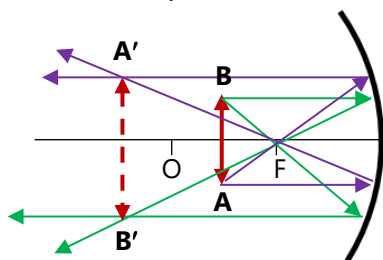
Ответ. Изображение источника света S в вогнутом зеркале рисуется на продолжении оптической оси за зеркалом. Изображение является мнимым, поскольку оно образуется в результате пересечения продолжений отражённых лучей (см. рис. 5, а).

Вопрос 2. В какой точке выпуклого зеркала образуется изображение источника света S ? Является ли это изображение действительным или мнимым?

Ответ. Изображение источника света S в выпуклом зеркале получается на продолжении оптической оси за зеркалом. Изображение является мнимым, поскольку оно получается из точки пересечения продолжений отражённых лучей (см. рис. 5, в).

Решение. Используя подходящие падающие лучи, изображения тел AB и DC в вогнутом и выпуклом зеркалах, соответственно, будут получены, как показано на рис. 6:

- Поскольку тело AB в вогнутом зеркале расположено далеко от центра кривизны, изображение $A'B'$ будет получено между центром кривизны и фокусной точкой привёрнутым и уменьшённым. Изображение является действительным.
- В выпуклом зеркале изображение $D'C'$ тела DC получается прямым и уменьшённым, расположенным за зеркалом. Изображение является мнимым.



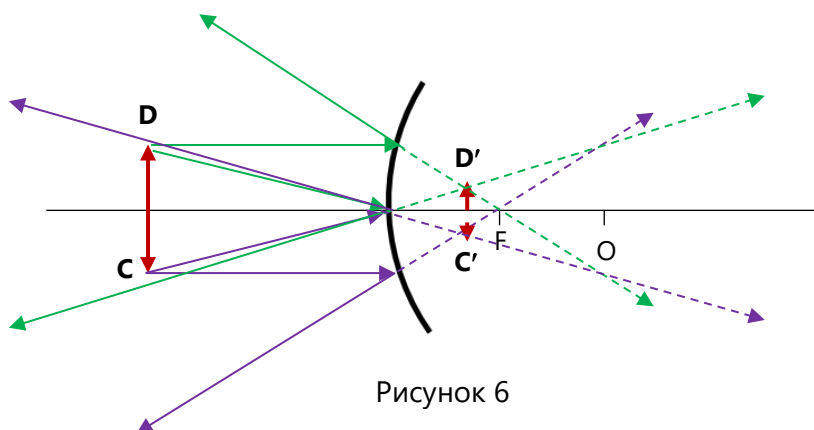


Рисунок 6

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментарии	Формально комментирует общий закон получения изображений в сферических зеркалах.	Понимая комментирует общий закон получения изображений в сферических зеркалах.	Комментирует общий закон получения изображений в сферических зеркалах на примерах.	Интерпретирует общий закон получения изображений в сферических зеркалах на основе анализа и синтеза.
Различия	Различает наизусть действительные и мнимые изображения, получаемые в сферических зеркалах.	Понимая различает действительные и мнимые изображения, возникающие в сферических зеркалах.	Различает действительные и мнимые изображения, возникающие в сферических зеркалах, на примерах.	Различает действительные и мнимые изображения, возникающие в сферических зеркалах, на основе анализа.
Решение задач	Решает простые качественные задачи, связанные с получением изображений в сферических зеркалах.	Решает качественные задачи средней степени сложности, связанные с получением изображений в сферических зеркалах.	Решает качественные задачи высокой степени сложности, связанные с получением изображений в сферических зеркалах.	Решает качественные и весьма сложные задачи, связанные с получением изображений в зеркалах, путем проведения анализа.

Подстандарты	9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям.
Цели обучения	Решает качественные задачи на сферические зеркала и построение изображения в них.
Навыки XXI века	Ученик: - демонстрирует навыки понимания прочитанного; - общается и сотрудничает; - анализирует и обобщает информацию; - решает проблемы качественным методом; - делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Поскольку предлагаемы задачи являются качественными задачами, описываемыми с помощью рисунков и схем, ее решение осуществляется в два этапа: изучение текста задачи и анализ задачи.

Изучение текста задачи. Оно состоит из следующих последовательных шагов:

1. Чтение условий задачи.
2. Организация фронтального опроса, связанного с условиями задачи.
3. Комментарии краткого содержания задачи.

Анализ задачи. Организация фронтального опроса, связанного с темой, к которой относится задача, и анализ ее решения.

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровню.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 6 мин.)

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть I, стр. 48, № 2). На рисунке 2 (здесь рисунок 1) изображен луч К, падающий на поверхность вогнутого зеркала с главным фокусом F и центром кривизны O.

Вопрос 1. Что необходимо сделать, чтобы определить в каком направлении отразится луч от этого зеркала? Рисунок 2.

Вопрос 2. В какой точке пересекутся отражённый луч с главной оптической осью зеркала? Обоснуйте свой ответ, нарисовав схему.

- А) В главном фокусе
- В) Вдали от центра кривизны
- С) Между главным фокусом и полюсом
- Д) Между центром кривизны и главным фокусом
- Е) В центре кривизны

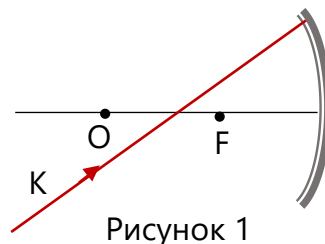


Рисунок 1

2. Проведение опроса, связанного с условием задачи. Организуется фронтальный опрос, с содержанием задачи.

Учитель: Что изображено на рисунке 1?

Ученик: На рисунке 1 изображен луч К, падающий на поверхность вогнутого зеркала с главным фокусом F и центром кривизны O. Ученикам показывают рисунок на доске.

Учитель: Что спрашивается в первом вопросе?

Ученик: В первом вопросе спрашивается, что нужно сделать, чтобы определить направление отражённых от зеркала лучей К.

Учитель: Что спрашивается во втором вопросе?

Ученик: Второй вопрос – это закрытый вопрос (тест): в нем спрашивается, какой вариант ответа правильно определяет точку пересечения отражённого луча и главной оптической оси зеркала. Ответ должен быть обоснован рисунком.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 8 мин.)

На данном этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: Что такое сферическое зеркало?

Учитель: Что такое вогнутое сферическое зеркало?

Учитель: Какие лучи удобно использовать при построении изображения в сферическом зеркале и в каком направлении эти лучи отражаются от зеркала?

Учитель: Является луч К, указанный в условии задачи, одним из удобных падающих лучей?

Ученик: Луч К не является одним из удобных падающих лучей.

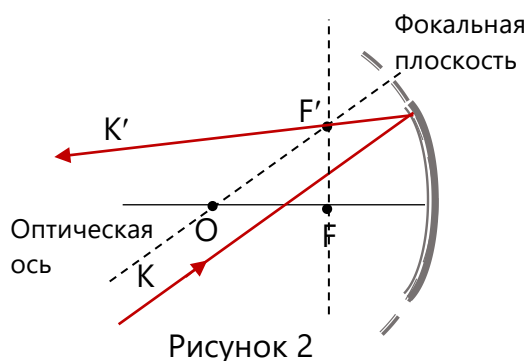
Учитель: Какую методику следует использовать для правильного определения направления отражения луча К от зеркала?

Ученик: Для правильного определения направления отражения луча К от зеркала необходимо использовать методику определения фокусной точки – пересечение оптической оси, проведенной параллельно этому лучу с фокальной плоскостью. Этому ученику дается задание показать эту методику, нарисовав схему на доске (Рисунок 2).

Вопрос 2. Как видно из рисунка, отражённый луч К' пересекает главную оптическую ось в точке, расположенной далеко от центра кривизны.

Ответ: В) Вдали от центра кривизны.

Примечание: С помощью этой методики в ходе урока можно решить ещё несколько качественных вопросов.



ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Решение задач	Решает простые качественные задачи на сферические зеркала и построение изображения в них.	Решает качественные задачи средней степени сложности на сферические зеркала и построение изображения в них.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на сферические зеркала и построение изображения в них.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на сферические зеркала и построение изображения в них, проводя анализ.

Урок 33/ Тема 2.3.1

ЗАКОН ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА: ЗАКОН СНЕЛЛИУСА

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Комментирует явление преломления света. • Объясняет физическую сущность закона преломления света (закон Снеллиуса). • Решает различные задачи на закон преломления света.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • выполняет практическую работу по теме и представляет ее результаты; • мыслит критически; • задает вопросы, обсуждает и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, оптический диск, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=3U974MJD-Rg 2. https://video.edu.az/video/12375 3. https://www.youtube.com/watch?v=8HUUmyTHIRw 4. Snell Yasası// www.eba.gov.tr 5. <i>Bending Light</i> // PhET – <i>Bending Light</i>

Краткий план урока

Урок основан на модели 5E.

Мотивация.

Экспериментальное задание с ситуацией.

Исследование. Какая взаимосвязь наблюдалась между углом преломления и углом падения света?

Объяснение. Под руководством учителя группы учащихся количественно и качественно изучают закон преломления света, готовят плакаты и делают презентации.

Применение. Учащиеся решают количественное задание “Чему равен угол преломления?”.

Оценивание.

1. Учащиеся оценивают свои знания по теме, решая предложенные вопросы и задачи.
2. Учитель оценивает результаты обучения учащихся на уроке, используя четырехуровневую систему оценивания, основанную на известных критериях.

МОТИВАЦИЯ (≈ 7 мин.)

Этап можно начать с выполнения экспериментального задания, представленного в учебнике. Задание выполняется в парах и завершается обсуждением вопросов из учебника:

- Как по-вашему, каким физическим явлением объясняется то, что почему после добавления воды Лала стала видеть 50 копеек, которых она не видела раньше?

- С каким законом распространения света связано это явление и как оно объясняется?

Учитель не реагирует на правильные или неправильные ответы учеников, а записывает основные идеи (ключевые слова) из этих ответов на доске и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы:

- Что такое преломление света?
- Что гласит закон преломления света?

Ученикам напоминают знания, полученные из предмета “Природа”, о явлении преломления света на границе двух прозрачных сред. Явление преломления света кратко объясняется на примере света, падающего на границу раздела воздух-вода (Рисунок 1).

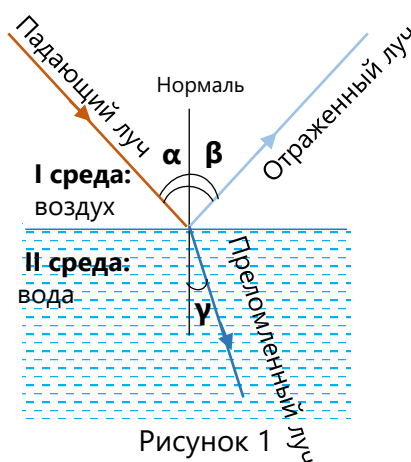


Рисунок 1

ИССЛЕДОВАНИЕ (≈ 10 мин.)

Проводится исследование “Исследование зависимости угла преломления света от угла падения.”. Этап организован в следующей последовательности:

- I. Учащиеся разделяются на группы по количеству оптических дисков (вместе с комплектом).
- II. Учащиеся знакомятся с ходом работы.
- III. Выполняется работа.

Внимание! Если оптический диск один, работу выполняет учитель методом демонстрации эксперимента.

IV. Проводится обсуждение вопросов, приведенных в учебнике:

- Как изменяется угол преломления при изменении угла падения?
- При каком условии луч света не преломляется на границе раздела двух однородных прозрачных сред?

- Почему для изучения явления преломления удобно использовать именно полуцилиндрическую стеклянную пластину?
 - Какую закономерность вы установили в ходе этого исследования?
- Отвечая на вопросы, ученики делают определенные предположения, но могут неточно сформулировать закон преломления света.

Внимание!

В ходе осуществления деятельности учитель рекомендует группам учащихся обратить внимание на следующее:

- правильное размещение стеклянной пластины точно в центре диска;
- значение угла падения луча на горизонтальную поверхность стекла;
- значение угла преломления;
- точность результатов и их правильную запись в таблицу;
- составление схемы эксперимента как на рабочем листе, так и на плакате;
- аккуратное оформление плаката.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 20 мин.)

Под руководством учителя этот этап может быть проведен в следующей последовательности:

1. Дидактические листы с заранее подготовленными вопросами раздаются группам, сформированным на этапе исследования. Желательно, чтобы количество групп было четным, поскольку они будут в основном изучать две проблемы:

- 1) Закон Снеллиуса о преломлении света.
- 2) Физический смысл преломления света.

Примечание. Дидактические листы могут быть подготовлены по примерам, изображенным на рисунке 1. Количество листов будет соответствовать количеству групп.

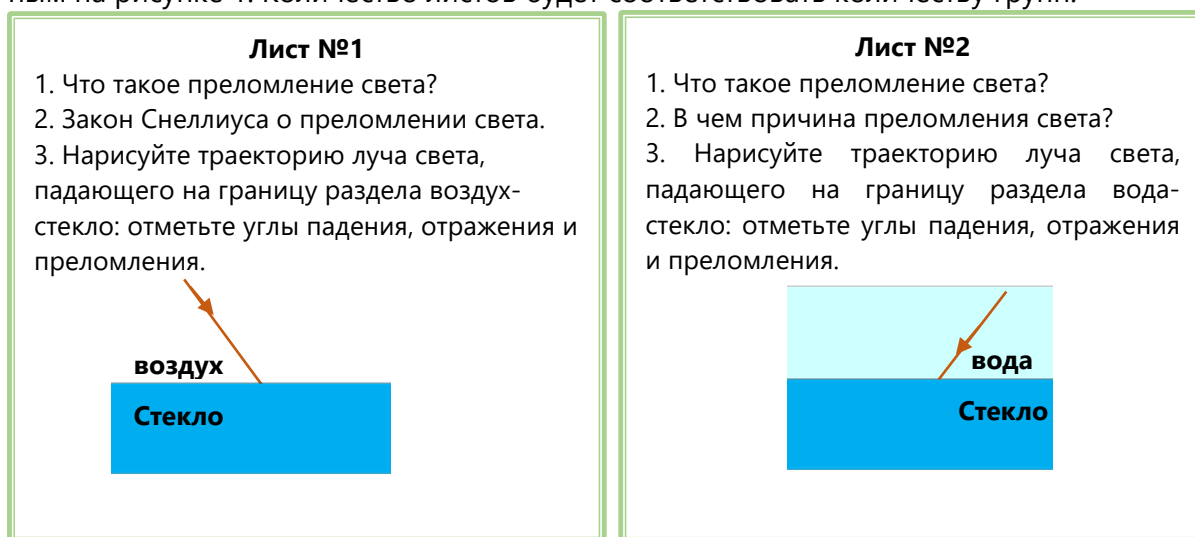


Рисунок 1

2. Группам выдаются листы формата А2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации, и им дается определенное время (≈ 6 мин.).
3. Ученики обмениваются информацией в группах, обсуждают материал и готовят презентацию.
4. Каждому лидеру группы отводится определенное время на презентацию (≈ 3 мин.).

5. Для того чтобы учащиеся могли сделать обобщения, преподаватель может провести в классе следующий фронтальный опрос (≈ 4 мин.):

Учитель: При каких условиях световой луч преломляется?

Учитель: Каков был вклад выдающегося азербайджанского философа Насиреддина Туси в определение математического закона преломления света?

Учитель: Какое явление описывает закон Снеллиуса?"

Учитель: В чем заключается физическая сущность преломления света?

Подумай•Обсуди•Поделись

- Какие выводы можно сделать из анализа формулы закона Снеллиуса, $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}$?

Назовите два следствия.

Ответ. 1. Преломление света на границе раздела двух прозрачных сред обусловлено тем, что скорость распространения света в этих средах различна.

2. Среда, в которой скорость распространения света меньше, имеет больший показатель преломления; среда, в которой скорость света больше, имеет меньший показатель преломления.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

Необходимо решить задачу: "Чему равен угол преломления?"

Решение.

Дано	Решение	Вычисления
$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}},$ $v_{\text{вода}} = 2,25 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}},$ $\alpha = 30^\circ.$ $\gamma - ?$	$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{c}{v_{\text{вода}}}$ $\sin \gamma = \sin \alpha \cdot \frac{v_{\text{вода}}}{c}$	$\sin \gamma = \sin 30^\circ \cdot \frac{2,25 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^8} = \frac{1}{2} \cdot 0,75 = 0,375.$ $\gamma \approx 22^\circ.$

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 4 мин.)

Ответы на вопросы, приведенные в этом блоке, следующие:

Проверьте полученные знания

Учащиеся могут легко ответить на первые два вопроса, опираясь на знания, полученные на уроках.

... **3.** Свет падает из воздуха на поверхность алмаза под углом 30° к нормали.

Вопрос 1. Решение.

Дано	Решение	Вычисления
$\alpha = 30^\circ,$ $n_{\text{алмаз}} = 2,42,$ $n_{\text{воздух}} = 1.$ $\gamma - ?$	$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_{\text{алмаз}}}{n_{\text{воздух}}}$ $\sin \gamma = \sin \alpha \cdot \frac{n_{\text{воздух}}}{n_{\text{алмаз}}}$	$\sin \gamma = \sin 30^\circ \cdot \frac{1}{2,42} = \frac{1}{2} \cdot 0,4132 = 0,2066.$ $\gamma \approx 12^\circ.$

Вопрос 2. Решение.

Дано	Решение	Вычисления
$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}},$ $n_{\text{алмаз}} = 2,42,$ $n_{\text{воздух}} = 1.$ $v_{\text{алмаз}} - ?$	$\frac{n_{\text{алмаз}}}{n_{\text{воздух}}} = \frac{c}{v_{\text{алмаз}}},$ $v_{\text{алмаз}} = c \cdot \frac{n_{\text{воздух}}}{n_{\text{алмаз}}}.$	$v_{\text{алмаз}} = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{1}{2,42} = 1,24 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$ $v_{\text{алмаз}} = 1,24 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментарии	Формально комментирует явление преломления света.	Рисует схемы, комментирует явление преломления света.	Приводя примеры, комментирует явление преломления света.	Комментирует явление преломления света, приводя примеры и делая обобщения.
Объяснение	Объясняет физическую сущность закона преломления света (закон Снеллиуса), излагая её наизусть.	Объясняет физическую сущность закона преломления света (закон Снеллиуса), излагая её своими словами.	Объясняет физическую сущность закона преломления света (закон Снеллиуса), приводя примеры.	Объясняет физическую сущность закона преломления света (закон Снеллиуса) на основе анализа и синтеза.
Решение задач	Решает различные простые задачи на закон преломления света.	Решает различные задачи средней степени сложности на закон преломления света.	Решает различные задачи высокой степени сложности на закон преломления света.	Решает различные задачи высокой степени сложности на закон преломления света, проверяя их результат.

Урок 34/ Тема:

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА-2.1. ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ УГЛА ПРЕЛОМЛЕНИЯ СВЕТА ОТ УГЛА ПАДЕНИЯ.

Подстандарты	9 – 1.3.5. Подводит итоги практической работы. 9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	- Объясняет физическую сущность закона преломления света. - Исследует достоверность закона преломления света путем проведения экспериментов.
Навыки XXI века	Ученик: - ставит проблему; - создает взаимоотношения и обратную связь "учитель ↔ ученик ↔ ученик"; - планирует и проводит практические занятия; - определяет численное значение физических величин экспериментальным путем; - готовит постер с результатами эксперимента, подводит итоги.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, лабораторный комплект "Геометрическая оптика", таблицы четырёхзначных чисел (В.А. Брадис), компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	https://www.youtube.com/watch?v=3U974MJD-Rg https://video.edu.az/video/12375 https://www.youtube.com/watch?v=8HUUmyTHIRw - Snell Yasasi// www.eba.gov.tr - Bending Light// PhET – Bending Light

Краткий план урока

Организация вводного опроса. Оно состоит из трех этапов:

1. Опрос по теоретическим основам практической работы.
2. Планирование работы: краткий опрос последовательности этапов работы.
3. Опрос о необходимом для работы оборудовании.

Организация выполнения работы. Выполнение работы организуется в запланированной последовательности.

Организация заключительного опроса. Презентация и обсуждение плакатов лидерами групп.

Оценивание. Деятельность учеников оценивается индивидуально по уровню.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДНОГО ОПРОСА (≈ 15 мин.)

1. Организация опроса по теоретическим основам практической работы (≈ 5 мин.).

Опрос может проводиться на основе следующих вопросов:

Учитель: Что означает преломление света?

Учитель: Что гласит закон Снеллиуса о преломлении света?

К доске вызывается ученик, и записывается формула закона преломления.

Учитель: Какова основная причина преломления света?

На доске записывается формула закона преломления, связывающая скорость распространения света в среде.

Учитель: Что называют абсолютным показателем преломления среды?

На доске записывается соответствующая формула.

2. Планирование работы: организация фронтального опроса последовательности этапов работы (≈ 7 мин).

Опрос можно провести следующим образом:

1. Что необходимо сделать для получения узкого светового луча от источника света?
2. Как следует разместить на столе планшет, снабженный транспортиром, и почему (рис. 1)?
3. Как следует разместить полуцилиндрическую стеклянную пластину на поверхности планшета?
4. Под каким углом следует первоначально направить световой луч на горизонтальную поверхность стеклянной пластины? На что следует обратить внимание в этом случае?
5. При каких других значениях угла падения следует определять углы преломления, перемещая источник света вдоль диска?
6. Какую формулу следует использовать для проверки закона Снеллиуса?
7. Какие физические величины следует записать в таблицу 2.1?

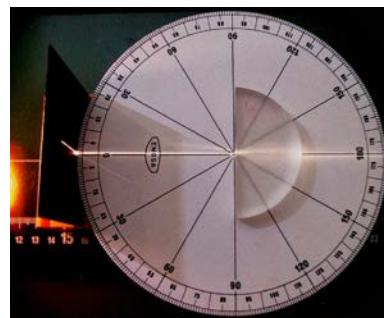


Рисунок 1

3. Опрос необходимого оборудования для выполнения работы (≈ 3 мин).

Опрашивается список оборудования, необходимого для выполнения работы.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ (≈ 15 мин.)

Этот этап можно организовать в следующей последовательности:

1. Ученики распределяются по группам в зависимости от количества комплектов приборов и оборудования.

2. Группам предоставляются необходимые материалы.
3. Группам дается указание записать требуемую формулу и нарисовать таблицу на листе формата A2 (если нет, то на двойном листке в клетку), чтобы записать в неё результаты.
4. Даются инструкции по проведению эксперимента в соответствии с планом.
5. Каждая группа готовит постер на основе полученных результатов. Объявляется, что у групп есть примерно 15 минут на выполнение работы.
6. Результаты, полученные группами в ходе измерений, сравниваются с табличным значением показателя преломления стекла.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ОПРОСА (≈ 10 мин.)

На этом этапе лидеры групп делают презентации на основе подготовленного ими плаката. Объявляется, что каждой группе отводится 2 минуты на презентацию. Презентация включает в себя таблицу с результатами измерений и формулу для расчетов.

После презентаций проводится короткий опрос:

- Какую зависимость вы наблюдали между углом падения светового луча на границе раздела воздух-стекло и углом преломления луча?
- Какую закономерность вы выявили в этой зависимости в результате эксперимента?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

Оценка проводится по четырёхуровневой системе оценивания, основанной на ожидаемых результатах обучения.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Наизусть объясняет физическую сущность закона преломления света.	Объясняет физическую сущность закона преломления света своими словами.	Объясняет физическую сущность закона преломления света, проведя исследование.	Объясняет физическую сущность закона преломления света, оценивая его значимость.
Исследование	Исследует справедливость закона преломления света, проводя эксперименты с помощью своих одноклассников.	Самостоятельно исследует достоверность закона преломления света путем проведения экспериментов.	Исследует достоверность закона преломления света, проводя эксперименты, основанные на теоретическом анализе.	Исследует достоверность закона преломления света путем проведения экспериментов, позволяющих заранее предсказать результат.

Подстандарты	9 – 5.1.1. Применяет закон отражения света к различным ситуациям. 9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Объясняет закон полного внутреннего отражения, который происходит на границе перехода светового луча из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду. • Приводит примеры использования полного внутреннего отражения света в различных технологических устройствах. • Решает различные задачи на полное внутреннее отражение света.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • выполняет практическую работу по теме и представляет ее результаты; • мыслит критически; • задает вопросы, обсуждает и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, оптический диск, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=mePUvqc48bY 2. https://www.youtube.com/watch?v=o7HiTquq9x8 3. https://fizikdersi.gen.tr/sinir-acisi-tam-yansima-nedir/#google_vignette 4. https://www.liacoseducationalmedia.com/shedding-light-on-refraction-and-total-internal-reflection 5. https://phet.colorado.edu/en/simulations/bending-light

Краткий план урока

Урок основан на модели 5E.

Мотивация.

• Как вы думаете, какое свойство света используется для передачи сигналов по оптическим волокнам?

Исследование. Исследование прохождения света из стекла в воздух.

Объяснение. Под руководством учителя группы учащихся количественно и качественно изучают закон полного внутреннего отражения света, готовят плакаты и делают презентации.

Применение. Проводится исследование "Почему луч света не вышел за пределы струи воды?".

Оценивание.

1. Учащиеся оценивают свои знания по теме, решая предложенные вопросы и задачи.
2. Учитель оценивает результаты обучения учащихся на уроке, используя четырехуровневую систему оценивания, основанную на известных критериях.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

Этап можно начать с информации, представленной в учебнике, о световодах – современном коммуникационном кабеле, используемом для передачи информации в виде световых сигналов в любую точку Земли. Информация дополняется обсуждением вопроса из учебника. Этот вопрос также может быть одним из исследовательских вопросов.

Исследовательские вопросы

- На каком законе света основана передача информации световыми сигналами через световоды: на отражении или на преломлении света?
- Где еще используется это необычное свойство света?

ИССЛЕДОВАНИЕ (≈ 10 мин.)

Проводится исследование “Исследование прохождения света из стекла в воздух”. Этапы можно организовать в следующей последовательности:

I. Ученики распределяются по группам по количеству оптических дисков (вместе с комплектом).

II. Учащиеся знакомятся с ходом работы.

III. Выполняется работа.

Внимание! Если оптический диск один, то работу выполняет преподаватель методом демонстрационного эксперимента.

IV. Проводится обсуждение вопросов, приведенных в учебнике:

1. Как изменяется угол преломления луча в воздухе при увеличении угла падения луча на границе раздела сред стекло-воздух?
2. При каком угле падения на границу раздела сред стекло-воздух угол преломления луча в воздухе становился равным 90° ?
3. При каком угле падения луч перестает преломляться в воздухе на границе стекло-воздух и полностью отражается обратно в стекло?
4. При каких условиях наблюдается полное внутреннее отражение света?

Учащиеся, скорее всего, правильно ответят на первые два вопроса (в соответствии с выводами, сделанными на основе наблюдений), но не смогут точно ответить на вопросы 3 и 4.

Внимание! В ходе эксперимента учитель рекомендует группам учащихся обратить внимание на следующее:

- правильное размещение стеклянной пластины точно в центре диска;
- значение угла падения светового луча на границе раздела стекло-воздух внутри стеклянной пластины;
- значение угла преломления луча;
- разницу значений углов падения, при которых световой луч распространяется вдоль границы раздела и полностью отражается обратно на границе раздела стекло-воздух;
- составление схемы эксперимента как на рабочем листе, так и на плакате;
- аккуратное оформление плаката.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 20 мин.)

Под руководством учителя этот этап может быть выполнен в следующей последовательности:

1. Дидактические листы с заранее подготовленными вопросами раздаются группам, сформированным на этапе исследования.

Примечание. Дидактические листы могут быть подготовлены по примерам, изображенным на Рисунке 1. Количество листов должно соответствовать числу групп.

Лист №1

1. Что такое полное внутреннее отражение света?
2. Как можно записать закон преломления света в данном случае?
3. Каков предельный угол полного внутреннего отражения света? Опишите его, нарисовав схему.

Лист №2

1. При каких условиях происходит полное внутреннее отражение света?
2. При каком значении угла падения угол преломления станет равным 90° , то есть луч распространяется вдоль границы стекло -воздух?
3. Чему равен этот угол? Нарисуйте его на схеме.

Лист №3

1. При каком угле падения света на границу раздела стекло-воздух луч не преломляется в воздухе и полностью возвращается от границы раздела в стекло?
2. Когда выполняются два условия для явления полного внутреннего отражения?
3. Опишите эти условия, нарисовав схему.

Лист №4

1. Что такое полное внутреннее отражение света?
2. Как предельный угол полного внутреннего отражения зависит от показателя преломления среды?
3. В каких областях человеческой деятельности применяется полное внутреннее отражение света? Приведите два примера.

Рисунок 1

2. Группам выдаются листы формата A2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации, и им отводится определенное время (≈ 6 мин.).
3. Ученики обмениваются информацией в группах, обсуждают и готовят презентацию.
4. Каждому лидеру группы отводится определенное количество времени на презентацию (≈ 2 мин.).
5. Для того чтобы учащиеся могли сделать обобщения, учитель может провести в классе следующий фронтальный опрос (≈ 4 мин.):

Учитель: При каких условиях происходит полное внутреннее отражение света?

Учитель: При каком значении угла падения угол преломления равен 90° , то есть луч распространяется вдоль границы стекло-воздух?

Учитель: Как записывается закон преломления света для полного внутреннего отражения света?

Учитель: В каких областях используется полное внутреннее отражение света?

Подумай•Обсуди•Поделись

- Как можно объяснить яркость морских волн, исходя из явления полного внутреннего отражения света?

Ответ. При наблюдении за поверхностью моря, особенно в солнечную погоду, волны иногда кажутся «блестящими, зеркальными, серебристыми» из-за совокупного нескольких оптических явлений. Одно из них – полное внутреннее отражение света. Это явление не происходит на границе раздела воздух-вода, потому что:

$$n_{\text{воздух}} = 1, n_{\text{вода}} = 1,33.$$

Поверхность моря не гладкая: волны, пузырьки пены и небольшие уклоны. Эти поверхности создают границы с разными углами, и часть лучей, распространяющихся в воде, отражаются от внутренней поверхности и падают на границу раздела вода-воздух – происходит явление полного внутреннего отражения. В результате этого явления возникает блеск морских волн на границе раздела вода-воздух.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 6 мин.)

Проводится исследование “Почему луч света не вышел за пределы струи воды?” Поскольку исследование простое и интересное, его выполнение не займет много времени. Однако необходимо соблюдать следующую последовательность этапов:

- I. Ознакомление учащихся с ходом работы.
- II. Выполнение работы.
- III. Обсуждение вопроса, приведенного в учебнике.

Учащиеся правильно отвечают на вопрос: при распространении лазерного луча внутри струи воды он претерпевает многократные полные внутренние отражения на границе вода-воздух (поскольку $n_{\text{вода}} > n_{\text{воздух}}$).

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 4 мин.)

Ответы на вопросы, приведенные в этом блоке, следующие:

Проверьте полученные знания

1. Ответ. Нет, этого не происходит, поскольку для полного внутреннего отражения должны одновременно выполняться два условия:

- Свет должен проходить из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду ($n_1 > n_2$).
- Угол падения должен быть больше предельного угла $\alpha > \alpha_{\text{предел}}$.

В этом случае ни одно из них не выполняется.

2. Вопрос 1. Ответ. В оптоволокне свет распространяется внутри самого волокна и направляется вдоль волокна за счет полного внутреннего отражения. В пустой пластиковой трубке свет распространяется в основном в воздухе, и поскольку в таких условиях полное внутреннее отражение не происходит, свет рассеивается.

Вопрос 2. Ответ. оптоволокно состоит в основном из двух слоев: ядро (*core*) – показатель преломления большой (n_1) и оболочки (*cladding*) – показатель преломления малый (n_2). Луч падает на границу ядро-оболочка, угол падения превышает предельный угол – происходит полное внутреннее отражение. В результате луч возвращается в ядро, и этот процесс повторяется вдоль волокна.

3. Вопрос 1. Ответ. Полное внутреннее отражение произойдет внутри алмаза.

Вопрос 2. Ответ.

Дано	Решение	Вычисления
$n_{\text{алмаз}} = 2,42$ (см.: учебник, таблица 2.1), $n_{\text{воздух}} = 1$. $\alpha_{\text{алмаз}} - ?$	$\sin \alpha_{\text{алмаз}} = \frac{1}{n_{\text{алмаз}}}$.	$\sin \alpha_{\text{алмаз}} = \frac{1}{2,42} \approx 0,4132$ $\alpha_{\text{алмаз}} \approx 24,4^\circ$.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментарии	Наизусть комментирует закон полного внутреннего отражения, который происходит на границе перехода светового луча из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду.	Понимая комментирует закон полного внутреннего отражения, который происходит на границе перехода светового луча из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду.	С помощью схем комментирует закон полного внутреннего отражения, который происходит на границе перехода светового луча из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду.	Анализируя, комментирует закон полного внутреннего отражения, который происходит на границе перехода светового луча из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду.
Приведение примеров	Приводит примеры использования полного внутреннего отражения света в различных технологических устройствах, основываясь на декларативные знания.	Приводит ограниченное число примеров использования полного внутреннего отражения света в различных технологических устройствах.	Приводит примеры использования полного внутреннего отражения света в различных технологических устройствах с помощью рисунков.	Приводит примеры использования полного внутреннего отражения света в различных технологических устройствах, оценивая их сущность.
Решение задач	Решает различные простые задачи на полное внутреннее отражение света.	Решает различные задачи средней степени сложности на полное внутреннее отражение света.	Решает различные задачи высокой степени сложности на полное внутреннее отражение света.	Решает различные задачи высокой степени сложности на полное внутреннее отражение света, проверяя их результат.

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	- Анализирует физическую сущность законов преломления и полного внутреннего отражения света. - Решает различные задачи на законы преломления и полного внутреннего отражения света.
Навыки XXI века	Ученик: - демонстрирует навыки понимания прочитанного; - общается и сотрудничает; - анализирует и обобщает информацию; - решает проблемы качественным методом; - делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Поскольку задача является количественной задачей типа “рисунок-схема”, рекомендуется решать её по следующей методике.

Изучение текста задачи. Оно состоит из следующих последовательных шагов:

1. Чтение условия задачи.
2. Организация опроса, связанного с условием задачи.
3. Краткое объяснение содержания задачи.

Анализ задачи. Организация опроса на тему, к которой относится задача, и анализ ее решения.

Запись данных и внесение единиц измерения в систему. Данные записываются на доску (если задача количественная), а единицы измерения переводятся в систему СИ.

Решение задачи в общем виде и выполнение вычислений. Задача решается путем записи общей формулы (если задача количественная).

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 5 мин.)

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть I, стр. 55, № 5). Луч света падает на границу прозрачной среды, расположенной в вакууме. Угол падения равен 60° , а угол преломления равен 45° .

Вопрос 1. Чему равен абсолютный показатель преломления среды?

Вопрос 2. Чему равна скорость распространения света в среде?

2. Проведение опроса, связанного с условием задачи. Организован фронтальный опрос, связанный с содержанием задачи.

Учитель: На границу раздела каких двух сред падает луч света?

Ученик: Луч света падает на границу раздела вакуума и прозрачной среды.

Учитель: Чему равны углы падения и преломления света в среде соответственно?

Ученик: Угол падения света равен 60° , а угол преломления в среде равен 45° .

Учитель: Что спрашивается в вопросе 1 задачи?

Ученик: В вопросе 1 спрашивается, чему равен абсолютный показатель преломления среды.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 2 задачи?

Ученик: В вопросе 2 спрашивается, с какой скоростью распространяется свет в среде.

3. Краткое изложение задачи. Один из учеников пересказывает текст условия задачи.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 5 мин.)

На данном этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: Что гласит закон преломления света?

Учитель: Как записывается закон Снеллиуса для преломления света?

Учитель: Чему равен абсолютный показатель преломления света среды по закону Снеллиуса?

Учитель: По какой формуле можно рассчитать скорость распространения света в среде?

Учитель: Чему равна скорость распространения света в вакууме?

ЗАПИСЬ ДАННЫХ И ВНЕСЕНИЕ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ В СИСТЕМУ (≈ 2 мин.)

К доске вызывают одного из учеников, записывают условие задачи и, при необходимости, переводят единицы измерения величин в СИ.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩЕМ ВИДЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ (≈ 7 мин.)

Ученик, записавший условие задачи, решает её и выполняет вычисления, а остальные ученики решают задачу на своих местах.

Вопрос 1.

Дано	Решение	Вычисления
$\alpha = 60^\circ$, $\gamma = 45^\circ$, $n = ?$	Закон Снеллиуса для границы раздела вакуум-среда имеет вид: $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n}{1} = n \rightarrow n = \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma}$	$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 45^\circ} = \frac{0,8660}{0,7071} = 1,225$ Ответ: $n = 1,225$.

Вопрос 2.

Дано	Решение	Вычисления
$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $n = 1,225$, $v = ?$	Основываясь на законе Снеллиуса для границы раздела вакуум-среда, получим: $\frac{n}{1} = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n}$	$v = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1,225} = 2,45 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ Ответ: $v = 2,45 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Примечание: С помощью данной методики в ходе урока можно решить еще несколько качественных и количественных задач.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Анализ	Формально анализирует физическую сущность законов преломления и полного внутреннего отражения света.	Анализирует физическую сущность законов преломления и полного внутреннего отражения света, при помощи математических выражений.	Анализирует физическую сущность законов преломления и полного внутреннего отражения света, проводя сравнение.	Анализирует физическую сущность законов преломления и полного внутреннего отражения света с помощью соответствующих законов.
Решение задач	Решает различные простые задачи на законы преломления и полного внутреннего отражения света.	Решает различные задачи средней степени сложности на законы преломления и полного внутреннего отражения света.	Решает различные задачи высокой степени сложности на законы преломления и полного внутреннего отражения света.	Решает различные задачи высокой степени сложности на законы преломления и полного внутреннего отражения света, проводя анализ.

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Объясняет распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме на основе закона преломления света. • Решает различные задачи на распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • выполняет практическую работу по теме и представляет ее результаты; • мыслит критически; • задает вопросы, обсуждает и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, стеклянная пластина с параллельными сторонами, лазерная указка, рабочий лист, карандаш, линейка, тригонометрическая таблица, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=mePUvqc48bY 2. https://www.youtube.com/watch?v=o7HiTquq9x8 3. https://fizikdersi.gen.tr/sinir-acisi-tam-yansima-nedir/#google_vignette

Краткий план урока

Урок основан на модели 4Е.

Мотивация.

Решение экспериментальной задачи "Преломление света на границе раздела воздух-стекло и стекло-воздух"

Объяснение.

1. Обобщение результатов экспериментальной задачи.
2. Изучается преломление светового луча в треугольной стеклянной призме на основе предложенной схемы.

Применение. Качественно изучается распространение луча в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями.

Оценивание.

1. Учащиеся оценивают свои знания по теме, решая предложенные вопросы и задачи.
2. Учитель оценивает результаты обучения учащихся на уроке, используя четырехуровневую систему оценивания, основанную на известных критериях.

МОТИВАЦИЯ (≈ 20 мин.)

Данный этап может быть реализован путем решения экспериментальной задачи “Преломление света на границе раздела воздух-стекло и стекло-воздух”, приведенной в учебнике. В этом случае рекомендуется, чтобы последовательность действий учителя осуществлялась следующим образом:

I. Учащиеся разделяются на группы по количеству комплектов оборудования.

II. Учащиеся знакомятся с ходом работы.

III. Работа выполняется.

IV. Поскольку решение задачи приведено в учебнике, учитель может лишь обобщить следующие вопросы:

Учитель: Если угол падения светового луча на границу раздела воздух-стекло плоской стеклянной пластины с параллельными сторонами равен $\alpha_1 = 60^\circ$, то чему равен угол γ_2 преломления света на границе раздела стекло-воздух этой пластины (рис. 1)?

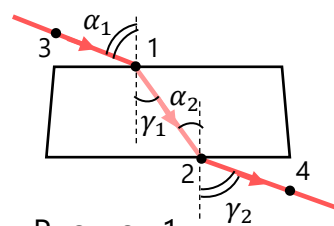


Рисунок 1

Учитель: Сколько раз преломляется световой луч, падающий на прозрачную плоскую пластину с параллельными сторонами в воздухе?

Учитель: Луч света падает на плоскую прозрачную пластину с параллельными гранями в воздухе. Что интересного вы обнаружили, сравнив направление луча, после преломления на границе раздела стекло-воздух, с направлением луча, падающего на границу раздела воздух-стекло?

Учитель: Итак, какие общие выводы можно сделать о траектории луча света, падающего на плоскую стеклянную пластину с параллельными сторонами в воздухе?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 10 мин.)

Учитель может продолжить этап обмена информацией и обсуждения блока “Ход луча в треугольной стеклянной призме”. Он может провести “Устное объяснение” в следующей последовательности:

1. Учащимся сообщается, что главной особенностью треугольной стеклянной призмы является изменение направления распространения падающего на нее света.

2. Вопрос “Как происходит преломление луча в стеклянной призме?” объясняется на основе рисунка 2.

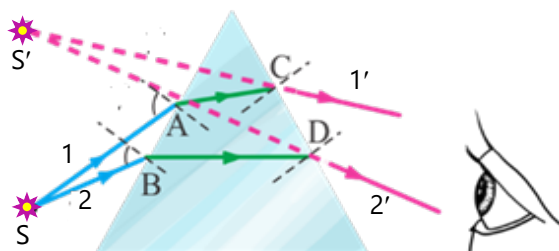
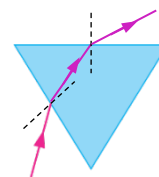


Рисунок 2

Подумай•Обсуди•Поделись

• На рисунке изображен луч света, падающий на грань стеклянной призмы. Как он будет распространяться? Обоснуйте свой ответ, нарисовав ход луча.

Ответ: Применяя закон преломления света, траектория луча, падающего на поверхность стеклянной призмы, будет такой, как показано на схеме.



ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 8 мин.)

а) Укажите на схеме все углы падения и преломления светового луча.

Ответ. См.: Рисунок 3.

б) Определите синус углов падения и преломления.

Решение.

Как видно из рисунка 3, угол падения светового луча на границе раздела воздух-стекло равен половине прямого угла, то есть $\alpha_1 = 45^\circ$. Следовательно, угол преломления этого луча на границе раздела стекло-воздух также равен $\gamma_2 = 45^\circ$. Таким образом, $\sin \alpha_1 = \sin \gamma_2 = \sin 45^\circ$.

Для определения угла преломления γ_1 используется транспортир. Таким образом, с помощью транспортира определяется: $\sin \gamma_1 = \sin \alpha_2 = \sin 25^\circ$.

с) Вычислите показатель преломления плоскопараллельной стеклянной пластины, используя закон Снеллиуса.

Решение.

Используется закон Снеллиуса, получим:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} = n_{\text{стекло}} \rightarrow n_{\text{стекло}} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 25^\circ} = \frac{0,707}{0,423} = 1,67.$$

Ответ. $n_{\text{стекло}} = 1,67$.

д) Объясните, почему луч, вышедший из пластины, распространяется параллельно лучу, падающему на неё.

Ответ. Когда луч света входит в плоское стекло с параллельными гранями в воздухе, он преломляется и меняет направление. При выходе из стекла он снова преломляется на второй границе. Поскольку обе поверхности пластины параллельны друг другу, а призма находится в той же среде (воздухе), углы падения и преломления равны. Следовательно, луч, выходящий из стекла, восстанавливает свое направление и распространяется параллельно лучу, падающему на пластину. Происходит только боковое смещение (параллельное перемещение).

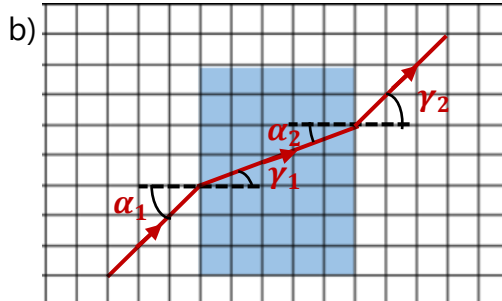


Рисунок 3

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 7 мин.)

Ответы на вопросы, приведенные в этом блоке, следующие:

Проверьте полученные знания

1. а) Перенесите схему на свой рабочий лист. Запишите все углы падения и преломления светового луча.

Ответ. См. рисунок 4.

б) Почему луч света, падающий на стеклянную призму, меняет свое направление в сторону основания призмы? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Когда луч света попадает на границу раздела воздух-стекло призмы, он преломляется при переходе из воздуха в более плотную среду, и

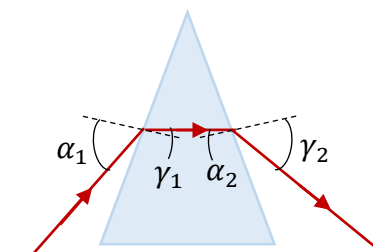


Рисунок 4

преломленный луч отклоняется к нормали. При выходе из второй поверхности призмы, то есть границы раздела стекло-воздух, луч переходит из более плотной среды в менее плотную. В результате преломленный луч удаляется от нормали. Поскольку поверхности призмы расположены под углом, результат обоих преломлений изменяет общее направление луча в сторону основания призмы.

2. На рисунке показан ход луча света, падающего из воздуха на плоскопараллельную стеклянную пластину. (см. рисунок 5).

Вопрос 1. Какой из лучей 1 ÷ 5 соответствует ходу света через пластину?

Ответ. Как видно из рисунка, поскольку луч переходит из менее плотной среды в более плотную, согласно закону преломления, то ход луча света соответствует цифре 3.

Вопрос 2. Как соотносятся угол преломления луча на границе раздела

воздух-стекло плоскопараллельной стеклянной пластины с углом падения луча на границе раздела стекло-воздух внутри стекла?

Ответ. Эти углы равны друг другу.

3. Каков ход луча при переходе через границы раздела стекло-алмаз и алмаз-воздух?

Ответ. Учитывая соотношение показателей преломления сред ($n_{\text{алмаз}} > n_{\text{стекло}} > n_{\text{воздух}}$), свет будет следовать по пути, изображенному на рисунке 6, на границах раздела стекло-алмаз и алмаз-воздух.

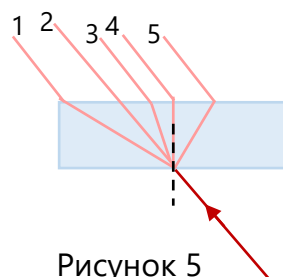


Рисунок 5

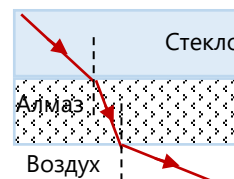


Рисунок 6

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Наизусть объясняет распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме на основе закона преломления света.	Объясняет распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме на основе закона преломления света, рисуя схему.	Объясняет распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме на основе закона преломления света. Проводя анализ.	Объясняет распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме на основе закона преломления света, проводя обобщение.

Решение задач	Решает различные простые задачи на распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме.	Решает различные задачи средней степени сложности на распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме.	Решает различные задачи высокой степени сложности на распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме.	Решает различные задачи высокой степени сложности на распространение света в плоской стеклянной пластине с параллельными гранями и треугольной стеклянной призме, проверяя их результат.
----------------------	---	---	---	--

Урок 38/ Тема 2.3.4

РАЗЛОЖЕНИЕ БЕЛОГО СВЕТА НА ЦВЕТА: ДИСПЕРСИЯ

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям. 9 – 5.1.3. Объясняет дисперсию света.
Цели обучения	- Обосновывает экспериментально и теоретически дисперсию белого света. - Приводит примеры применения явления дисперсии в природе и технике. - Решает качественные задачи на явление дисперсии.
Навыки XXI века	Ученик: - использует интерактивные симуляции; - использует программы на основе искусственного интеллекта; - выполняет практическую работу по теме и представляет ее результаты; - мыслит критически; - задает вопросы, обсуждает и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, фонарик (белый свет), ванна (неглубокая пластиковая емкость), плоское зеркало, лист белой бумаги формата А3, вода (2–3 литра), компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	https://www.youtube.com/watch?v=mePUvqc48bY https://www.youtube.com/watch?v=o7HiTquq9x8 https://fizikdersi.gen.tr/sinir-acisi-tam-yansima-nedir/#google_vignette https://www.liacoseducationalmedia.com/shedding-light-on-refraction-and-total-internal-reflection https://www.youtube.com/watch?v=fDWU8Rr-XaA

Краткий план урока

Урок основан на модели 5Е.

Мотивация.

Почему же возникла радуга?

Какое световое явление лежит в основе этого процесса?

Исследование. Проводится эксперимент под названием “Почему белый свет разлагается на цвета?”.

Объяснение. Под руководством учителя группы учащихся изучают дисперсию света, готовят постеры и делают презентации.

Применение. Решается качественная задача, связанная с темой.

Оценивание.

1. Учащиеся оценивают свои знания по теме, отвечая на предложенные вопросы и решая задачи.

2. Учитель оценивает результаты обучения учащихся на уроке, используя четырехуровневую систему оценивания, основанную на известных критериях.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

Этап можно организовать, рассмотрев ситуацию, приведенную в учебнике. В ходе обсуждения следующих вопросов учащиеся излагают свои гипотезы о причине появления радуги в небе во время “слепого дождя”:

Почему же возникла радуга?

Какое световое явление лежит в основе этого процесса?

Естественно, учитель не реагирует на правильные и неправильные ответы учеников при обсуждении. Он лишь записывает на доске неповторяющиеся ключевые слова из предположений учеников. В конце урока учащиеся сами с уверенностью определяют, какое предположение верно.

После этого формулируются исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы

- Какой вывод о составе света дает разделение солнечного света на разноцветные лучи?
- Какова причина разделения белого света на разноцветные составляющие?

ИССЛЕДОВАНИЕ (≈ 14 мин.)

Проводится исследование “Почему белый свет разлагается на цвета?”. Этапы организованы в следующей последовательности:

I. Учащиеся разделяются на группы по количеству комплектов оборудования.

II. Учащиеся знакомятся с ходом работы.

III. Проводится работа.

IV. Проводится обсуждение вопросов, приведенных в учебнике:

1. В чем причина разделения белого света на различные цвета?

2. Что это за цвета и какова закономерность в их расположении?

Учащиеся, вероятно, не смогут полностью правильно ответить на первый вопрос. Правильное мнение они сформируют после освоения учебного материала. На второй вопрос они смогут ответить правильно, если внимательно изучат цвета, полученные на белом листе. Однако во всех случаях учитель направляет деятельность учащихся на третий этап урока, чтобы определить, какой из этих ответов является правильным.

Внимание!

В ходе занятия учитель рекомендует группам учеников обратить внимание на следующее:

- наклон плоского зеркала относительно воды в ванне;
- направлять белый свет фонарика на ту часть зеркала, которая погружена в воду;
- перемещать белый лист бумаги перед зеркалом влево и вправо, вверх и вниз, а также вперед и назад таким образом, чтобы цветные лучи, отраженные от зеркала, были четко видны на листе;
- нарисовать схему эксперимента как на рабочем листе, так и на плакате;
- аккуратно оформить плакат.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 20 мин.)

Под руководством учителя этот этап может быть выполнен в следующей последовательности:

1. Дидактические листы с заранее подготовленными вопросами раздаются группам, сформированным на этапе исследования.

Примечание. Дидактические листы могут быть подготовлены по примерам, изображенным на Рисунке 1. Количество листов должно соответствовать числу групп.

Лист №1

1. В чём заключается вклад Н. Туси в изучение свойства разделения белого света на его компоненты?
2. Из какого набора цветов состоит спектр белого света и в какой последовательности эти цвета следуют друг за другом? Нарисуйте это на схеме.
3. Почему белый свет разделяется на цвета при преломлении в стеклянной призме?

Лист №2

1. Кто первым наблюдал разделение белого света на составляющие лучи в лабораторных условиях? Нарисуйте схему эксперимента.
2. Что такое дисперсия и в каком порядке расположены эти цвета в совокупности цветных лучей, из которых состоит белый свет?
3. Как образуется радуга?

Рисунок 1

2. Группам выдаются листы формата А2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации, и им отводится определенное время (≈ 6 мин.).

3. Ученики обмениваются информацией в группах, обсуждают и готовят презентацию.

4. Каждому лидеру группы отводится определенное время на презентацию (≈ 3 мин.).

5. Учитель может провести в классе следующий опрос, чтобы учащиеся могли сделать обобщения (≈ 3 мин.):

Учитель: Что называется явлением дисперсии?

Учитель: Как на практике был обнаружен сложный состав белого света?

Учитель: Какой луч называется монохроматическим лучом?

Учитель: Почему белый свет разделяется на цвета при преломлении в стеклянной призме?

Учитель: Каков механизм образования радуги?

Подумай•Обсуди•Поделись

- В каком случае явление дисперсии проявляется заметнее – при прохождении белого света через плоскопараллельную стеклянную пластинку или через треугольную стеклянную призму? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Хотя преломление происходит, когда белый свет проходит через плоскую стеклянную пластину с параллельными гранями, но лучи разных цветов вновь становятся параллельными, когда выходят из пластины. Поэтому цвета не разделяются в пространстве, и дисперсия слабая.

В треугольной стеклянной призме луч преломляется на двух непараллельных поверхностях. Поскольку угол преломления различен для каждого цвета, лучи расходятся в разных направлениях, и цвета четко разделяются. Поэтому дисперсия наблюдается более отчетливо.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 2 мин.)

Ответы на вопросы представленной задачи следующие:

Вопрос 1. В какую сторону нужно смотреть утром во время восхода Солнца, чтобы увидеть радугу?

Ответ. Чтобы увидеть радугу на восходе Солнца утром, следует повернуться в противоположную от Солнца сторону, то есть стоять спиной к Солнцу.

Вопрос 2. Какое оптическое явление вызывает образование радуги?

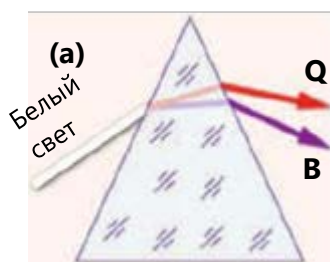
Ответ. Радуга образуется в результате дисперсии, преломления, внутреннего отражения и повторного преломления света.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 4 мин.)

Ответы на вопросы, приведенные в этом блоке, следующие:

Проверьте полученные знания

1. Ответ.



2. Голубой свет распространяется в стекле медленнее, чем жёлтый.

Вопрос 1. Какой луч преломляется сильнее в стеклянной призме?

Ответ. Голубой свет преломляется сильнее.

Объяснение. Чем ниже скорость распространения света в среде, тем больше показатель преломления этой среды. Луч с более высоким показателем преломления сильнее меняет направление на поверхности призмы. Следовательно, голубой свет преломляется сильнее, чем жёлтый.

Вопрос 2. Для луча какого цвета показатель преломления стекла больше?

Ответ. Для голубого луча.

Объяснение. Показатель преломления связан со скоростью распространения света в среде формулой $n = \frac{c}{v}$ (где c – скорость света в вакууме, v – скорость света в среде). Поэтому в среде с большим показателем преломления свет распространяется с меньшей скоростью. Поскольку показатель преломления стекла для голубого света больше, чем для желтого, голубой свет распространяется в стекле медленнее.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Обоснование	Формально обосновывает экспериментально и теоретически дисперсию белого света.	Самостоятельно обосновывает экспериментально и теоретически дисперсию белого света.	Обосновывает экспериментально и теоретически дисперсию белого света, приводя примеры.	Обосновывает экспериментально и теоретически дисперсию белого света, проводя анализ исторических событий.
Приведение примеров	Приводит примеры применения явления дисперсии в природе и технике только на основе примеров из учебника.	Приводит примеры применения явления дисперсии в природе и технике на основе информации, собранной из внешних источников.	Приводит примеры применения явления дисперсии в природе и технике на основе анализа информации, собранной как из учебников, так и из внешних источников.	Приводит примеры, оценивая собранную им информацию о применении явления дисперсии в природе и технике с научной и технологической точки зрения.
Решение задач	Решает простые качественные задачи на явление дисперсии.	Решает качественные задачи средней степени сложности на явление дисперсии.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на явление дисперсии.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на явление дисперсии, проверяя их результат.

Подстандарты	9 – 1.2.1. Определяет систематические и случайные погрешности при измерении. 9 – 1.2.2. Проводит действия с погрешностями измерений. 9 – 1.3.5. Подводит итоги практической работы. 9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Применяет закон преломления света на практике. • Определяет при измерении физических величин. • Готовит презентацию, обобщающую результаты практической работы.
Навыки XXI века	Ученик: • ставит проблему; создает взаимоотношения и обратную связь “учитель ↔ ученик ↔ ученик”; • планирует и проводит практические занятия; • определяет численное значение физических величин экспериментальным путем; • готовит постер с результатами эксперимента, подводит итоги.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, пластинка из толстого стекла в форме трапеции, миллиметровая линейка, миллиметровая бумага, лист картона (формата А4), булавка с колпачком (4 шт.), остро заточенный карандаш, лазерная указка, циркуль, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=3U974MJD-Rg 2. https://video.edu.az/video/12375 3. https://www.youtube.com/watch?v=8HUUmyTHIRw

Краткий план урока

Организация вводного опроса. Оно состоит из трех этапов:

1. Опрос по теоретическим основам практической работы.
2. Планирование работы: краткий опрос последовательности этапов работы.
3. Опрос о необходимом для работы оборудовании.

Организация выполнения работы. Выполнение работы организуется в запланированной последовательности.

Организация заключительного опроса. Презентация и обсуждение постеров лидерами групп.

Оценивание. Деятельность учеников оценивается индивидуально по уровням.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДНОГО ОПРОСА (≈ 15 мин.)**1. Организация опроса по теоретическим основам практической работы (≈ 5 мин).**

Опрос можно провести по следующим вопросам:

Учитель: Что гласит закон Снеллиуса о преломлении света?

К доске выходит один ученик и записывает формулу закона преломления.

Учитель: Что называют абсолютным показателем преломления среды?

Соответствующая формула записывается на доске.

Учитель: Какие погрешности учитываются при измерениях и расчетах?

Учитель: Что такое абсолютная погрешность измерения?

2. Планирование работы: организация фронтального опроса последовательно-сти этапов выполнения работы (≈ 7 мин).

Опрос можно организовать следующим образом:

1. Как следует разместить трапециевидную стеклянную пластину на листе миллиметровой бумаги?

2. Что следует сделать на следующем этапе?

3. Как следует направить лазерный луч на поверхность одной из параллельных сторон стеклянной пластины, чтобы наблюдалось преломление?

4. Как следует определить точки 1, 2, 3 и 4 и расположение булавок, вставленных в эти точки, в процессе эксперимента?

Общая схема эксперимента отображается на экране (если нет компьютера, ученика, способного нарисовать схему, просят нарисовать ее на доске) (Рисунок 1).

5. Как следует определить углы падения и преломления света на границах раздела воздух-стекло и стекло-воздух в процессе эксперимента?

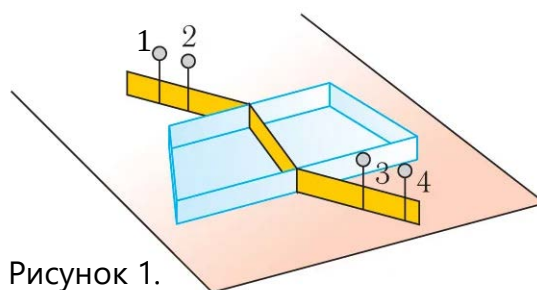


Рисунок 1.

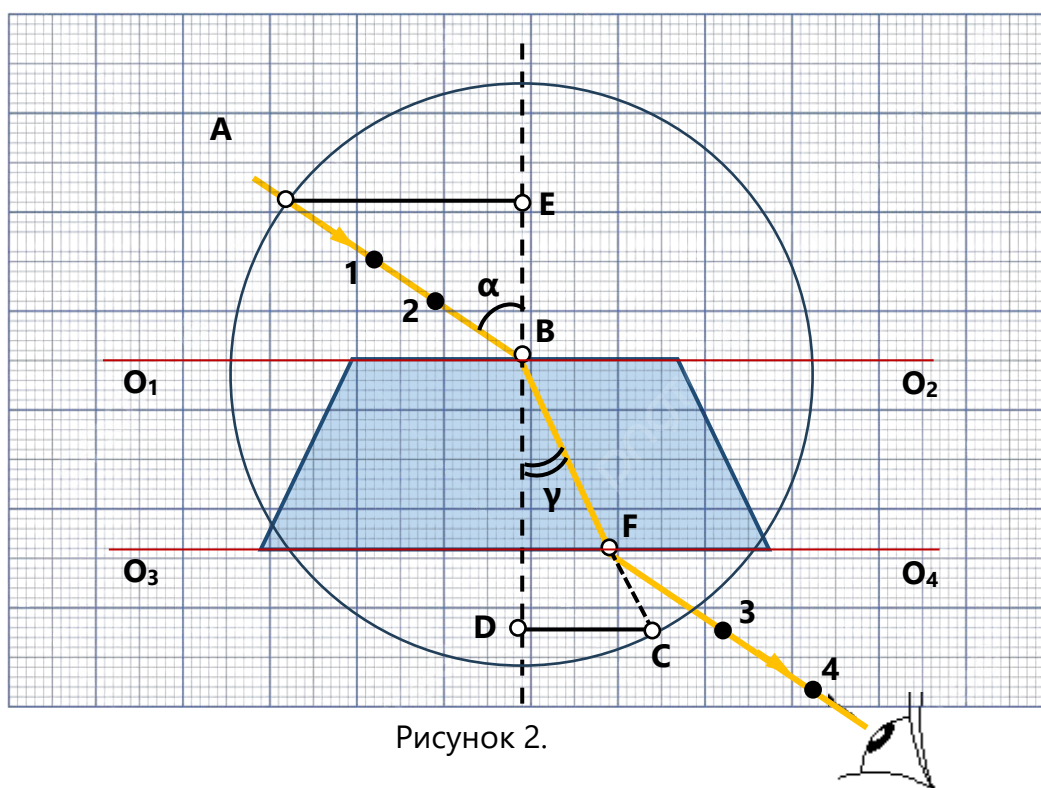


Рисунок 2.

6. Для чего будет использоваться циркуль? На экране отображается схема эксперимента (если компьютер недоступен, ученику, умеющему нарисовать схему, предлагается нарисовать ее на доске) (Рисунок 2)

7. Итак, как записать соответствующую формулу для определения показателя преломления света?

8. В какую таблицу следует записать выражения, полученные в ходе эксперимента?

К доске вызывают ученика и составляют таблицу.

Таблица 2.1.

Измерения			Вычисления				
№	АЕ, мм	CD, мм	n_s	ΔAE , мм	ΔCD , мм	ε , %	Δn
1	38	25	1,52	2	2	13,2	0,20
2							
3							

3. Опрос необходимого оборудования для выполнения работы (≈ 2 мин)

Проводится опрос по списку необходимого оборудования для выполнения работы.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ (≈ 15 мин.)

Этот этап можно осуществить в следующей последовательности:

1. Ученики распределяются по группам в соответствии с количеством комплектов приборов и оборудования.
 2. Группам предоставляются материалы.
 3. Группам дается указание записать необходимую формулу и нарисовать таблицу на листе формата А2 (если нет, то на двойном листке в клетку), чтобы заполнить ее результатами.
 4. Даются инструкции по проведению эксперимента в соответствии с планом.
 5. Каждая группа готовит постер на основе полученных результатов.
- Объявляется, что у групп есть ≈ 15 минут на выполнение работы.
6. Результаты, полученные группами в ходе измерений, сравниваются с табличным значением показателя преломления стекла.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ОПРОСА (≈ 10 мин.)

На этом этапе лидеры групп делают презентацию на основе подготовленного ими плаката. Объявляется, что каждой группе будет отведено 2 минуты на презентацию. Презентация включает таблицу с результатами измерений и формулу для расчетов.

После презентаций проводится краткий опрос:

- Какую зависимость вы наблюдали между углом падения светового луча на границе раздела воздух-стекло и углом преломления луча?
- Какую закономерность вы определили в этой зависимости в результате эксперимента?

Внимание! Ученикам дается задание подготовить отчет о результатах практической работы дома. В отчете обращается внимание на то, что учитываются абсолютные и относительные погрешности значений показателя преломления стекла, полученных в результате измерений.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

Оценивание проводится по четырёхуровневой системе оценивания, основанной на ожидаемых результатах обучения.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Применение	Формально применяет закон преломления света на практике.	Свободно применяет закон преломления света на практике.	Применяет закон преломления света на практике на основе анализа.	Применяет закон преломления света на практике, правильно оценивая его.
Определение	С трудом определяет ошибки при измерении физических величин.	Свободно определяет ошибки при измерении физических величин.	Определяет ошибки при измерении физических величин, проводя анализ.	Определяет ошибки при измерении физических величин, проводя обобщение.
Презентация	Готовит презентацию в группах, обобщающую результаты практической работы.	Самостоятельно готовит презентацию, обобщающую результаты практической работы.	Готовит примерную презентацию, обобщающую результаты практической работы.	Готовит презентацию, обобщающую результаты практической работы на основе анализа.

Урок 40/ Тема:

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям. 9-5.1.3 Объясняет дисперию света.
Цели обучения	• Теоретически и практически обосновывает применение закона преломления света в различных ситуациях. • Решает разнообразные задачи на применение закона преломления света к различным ситуациям.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного и услышанного; • взаимодействует и сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает качественные и количественные проблемы; • проводит презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Поскольку данная задача является качественной и предполагает использование схемы-рисунка, ее решение осуществляется в два этапа.

Изучение текста задачи. Этап включает следующие последовательные шаги:

1. Чтение условия задачи.
2. Проведение фронтального опроса по условию задачи.
3. Комментарии краткого содержания задачи.

Анализ задачи. Проведение фронтального опроса по теме, к которой относится задача, и анализ хода ее решения.

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально соответственно подготовленным уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 5 мин.)

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть I, с. 64, № 4). Прозрачные плоские пластины с параллельными гранями М, N и O расположены параллельно друг другу в воздухе. Луч света внутри этих пластин распространяется так, как показано на рисунке 4.

Вопрос 1. Найди верное соотношение показателей преломления пластин?

- A) $n_N > n_O > n_M$ B) $n_N > n_M > n_O$ C) $n_M > n_N > n_O$
D) $n_M > n_O > n_N$ E) $n_O > n_M > n_N$

Вопрос 2. Найди верное соотношение скоростей распространения светового луча в этих пластинах?

- A) $v_N > v_O > v_M$ B) $v_N > v_M > v_O$ C) $v_M > v_N > v_O$
D) $v_M > v_O > v_N$ E) $v_O > v_M > v_N$

Вопрос 3. Под каким углом будет преломляться свет на границе между пластиной O и воздухом?

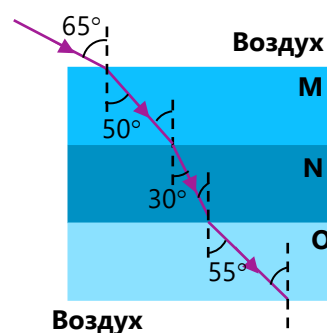


Рисунок 4.

2. Опрос по условию задачи. Организуется фронтальный опрос, касающийся содержания задачи.

Учитель: Как расположены в воздухе стеклянные пластины М, N и O с параллельными гранями?

Учитель: Какой путь проходит световой луч в этих пластинах?

Ученика просят нарисовать рисунок на доске (по возможности изображение выводится на электронную доску).

Учитель: О чем спрашивается в первом вопросе задачи?

Учитель: О чем спрашивается во втором вопросе задачи?

Учитель: О чем спрашивается в третьем вопросе задачи?

3. Один из учеников рассказывает краткое содержание текста условия задачи.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 15 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по изучаемой теме.

Учитель: Что гласит закон преломления Снеллиуса?

Учитель: Сколько раз преломляется световой луч, падающий из воздуха на прозрачную пластину с параллельными гранями?

Учитель: Если свет падает на три плотно прижатые друг к другу прозрачные пластины с параллельными гранями и различными показателями преломления, сколько раз он преломляется?

Учитель: На схеме показан ход светового луча через три различные прозрачные пластины с параллельными гранями, плотно прижатые друг к другу. Чему равен угол преломления в пластине N для луча, падающего на границу раздела между пластинами M и N под углом 50° ?

Ученик: Угол преломления в пластине N равен 30° .

Учитель: Каково соотношение показателей преломления пластин N и M в данном случае — то есть у какой пластины показатель преломления больше?

Ученик: Показатель преломления пластины N больше, чем у пластины M.

Учитель: Чему равен угол преломления в пластине O для луча, падающего на границу между пластинами N и O под углом 30° ?

Ученик: Угол преломления в пластине O равен 55° .

Учитель: Каково соотношение показателей преломления пластин N и O в данном случае? Показатель преломления пластины N больше, чем у пластины O, поскольку угол преломления на границе раздела двух сред больше угла падения.

Учитель: Итак, показатель преломления пластины N больше показателей преломления пластин M и O. Каково соотношение между показателями преломления пластин M и O?

Ученик: Сравнивая углы падения света на пластины и углы преломления, можно увидеть, что показатель преломления пластины M больше показателя преломления пластины O.

Учитель: Каково же правильное соотношение между показателями преломления пластин?

Ученик: Правильное соотношение между показателями преломления пластин $n_N > n_M > n_O$.

Учитель: Какова, согласно закону Снеллиуса, связь между показателями преломления сред и скоростями распространения лучей в этих средах?

Ученик: Согласно закону Снеллиуса, связь между показателями преломления сред и скоростями распространения лучей в этих средах такова:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2}.$$

Учитель: В чем заключается физический смысл закона Снеллиуса, исходя из этой формулы?

Ученик: Физический смысл закона состоит в том, что преломление света на границе двух прозрачных сред обусловлено различием скоростей его распространения в этих средах. Среда, в которой скорость распространения света мала, имеет высокий показатель преломления, а среда, в которой скорость велика, — низкий показатель преломления.

Учитель: Если показатели преломления пластин соотносятся как $n_N > n_M > n_O$, то каково правильное соотношение скоростей светового луча в этих пластинах?

Ученик: При соотношении показателей преломления $n_N > n_M > n_O$ скорости светового луча в пластинах соотносятся следующим образом:

$$v_O > v_M > v_N.$$

Учитель: Итак, каковы ответы на вопросы 1 и 2 соответственно?

Ученик: Ответ на вопрос 1 — В, ответ на вопрос 2 — Е.

Вопрос 3. Ответ. Поскольку три прозрачные плоскопараллельные пластины находятся в одной среде — воздухе, световой луч преломится на границе “воздух — пластина M” под углом, равным углу на границе “пластина O — воздух”, и выйдет в воздух под тем же углом, то есть 65° .

Примечание. Используя эту методику, на уроке можно решить еще несколько качественных и количественных задач.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Анализ	Теоретически и практически обосновывает наизусть применение закона преломления света в различных ситуациях.	Теоретически и практически обосновывает применение закона преломления света в различных ситуациях, приводя примеры.	Теоретически и практически обосновывает применение закона преломления света в различных ситуациях, проводя анализ.	Теоретически и практически обосновывает применение закона преломления света в различных ситуациях, оценивая его важность.
Решение задач	Решает разнообразные простые задачи на применение закона преломления света к различным ситуациям.	Решает разнообразные задачи средней степени сложности на применение закона преломления света к различным ситуациям.	Решает разнообразные задачи высокой степени сложности на применение закона преломления света к различным ситуациям.	Решает разнообразные задачи высокой степени сложности на применение закона преломления света к различным ситуациям, проводя анализ.

2.4. ЛИНЗЫ

Урок 41/ Тема 2.4.1

ЛИНЗЫ. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЛИНЗ

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Различает виды линз. • Классифицирует основные элементы линз. • Решает качественные задачи по данной теме.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • выполняет практические работы по теме и представляет их результаты; • мыслит критически (предлагает иное объяснение вопроса или проблемы, отличное от стандартного; допускает возможность ситуаций, выходящих за рамки, установленные тем или иным законом); • задает вопросы, участвует в обсуждениях и способен работать как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, оптический диск, выпуклая стеклянная линза, карандаш, линейка, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://video.edu.az/public/video/747 2. https://www.youtube.com/watch?v=x00Gi6T94_I 3. https://www.youtube.com/watch?v=1pwO9i1adYQ

Краткий план урока

Урок построен на основе модели 4Е.

Мотивация.

- Как вы думаете, что общего в устройстве и принципе действия перечисленных приборов?

Объяснение. Устное объяснение учителя.

Применение. Проведение исследования "Изменилось ли фокусное расстояние линзы?"

Оценивание.

1. Учащиеся оценивают свои знания по теме, отвечая на предложенные вопросы и решая задачи.
2. Учитель оценивает работу учащихся на различных этапах урока, руководствуясь четырехуровневыми критериями.

МОТИВАЦИЯ (≈ 2 мин.)

На электронной доске демонстрируются описания оптических приборов, широко используемых в повседневной жизни и технике, а также выслушиваются предполагаемые ответы учащихся на вопросы, поставленные в учебнике. После того как ключевые слова из предположений будут записаны на доске, формулируются исследовательские вопросы.

Вопросы для исследования

- Основным конструктивным элементом оптических устройств, применяемых в повседневной жизни, науке и технике, является линза. Сколько существует видов линз и в чем их различие?
- Каковы основные элементы линз?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 22 мин.)

Поскольку эта тема совершенно не знакома учащимся (это их первое знакомство с учебным материалом о линзах), данный этап рекомендуется проводить на основе устных объяснений учителя.

Таким образом:

- дается информация о линзах и их видах (включая собирающие и рассеивающие), формулируется определение, демонстрируются иллюстрации, а затем несколько учащихся повторяют услышанное;
- на основе иллюстраций объясняются основные элементы линзы. При этом дается информация о следующих элементах:
 - *оптический центр линзы: формулируется определение, объяснение сопровождается схемой, и как минимум двое учащихся повторяют его;*
 - *главная оптическая ось линзы: формулируется определение, объяснение сопровождается схемой, и как минимум двое учащихся повторяют его;*
 - *оптическая ось линзы: формулируется определение, объяснение сопровождается схемой, и как минимум двое учащихся повторяют его;*
 - *главный фокус линзы: формулируется определение, объяснение сопровождается схемой, и как минимум двое учащихся повторяют его;*
 - *фокальная плоскость и фокус линзы: формулируется определение, объяснение сопровождается схемой, и как минимум двое учащихся повторяют его.*

Внимание! Учащимся следует учесть, что при построении изображений с помощью линз возникают ситуации, когда невозможно обойтись без использования понятий фокальной плоскости и оптической оси линзы. Поэтому рекомендуется уделить особое внимание следующей информации из учебника:

“Точки пересечения различных оптических осей линзы с фокальной плоскостью представляют собой фокусы линзы, соответствующие этим осям. В собирающей линзе световые лучи, падающие параллельно данной оптической оси, после преломления в линзе сходятся в точке пересечения фокальной плоскости с этой осью – то есть в фокусе линзы (см. рисунок 1)”.

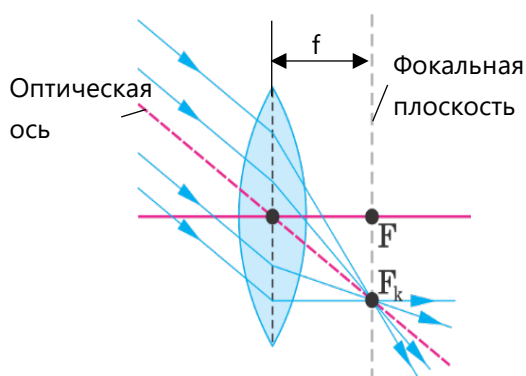


Рисунок 1. Фокальная плоскость – это геометрическое место всех фокусных точек линзы.

Подумай• Обсуди• Поделись

- На рисунке показаны параллельные лучи, падающие на вогнуто-выпуклую линзу слева, преломление и пересечение этих лучей на правой стороне линзы. Если на линзу падают параллельные лучи справа, то по какой траектории будут распространяться преломленные лучи? Обоснуйте свой ответ, нарисовав схему.

Ответ.

- Лучи снова будут параллельны главной оптической оси.
- Они преломятся на обеих поверхностях линзы.
- После преломления они пересекутся в фокусе, расположенном слева от линзы.

Почему так происходит?

Собирающая линза оптически симметрична и имеет два фокуса (на одинаковом расстоянии с обеих сторон). С учетом всего сказанного схема будет выглядеть так, как показано на рисунке 2.

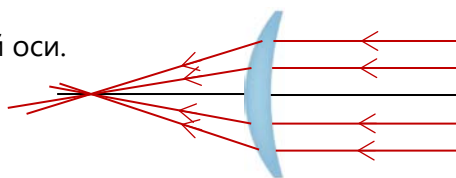
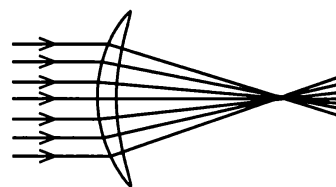


Рисунок 2

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 15 мин.)

На этом этапе проводится исследование вопроса: “Изменилось ли фокусное расстояние линзы?”

По согласованию с учителем этот этап можно провести в следующей последовательности:

I. Формируются группы учащихся в соответствии с количеством оптических дисков.

II. Учащиеся знакомятся с ходом работы.

III. Затем выполняется сама работа.

Внимание! Если в кабинете физики имеется только один диск, то эксперимент демонстрирует сам учитель. При этом к демонстрационному столу можно пригласить по одному учащемуся из каждой группы и воспользоваться их помощью.

IV. Проводится обсуждение вопроса, приведенного в учебнике.

- Как изменялось фокусное расстояние линзы при изменении углов падения параллельных лучей на линзу?

- Какой вывод вы сделали из эксперимента?

Учащиеся определили, что произвольные изменения углов падения параллельных лучей, направленных на линзу, не влияют на фокусное расстояние линзы.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Ответы на вопросы, приведенные в этом разделе, следующие:

1. Вопрос 1. В чем различие между понятиями "главная оптическая ось" и "оптическая ось" линзы?

Ответ. Главная оптическая ось линзы – это прямая линия, проходящая через оптический центр линзы и перпендикулярная плоскости линзы. Оптическая ось линзы – это любая прямая линия, проходящая через оптический центр линзы.

Вопрос 2. Сколько главных оптических осей и сколько оптических осей имеет линза?

Ответ. У каждой линзы одна главная оптическая ось. Поскольку через оптический центр можно провести любое количество прямых, каждая линза имеет бесконечное множество оптических осей.

2. Что означают понятия "главный фокус линзы" и "фокусное расстояние"? Обоснуйте свой ответ, нарисовав схему.

Ответ. Главный фокус выпуклой линзы – это точка на главной оптической оси, в которой пересекаются световые лучи, падающие на линзу параллельно ее главной оптической оси, после преломления в ней; обозначается она буквой F. Точка, в которой находится главный фокус, называется фокусной точкой. Фокус выпуклой линзы является действительным, так как в нем пересекаются сами лучи, преломленные линзой (Рисунок 3).

Главный фокус вогнутой линзы – это точка, в которой пересекаются продолжения световых лучей, падающих параллельно главной оптической оси линзы, после их преломления. Фокус вогнутой линзы является мнимым, так как в нем пересекаются не сами преломленные лучи, а их продолжения (Рисунок 4).

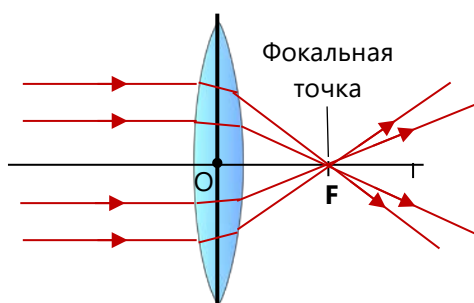


Рисунок 3

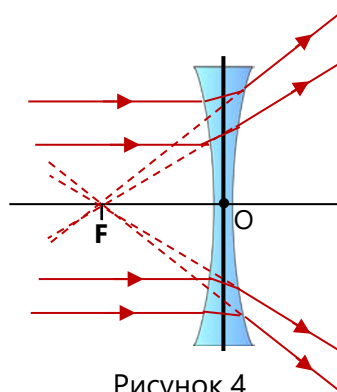
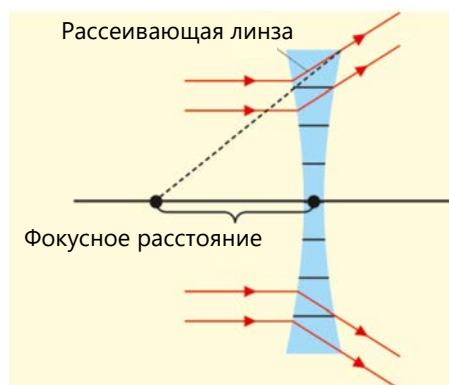
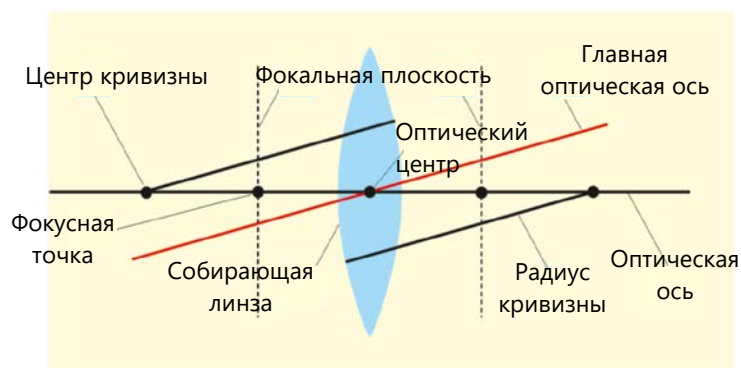


Рисунок 4

3. Нарисуйте данную схему на рабочем листе и отметьте соответствующий элемент линзы вместо точек.

Ответ.



Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Различия	Частично различает виды линз.	Без труда различает виды линз.	Различает виды линз, приводя примеры.	Различает виды линз, приводя примеры их практического значения.
Классификация	Формально классифицирует основные элементы линз.	Свободно классифицирует основные элементы линз.	Классифицирует основные элементы линз, изображая их на схеме.	Классифицирует основные элементы линз на основе анализа.
Решение задач	Решает простые качественные задачи по данной теме.	Решает качественные задачи средней степени сложности по данной теме.	Решает качественные задачи высокой степени сложности по данной теме.	Решает качественные задачи высокой степени сложности по данной теме, оценивая их результат.

Подстандарты	9 – 1.3.5. Подводит итоги практической работы. 9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Перечисляя, изображает на схеме лучи, используемые для построения изображений в линзах. • Строит изображения предметов, находящихся на различных расстояниях от выпуклых и вогнутых линз. • Решает качественные задачи на построение изображений предметов в линзах.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • выполняет практические работы по теме и представляет их результаты; • мыслит критически (предлагает иное объяснение вопроса или проблемы, отличное от стандартного; допускает возможность ситуаций, выходящих за рамки, установленные тем или иным законом); • задает вопросы, участвует в обсуждениях и способен работать как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, двояковыпуклая линза с известным фокусным расстоянием, свеча, спички, экран, чувствительный электронный термометр, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=mePUvqc48bY 2. https://www.youtube.com/watch?v=o7HiTquq9x8 3. https://fizikdersi.gen.tr/sinir-acisi-tam-yansima-nedir/#google_vignette 4. https://www.liacoseducationalmedia.com/shedding-light-on-refraction-and-total-internal-reflection 5. https://phet.colorado.edu/en/simulations/bending-light

Краткий план урока

Урок построен на основе модели 5Е.

Мотивация.

Урок может быть проведен с изучения ситуации и двух исследовательских вопросов, представленных в учебнике.

Исследование. Проводится исследование на тему: "От чего зависит изображение предмета, полученное в линзе?".

Объяснение. Под руководством учителя группы учащихся изучают методику построения изображения в собирающей и рассеивающей линзах, готовят плакаты и делают презентации.

Применение. Учащиеся строят изображение одного и того же предмета в собирающей и рассеивающей линзах.

Оценивание.

1. Учащиеся оценивают свои знания по теме, отвечая на вопросы и решая задачи.
2. Учитель оценивает результаты обучения на уроке, используя четырёхуровневую систему оценивания, основанную на установленных критериях.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

В романе Жюль Верна "Путешествие и приключения капитана Хаттераса" доктора Клобонни спрашивают, как можно поджечь сухую гнилую древесину без спичек при 48-градусном морозе:

- Сформулируйте свою гипотезу: Что, по вашему мнению, было написано вместо точек в предложении в произведении? Как доктор Клобонни поджег гнилую древесину без спичек?

Ученики, читавшие роман, сразу дают правильный ответ. Если же никто не читал книгу, то учащиеся начинают выдвигать различные гипотезы. Учитель записывает на доске ключевые слова из этих гипотез (не повторяясь) и обращается к классу с исследовательскими вопросами, приведенными в учебнике.

Исследовательские вопросы

- Как вы считаете, возможно ли получить с помощью выпуклой линзы как действительное, так и мнимое изображение?
- Какие виды изображений дает вогнутая линза и от чего зависит расстояние от линзы до изображения?

ИССЛЕДОВАНИЕ (≈ 16 мин.)

Проводится исследование на тему "От чего зависит изображение предмета, полученное в линзе?". Этап организован в следующей последовательности:

- I. Учащиеся делятся на группы в соответствии с количеством комплектов оборудования (2 мин).
- II. Группы знакомятся с ходом работы (4 мин).
- III. Выполнение работы (6 мин).

Внимание! Если имеется только один комплект оборудования, работа проводится учителем в форме демонстрационного эксперимента.

Внимание!

В процессе работы учитель рекомендует группам учащихся обратить внимание на следующее:

- взаимное расположение экрана, линзы и горящей свечи (расстояние до свечи $d > 2F$; свеча, линза и экран размещаются на одной прямой линии на столе; фокусное расстояние линзы указано на подставке лабораторной линзы);
- правильное выполнение действий по перемещению экрана (приближению или удалению от линзы) до появления четкого изображения пламени свечи (Рисунок 1);
- точное измерение температуры в той точке экрана, где получено изображение пламени, и сравнение ее с комнатной температурой;
- размещение свечи в интервале между точкой двойного фокуса и фокусом линзы и повторение эксперимента;
- рисование схемы эксперимента в рабочем листе.

IV. Обсуждение вопросов, приведенных в учебнике (4 мин):

1. Какие различия вы наблюдали при сравнении изображений, полученных на экране, с самим предметом (пламенем)?

2. Какие выводы можно сделать о том, являются ли изображения действительным или мнимыми?

3. Какую разницу вы определили между температурой места, где были получены изображения, и комнатной температурой? О чем свидетельствует эта разница?

4. Какие выводы можно сделать из эксперимента о характеристиках изображения (действительное или мнимое, размер, прямое или перевернутое изображение)?

На основе своих наблюдений учащиеся правильно отвечают на вопросы 1 и 3. Однако на вопросы 2 и 4 они могут ответить неточно.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 20 мин.)

Под руководством преподавателя этот этап можно реализовать, выполнив следующие действия:

1. Группам, сформированным на этапе исследования, раздают дидактические листы с заранее подготовленными вопросами.

Примечание. Дидактические листы можно подготовить по образцам, представленным на рисунке 1. Количество листов должно соответствовать числу групп.

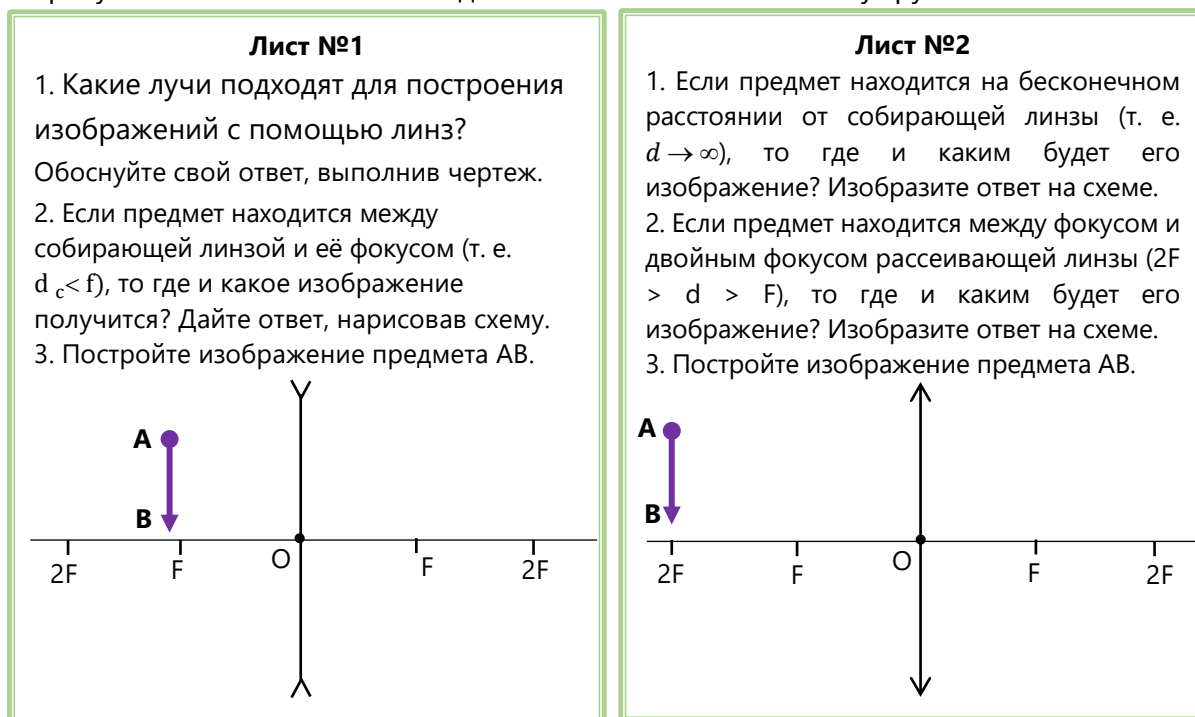


Рисунок 1

2. Группы получают листы формата А2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации; им отводится определенное время (≈ 6 мин.).

3. Учащиеся обмениваются информацией в группах, проводят обсуждение и готовят презентацию.

4. Каждому лидеру группы предоставляется время для презентации (≈ 2 мин.).

5. Учитель может провести фронтальный опрос класса, чтобы учащиеся могли сделать обобщающие выводы (≈ 4 мин.):

Учитель: Какие лучи удобно использовать для построения изображений в линзах?

Учитель: В каких случаях собирающая линза дает действительное изображение предмета, а в каких – мнимое?

Учитель: А в каких случаях рассеивающая линза дает действительное изображение предмета, а в каких – мнимое?

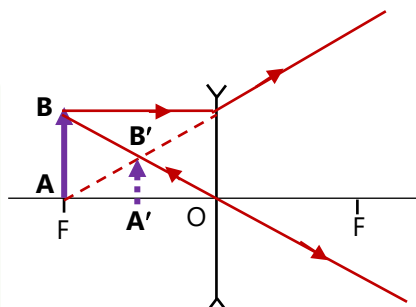
Учитель: В каком случае собирающая линза дает мнимое изображение предмета?

Учитель: Каковы характеристики действительных и мнимых изображений, получаемых с помощью линзы?

Подумай•Обсуди•Поделись

• Если предмет расположен на главном фокусе рассеивающей линзы, какими свойствами будет обладать его изображение? Перенесите схему на свой рабочий лист и обоснуйте свой ответ, построив изображение предмета.

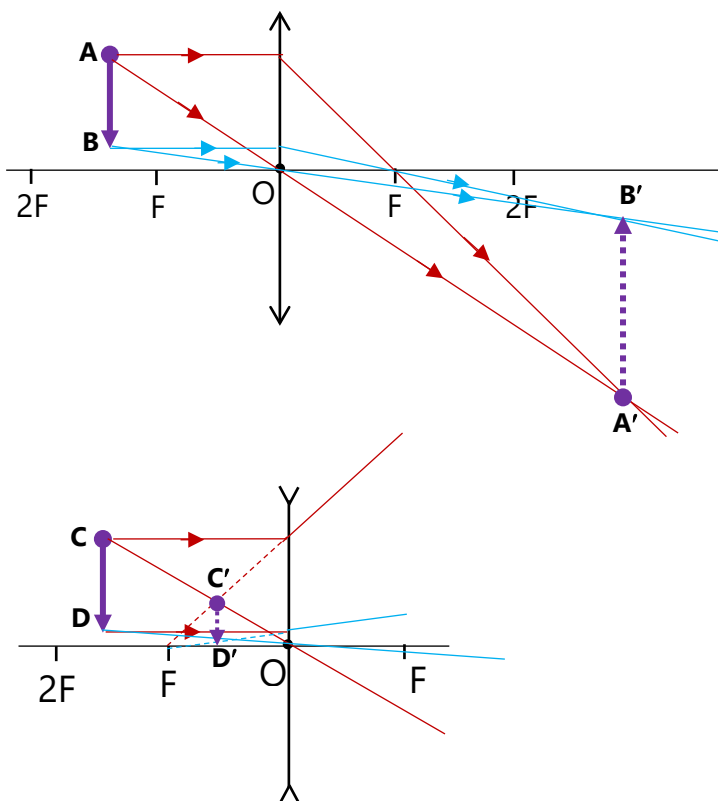
Ответ: Независимо от расстояния от предмета до рассеивающей линзы, его изображение всегда будет прямым, уменьшенным и мнимым, и оно будет расположено между фокусом и рассеивающей линзой.



ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

Необходимо решить задачу, приведённую в учебнике.

Ответ. Как видно из схемы, изображение предмета AB – действительное, а изображение предмета CD – мнимое. Поскольку предмет AB находится между двойным фокусом и фокусом собирающей линзы, его изображение получается увеличенным и расположенным за двойным фокусом. Независимо от расстояния, на котором предмет CD находится от рассеивающей линзы, его изображение получается уменьшенным и расположенным между фокусом и самой линзой.



ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 4 мин.)

Ответы на вопросы этого блока приведены ниже:

Проверьте полученные знания

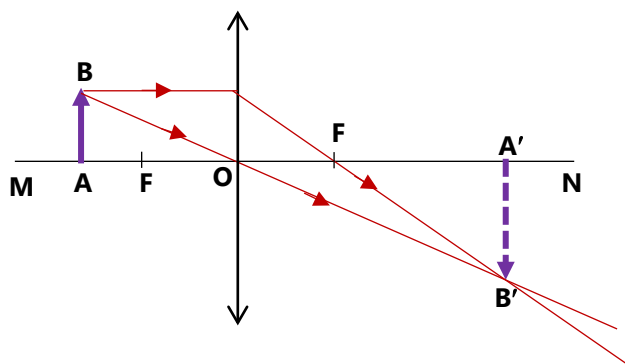
1. Ответ. Для построения изображения любой точки с помощью линзы удобно использовать следующие лучи:

1) луч, проходящий через оптический центр линзы, при прохождении сквозь нее не преломляется;

- 2) луч, параллельный главной оптической оси линзы, после преломления в собирающей линзе проходит через ее фокус;
- 3) луч, проходящий через фокус линзы, после преломления в собирающей линзе распространяется параллельно главной оптической оси.

2. Ответ. С помощью выпуклой линзы можно получить мнимое изображение. Это возможно, если предмет находится между фокусом линзы и самой линзой. С помощью вогнутой линзы получить действительное изображение невозможно.

3. Вопрос 1. Ответ. На схеме изображение предмета АВ построено с использованием соответствующих лучей. Исходя из схемы построения, можно легко определить оптический центр и фокусы линзы.



Вопрос 2. Ответ. Как видно из схемы, изображение А'В' получено с помощью собирающей линзы. Это изображение является действительным и увеличенным.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Изображение	Перечисляя, с трудом изображает на схеме лучи, используемые для построения изображений в линзах.	Перечисляя, свободно изображает на схеме лучи, используемые для построения изображений в линзах.	Перечисляя, изображает на схеме лучи, используемые для построения изображений в линзах, проводя анализ.	Перечисляя, изображает на схеме лучи, используемые для построения изображений в линзах, делая обобщение.
Построение изображения	Формально строит изображения предметов, находящихся на различных расстояниях от выпуклых и вогнутых линз.	Свободно строит изображения предметов, находящихся на различных расстояниях от выпуклых и вогнутых линз.	Строит изображения предметов, находящихся на различных расстояниях от выпуклых и вогнутых линз, заранее прогнозируя результат.	Строит изображения предметов, находящихся на различных расстояниях от выпуклых и вогнутых линз, оценивая результат.
Решение задач	Решает качественные простые задачи на построение изображений предметов в линзах.	Решает качественные задачи средней степени сложности на построение изображений предметов в линзах.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на построение изображений предметов в линзах.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на построение изображений предметов в линзах, проверяя результат.

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Обосновывает зависимость фокусного расстояния линзы от кривизны её поверхности и показателя преломления материала. • Комментирует физический смысл общей закономерности, связывающей характеристики линзы, – формулы тонкой линзы. • Решает различные задачи на применение формулы тонкой линзы.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • выполняет практические работы по теме и представляет их результаты; • мыслит критически (предлагает иное объяснение вопроса или проблемы, отличное от стандартного; допускает возможность ситуаций, выходящих за рамки, установленные тем или иным законом); • задает вопросы, участвует в обсуждениях и способен работать как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. <i>Fizika multimedia. 4 diskdə. Disk 4. Optika. Bakı: Bakınəşr, 2007.</i> 2. https://video.edu.az/public/video/747 3. https://www.youtube.com/watch?v=x00Gi6T94_I 4. https://www.youtube.com/watch?v=1pwO9i1adYQ 5. https://www.youtube.com/watch?v=Z_RIQOeuAr4

Краткий план урока

Урок построен на основе модели 5Е.

Мотивация.

- Как определить увеличение линзы?
- Как вычислить расстояние от линзы до изображения предмета?

Объяснение 1. В ходе объяснения учителем, организуется обмен информацией и обсуждение с учащимися.

Исследование. Решение количественной задачи: “Можно ли определить расстояние между линзой и изображением, исходя из характеристик линзы?”

Объяснение 2. Продолжение обмена информацией и обсуждения.

Применение. Определение характеристик линзы с использованием формулы тонкой линзы.

Оценивание.

1. Учащиеся оценивают свои знания по теме, отвечая на вопросы и решая задачи.
2. Учитель оценивает работу учащихся на различных этапах урока, используя четырех-уровневые критерии.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

Этот этап можно реализовать с помощью ситуации, приведенной в учебнике. Вопросы, вынесенные в задаче на обсуждение, могут также служить исследовательскими вопросами.

Исследовательские вопросы

- Как можно определить увеличение линзы?
- Как можно рассчитать расстояние от изображения до линзы?
- Используя какие величины, можно определить линейное увеличение линзы?

ОБЪЯСНЕНИЕ-1 (≈ 8 мин.)

Поскольку эта тема совершенно нова для учащихся, а также для эффективного использования учебного времени, учителю рекомендуется изложить подтему “Уравнение производства линзы” (формула тонкой линзы) методом устного объяснения.

При этом отмечается, что фокусное расстояние линзы зависит от двух характеристик материала линзы: кривизны поверхности линзы и показателя преломления материала, из которого она изготовлена. Затем эта мысль развивается и дается определение:

Учитель: Зависимость между фокусным расстоянием линзы и величинами, характеризующими эти два параметра, называется *уравнением производства линзы*.

Определение повторяют как минимум двое учащихся, после чего записывается формула:

$$\frac{1}{F} = (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Здесь учащимся разъясняется и повторяется, что F — это фокусное расстояние линзы, n — показатель преломления материала, из которого изготовлена линза, а R_1 и R_2 — радиусы кривизны двух поверхностей линзы.

После этого учитель предлагает учащимся ознакомиться с условием задачи, приведенным в учебнике вместе с решением. На это отводится немного времени (около 2 минут). Затем проводится опрос по условию и анализа задачи:

Учитель: Какая линза изображена на рисунке?

Ученик: На рисунке изображена вогнуто-выпуклая линза.

Учитель: Каковы радиусы кривизны выпуклой и вогнутой поверхностей этой линзы соответственно?

На доске изображена схема (рис. 1).

Ученик: Радиус выпуклой поверхности этой линзы равен 22 см, а радиус вогнутой поверхности равен 32 см.

Учитель: Каков показатель преломления стекла данной линзы?

Ученик: Показатель преломления стекла данной линзы равен 1,52.

Учитель: В чем заключается вопрос задачи?

Ученик: Нужно определить фокусное расстояние линзы.

Учитель: Какую формулу можно использовать для определения фокусного расстояния линзы, исходя из имеющихся данных?

Ученик: Исходя из имеющихся данных, фокусное расстояние линзы можно определить с помощью уравнения производства линзы. Одному из учеников дают задание написать уравнение на доске:

$$\frac{1}{F} = (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right).$$

Учитель: Для какого типа линз справедливо это уравнение?

Ученик: Это уравнение справедливо для всех типов линз, то есть как для выпуклых линз (и их разновидностей), так и для вогнутых линз (и их разновидностей).

Учитель: А какой особый случай следует учитывать в уравнении линзы для вогнуто-выпуклой линзы?

Ученик: В уравнении для вогнуто-выпуклой линзы следует учитывать, что одна из её поверхностей является вогнутой. В этом случае радиус кривизны вогнутой поверхности в уравнении нужно брать со знаком "минус" ("−").

Учитель: Итак, как можно записать уравнение для вогнуто-выпуклой линзы?

Ученик: Уравнение для вогнуто-выпуклой линзы можно записать следующим образом:

$$\frac{1}{F} = (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{-R_2} \right) = (n - 1) \cdot \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right).$$

Учитель: Да, учитывая все данные в этом уравнении, фокусное расстояние вогнуто-выпуклой линзы можно определить путем вычисления.

К доске вызывают ученика, и на доске записывают вычисление, приведенное в учебнике:

$$\frac{1}{F} = (1,52 - 1) \cdot \left(\frac{1}{22} + \frac{1}{-32} \right) \frac{1}{\text{см}} = 0,52 \cdot (0,046 - 0,031) \frac{1}{\text{см}} = 0,0078 \frac{1}{\text{см}}.$$

$$F = \frac{1}{0,0078} \text{ см} = 128,2 \text{ см}.$$

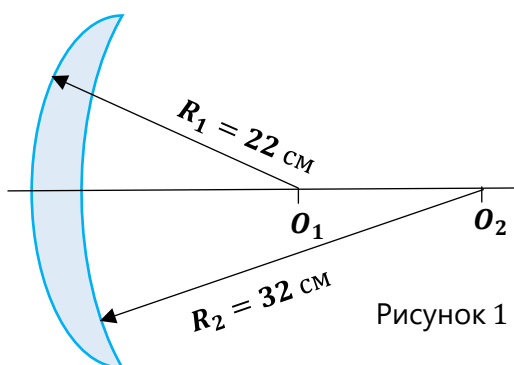


Рисунок 1

ИССЛЕДОВАНИЕ (≈ 8 мин.)

Решается задача: "Можно ли определить расстояние между линзой и изображением, исходя из характеристик линзы?" Решение задачи представлено в виде кратких последовательных этапов:

I. Ознакомление с условием задачи.

Текст задачи необходимо прочитать один раз, после чего задаются вопросы по условию:

Учитель: Каково расстояние от предмета, расположенного на главной оптической оси собирающей линзы, до самой линзы?

Учитель: Каков размер действительного изображения этого предмета, полученного на экране?

Учитель: Что требуется определить в данной задаче?

II. Анализ задачи.

Учитель: В каком случае собирающая линза дает увеличенное действительное изображение предмета?

Ученик: Когда предмет находится между центром кривизны и фокусом собирающей линзы, получается его увеличенное действительное изображение.

Затем ученик рисует на доске схему, изображённую на рисунке 2 (рисунок 2.73 в учебнике), и отмечает расстояние до предмета и расстояние до изображения.

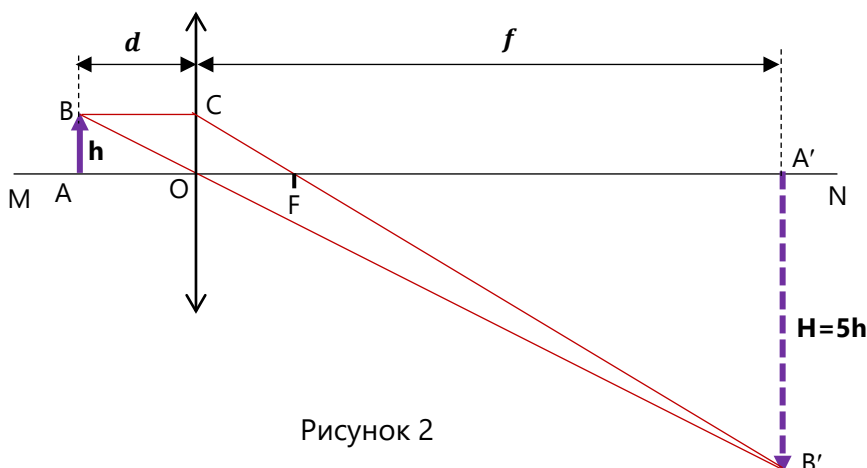


Рисунок 2

Учитель: Согласно схеме, каково отношение расстояния до изображения к расстоянию до предмета из подобия треугольников $\triangle ABO$ и $\triangle A'B'O$?

Ученик: Из схемы видно, что отношение расстояния до изображения к расстоянию до предмета из подобия треугольников $\triangle ABO$ и $\triangle A'B'O$ равно отношению высоты изображения к высоте предмета, то есть: $\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$.

Учитель: Отсюда, чему равно расстояние до изображения?

Ученик: Расстояние до изображения можно определить по выражению $f = \frac{d \cdot H}{h}$.

III. Запись условия задачи и приведение единиц измерения к единой системе.

IV. Решение задачи в общем виде и выполнение вычислений.

Дано	Решение	Вычисления
$d = 28 \text{ см} = 0,28 \text{ м},$ $H = 5h.$ $f = ?$	Из подобия треугольников $\triangle ABO$ и $\triangle A'B'O$: $\frac{H}{h} = \frac{f}{d} \rightarrow f = \frac{d \cdot H}{h}$.	$f = \frac{0,28 \cdot 5h}{h} = 1,4 \text{ м.}$ $f = 1,4 \text{ м}$

ОБЪЯСНЕНИЕ-2 (≈ 16 мин.)

Учитель проводит опрос, по схеме, представленной на рисунке 2:

Учитель: Исходя из схемы, какие величины вы связали между собой на основе подобия треугольников $\triangle ABO$ и $\triangle A'B'O$?

Ученик: Опираясь на схему, мы установили соотношение между расстоянием до предмета, расстоянием до изображения, а также высотой предмета и высотой изображения в линзе, исходя из подобия треугольников $\triangle ABO$ и $\triangle A'B'O$, а именно:

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{d}. \quad (1)$$

Учитель: Внимательно рассмотрите схему. Какие соотношения для собирающей линзы можно записать, исходя из подобия треугольников $\triangle COF$ и $\triangle A'B'F$?

Ученик: Для собирающей линзы на основе подобия треугольников $\triangle COF$ и $\triangle A'B'F$ можно записать соотношение, связывающее расстояние до предмета, фокусное расстояние, а также высоты изображения и предмета, а именно:

$$\frac{H}{h} = \frac{f - F}{F}. \quad (2)$$

Учитель: Каково отношение расстояния до изображения к расстоянию до предмета, исходя из сравнения этих двух формул – (1) и (2)?

Ученик: Сравнив формулы (1) и (2) отношение расстояния до изображения к расстоянию до предмета можно записать следующим образом:

$$\frac{f}{d} = \frac{f - F}{F}.$$

Затем учитель продолжает объяснение.

Ученикам указывают на то, что если сгруппировать члены в полученном выражении, то можно вывести общую закономерность, связывающую расстояние до предмета, расстояние до изображения и фокусное расстояние. Эта закономерность выражается уравнением, называемым формулой тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (3)$$

Выражение (3) представляет собой формулу тонкой линзы для действительного изображения.

Эта информация повторяется несколькими учениками:

Учитель: Итак, какие характеристики связывает между собой формула тонкой линзы?

Учитель: Какое уравнение выражает эту зависимость?

Затем учащимся разъясняют, что если собирающая линза дает мнимое изображение, то расстояние до изображения берется со знаком «минус». Формула тонкой линзы для этого случая записывается следующим образом:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{|f|}.$$

Учитель продолжает: – В формуле тонкой линзы величина, обратная фокусному расстоянию, называется *оптической силой линзы*. Оптическая сила обозначается буквой "D", а её единицей измерения в системе СИ является диоптрия:

$$\frac{1}{F} = D.$$

• 1 диоптрия – это оптическая сила собирающей линзы с фокусным расстоянием 1 м:

$$[D] = \frac{1}{[F]} = \frac{1}{\text{м}} = 1 \text{ дптр}.$$

Поскольку главный фокус и изображение в рассеивающей линзе являются мнимыми, в формуле тонкой линзы перед соответствующими величинами ставится знак "минус", а именно:

$$-\frac{1}{|F|} = \frac{1}{d} - \frac{1}{|f|}.$$

Учитель продолжает: – Для сравнения линейного размера изображения предмета в линзе с его собственным размером используется величина, называемая *линейным увеличением линзы*:

• *Линейное увеличение линзы* – это физическая величина, равная отношению линейного размера изображения к линейному размеру предмета или расстоянию от изображения к расстоянию до предмета. Линейное увеличение линзы обозначается буквой Г (гамма):

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{|f|}{|d|}. \quad (4)$$

Согласно выражению (4), если $\Gamma > 1$, изображение будет увеличенным, а если $\Gamma < 1$ изображение будет уменьшенным.

Примечание. Определения и соответствующие формулы повторяются несколькими учениками.

Подумай•Обсуди•Поделись

- Если предмет расположен на двойном фокусе выпуклой линзы, чему будет равно его увеличение? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Увеличение будет равно единице.

Объяснение. Если поместить предмет на расстоянии, равном удвоенному фокусному расстоянию от собирающей линзы, то образуется действительное изображение, размеры которого равны размерам предмета ($H = h$); следовательно, увеличение будет равно единице – то есть $\Gamma = \frac{H}{h} = 1$.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

На этом этапе решается задача количественного типа.

Задача 3. Предмет находится на расстоянии 30 см от линзы с фокусным расстоянием 15 см.

Вопрос 1. Чему равно расстояние до изображения?

Дано	Решение	Вычисления
$d = 30 \text{ см} = 0,3 \text{ м},$ $F = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}.$ $f - ?$	Пишется формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ Отсюда определяется расстояние до изображения: $f = \frac{Fd}{d-F}$.	$f = \frac{0,3 \cdot 0,15 \text{ м}^2}{0,3 - 0,15 \text{ м}} = 0,3 \text{ м}.$ $f = 0,3 \text{ м}$

Учитель: Согласно предоставленной информации и полученному результату, где находится предмет в линзе?

Ученик: Согласно предоставленной информации и полученному результату, предмет находится в центре кривизны (двойном фокусе) линзы.

Вопрос 2. Ответ. $D = \frac{1}{F} = \frac{1}{0,15 \text{ м}} \approx 6,7 \text{ дптр}.$

Вопрос 3. Ответ. $\Gamma = \frac{|f|}{|d|} = \frac{0,3 \text{ м}}{0,3 \text{ м}} = 1.$

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

Ожидаемые ответы на вопросы, приведенные в этом разделе, следующие:

1. Джавид рассматривал монету через лупу с оптической силой +8 дптр, расположив её на расстоянии 5 см от монеты.

Вопрос 1. Ответ. $F = \frac{1}{D_{\text{дптр}}} = \frac{1}{8} \text{ м} = 0,125 \text{ м} = 12,5 \text{ см}.$

Вопрос 2. Ответ. $f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{12,5 \text{ см} \cdot 5 \text{ см}}{5 \text{ см} - 12,5 \text{ см}} = \frac{62,5 \text{ см}^2}{-7,5 \text{ см}} \approx -8,33 \text{ см}$

Вопрос 3. Ответ. Лупа создаёт мнимое изображение. Это также следует из отрицательного значения расстояния до мнимого изображения.

2. Ответ. Отрицательная оптическая сила означает, что линза является рассеивающей (вогнутой). Положительная оптическая сила означает, что линза является собирающей (выпуклой). Это также следует из формулы, связывающей оптическую силу и фокусное расстояние: $D = \frac{1}{F} \rightarrow F = \frac{1}{D}.$

Отсюда, $F_1 = \frac{1}{+3,5} \approx 0,29 \text{ м}; F_2 = \frac{1}{-3,5} \approx -0,29 \text{ м}$

Таким образом, линза с оптической силой –3,5 диоптрий является вогнутой (рассеивающей) линзой, а линза с оптической силой +3,5 диоптрий – выпуклой (собирающей) линзой.

3. Предмет расположен на расстоянии 1 м от линзы. Его мнимое изображение получено на расстоянии 25 см от линзы.

Вопрос 1. Ответ.

Дано	Решение	Вычисления
$d = 1 \text{ м},$ $f = -25 \text{ см} = -0,25 \text{ м}.$ $F = ?$	Пишем формулу тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{-f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$ Отсюда: $F = \frac{df}{f-d}, D = \frac{1}{F}.$	$F = \frac{1 \cdot 0,25 \text{ м}^2}{0,25 \text{ м} - 1 \text{ м}} \approx -0,33 \text{ м}.$ $F = -0,33 \text{ м}.$ $D = \frac{1}{-0,33 \text{ м}} = -3,03 \text{ дптр}.$

Вопрос 2. Ответ. Согласно вычислениям, фокусное расстояние и оптическая сила линзы имеют отрицательные значения. Следовательно, эта линза – рассеивающая.

Рубрики оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Обоснование	Наизусть обосновывает зависимость фокусного расстояния линзы от кривизны её поверхности и показателя преломления материала.	Обосновывает зависимость фокусного расстояния линзы от кривизны её поверхности и показателя преломления материала, записав формулу.	Понимая сущность, обосновывает зависимость фокусного расстояния линзы от кривизны её поверхности и показателя преломления материала.	Обосновывает зависимость фокусного расстояния линзы от кривизны её поверхности и показателя преломления материала, проводя анализ и, решая задачи.
Комментирование	Комментирует физический смысл общей закономерности, связывающей характеристики линзы, – формулы тонкой линзы, не понимая физическую сущность.	Комментирует физический смысл общей закономерности, связывающей характеристики линзы, – формулы тонкой линзы, понимая физическую сущность.	Комментирует физический смысл общей закономерности, связывающей характеристики линзы, – формулы тонкой линзы на основе анализа и синтеза.	Комментирует физическую сущность общей закономерности, связывающей характеристики линзы (формулы тонкой линзы), путем его рассмотрения на примере собирающей и рассеивающей линз.
Решение задач	Решает различные простые задачи на применение формулы тонкой линзы.	Решает различные задачи средней степени сложности на применение формулы тонкой линзы.	Решает различные задачи высокой степени сложности на применение формулы тонкой линзы.	Решает различные задачи высокой степени сложности, на применение формулы тонкой линзы.

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Описывает основные элементы линз, построение изображения предмета в линзах и связи между основными характеристиками линзы. • Решает различные задачи на основные элементы линз, построение изображения предмета в линзах и связи между основными характеристиками линзы.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного и услышанного; • взаимодействует и сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает качественные и количественные проблемы; • проводит презентацию после проверки результатов
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Качественная задача решается в два этапа:

Этап I. Работа с текстом задачи:

- Чтение условия задачи;
- Фронтальный опрос по содержанию задачи;
- Пересказ условия задачи своими словами.

Этап II. Анализ задачи:

- Фронтальный опрос по теме, к которой относится задача;
- Фронтальный опрос об этапах решения задачи;
- Теоретическое решение задачи и формулировка вывода.

Количественная задача решается в четыре этапа:**Этап I. Работа с текстом задачи:**

- Чтение условия задачи;
- Фронтальный опрос по содержанию задачи;
- Пересказ условия задачи своими словами.

Этап II. Анализ задачи:

- Фронтальный опрос по теме, к которой относится задача;
- Фронтальный опрос об этапах решения задачи и выводе общей формулы.

Этап III. Запись данных и приведение единиц измерения в единую систему.

Данные записываются на доске (если задача количественная), а единицы измерения переводятся в систему СИ.

Этап IV. Решение задачи в общем виде и выполнение вычисления.

Задача решается путем записи общей формулы (если задача количественная).

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально соответственно подготовленным уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 5 мин.)

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть I, стр. 79, № 1). На рисунке 1 показаны оптический центр и оптическая ось собирающей линзы, а также ход двух лучей, исходящих от точечного источника света S.

Одного из учеников просят нарисовать на доске схему, изображенную на рисунке 1.

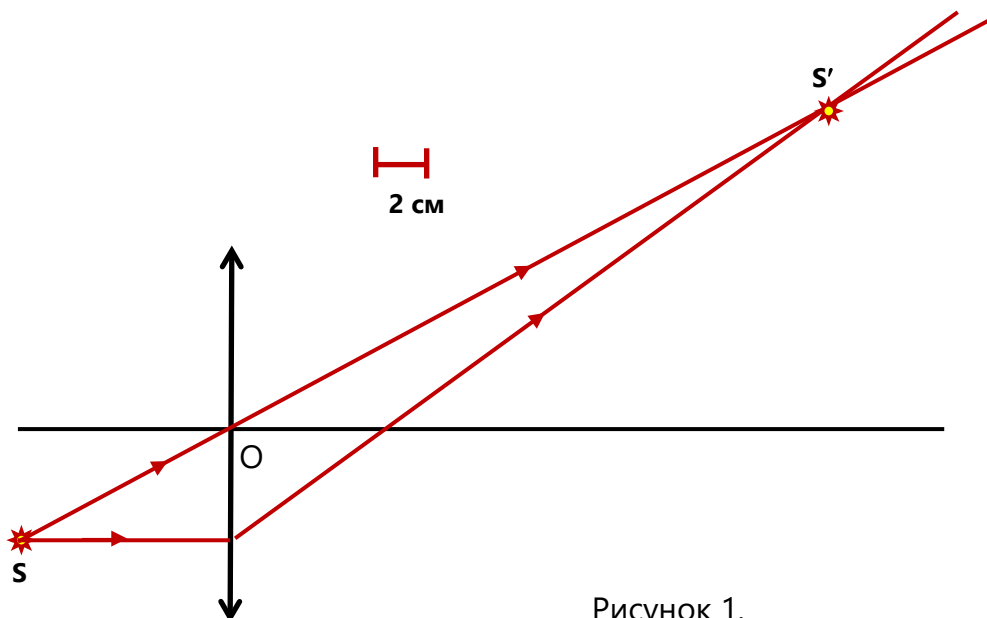


Рисунок 1.

Вопрос 1. Чему равна оптическая сила линзы?

Вопрос 2. Чему равно расстояние между предметом и линзой и между изображением и линзой в сантиметрах?

2. Опрос по условию задачи.

Проводится фронтальный опрос по содержанию задачи.

Учитель: Какая линза изображена на рисунке 1?

Учитель: Что еще из изображенного на рисунке, относится к линзе?

Учитель: Что, согласно рисунку, представлено в виде масштаба?

Учитель: О чем спрашивается в первом вопросе задачи?

Учитель: А о чем спрашивается во втором вопросе?

3. Ученик пересказывает условие задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 5 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: Какие падающие лучи удобно использовать для построения изображения предмета в линзе?

Учитель: Как пойдет луч, падающий параллельно главной оптической оси, после преломления в собирающей линзе?

Учитель: В каком случае луч, падающий на линзу, не преломляется?

Учитель: Чему равна оптическая сила линзы и какова ее единица измерения в системе СИ?

Учитель: Внимательно рассмотрите схему на рисунке 1. Можно ли по этой схеме определить главный фокус собирающей линзы?

Ученик: Луч, падающий на собирающую линзу параллельно главной оптической оси, преломляется и проходит через главный фокус линзы. Это хорошо видно на схеме.

Учитель: Чему в данном случае равно фокусное расстояние линзы с учетом масштаба?

Ученик: В данном случае фокусное расстояние линзы с учетом масштаба равно 6 см (0,06 м).

Учитель: Как можно определить расстояние до предмета?

Ученик: Расстояние до предмета можно легко определить по схеме с учетом масштаба. На схеме видно, что $d = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$.

Учитель: А как определить расстояние до изображения?

Ученик: Расстояние до изображения можно определить по формуле тонкой линзы.

ЗАПИСЬ ДАННЫХ И ПРИВЕДЕНИЕ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ В ЕДИНУЮ СИСТЕМУ (≈ 2 мин.)

Одного ученика вызывают к доске записать условие задачи, и, при необходимости, единицы измерения величин переводят в систему СИ.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩЕМ ВИДЕ И ВЫЧИСЛЕНИЯ (≈ 7 мин.)

Ученик, записывающий условие задачи, решает её и выполняет расчёт, в то время как остальные ученики решают задачу на своих местах.

Вопрос 2. Ответ: $D = \frac{1}{F} = \frac{1}{0,06 \text{ м}} \approx 16,7 \text{ дптр}$.

Вопрос 2. Ответ: $f = 24 \text{ см}$.

Дано	Решение	Вычисления
$d = 8 \text{ см}$. $F = 6 \text{ см}$. $f = ?$	Формула тонкой линзы имеет вид: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ Отсюда можно определить расстояние до изображения: $f = \frac{Fd}{d-F}$	$f = \frac{6 \cdot 8 \text{ см}^2}{8 \text{ см} - 6 \text{ см}} = 24 \text{ см}$. $f = 24 \text{ см}$

Учитель: В какой степени результат, полученный в результате вычислений расстояния до изображения, соответствует схеме на рисунке 1?

Ученик: Как показано на схеме, изображение S' точки S образуется на расстоянии 24 см от линзы.

Примечание: Используя этот метод, на уроке можно решить и ряд других качественных и количественных задач.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Описание	Формально описывает основные элементы линз, построение изображения предмета в линзах и связи между основными характеристиками линзы.	Понимая, описывает основные элементы линз, построение изображения предмета в линзах и связи между основными характеристиками линзы.	Описывает основные элементы линз, построение изображения предмета в линзах и связи между основными характеристиками линзы, приводя примеры.	Описывает основные элементы линз, построение изображения предмета в линзах и связи между основными характеристиками линзы, оценивая результат.
Решение задач	Решает различные простые задачи на основные элементы линз, построение изображения предмета в линзах и связи между основными характеристиками линзы.	Решает различные задачи средней степени сложности на основные элементы линз, построение изображения предмета в линзах и связи между основными характеристиками линзы.	Решает различные задачи высокой степени сложности на основные элементы линз, построение изображения предмета в линзах и связи между основными характеристиками линзы.	Решает различные задачи высокой степени сложности на основные элементы линз, построение изображения предмета в линзах и связи между основными характеристиками линзы, проводя анализ.

Подстандарты	9 – 1.2.1. Определяет систематические и случайные погрешности при измерении. 9-1.2.2. Проводит действия с погрешностями измерений. 9-1.3.5. Подводит итоги практической работы. 9-5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	- Объясняет физическую природу связей между характеристиками линзы. - Исследует верность связей между характеристиками линзы путем проведения экспериментов.
Навыки XXI века	Ученик: - ставит проблему; - создает взаимоотношения и обратную связь “учитель $\rightleftarrows$ ученик $\rightleftarrows$ ученик”; - планирует и проводит практические занятия; - определяет численное значение физических величин экспериментальным путем; - готовит постер с результатами эксперимента, подводит итоги.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, собирающая линза с держателем, источник света (электрическая лампа или свеча), источник питания (выпрямитель), ключ, соединительные провода, экран, измерительная лента, штангенциркуль, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=3U974MJD-Rg 2. https://www.youtube.com/watch?v=O8VocFwDmAA 3. https://www.youtube.com/watch?v=8HUUmyTHIRw 4. https://www.youtube.com/watch?v=7tcZ-IMEtXQ

Краткий план урока

Организация вводного опроса. Оно состоит из трех этапов:

1. Опрос по теоретическим основам практической работы.
2. Планирование работы: краткий опрос последовательности этапов работы.
3. Опрос о необходимом для работы оборудовании.

Организация выполнения работы. Выполнение работы организуется в запланированной последовательности.

Организация заключительного опроса. Презентация и обсуждение плакатов лидерами групп.

Оценивание. Деятельность учеников оценивается индивидуально по уровню..

ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДНОГО ОПРОСА (≈ 20 мин.)

1. Организация опроса по теоретическим основам практической работы (≈ 5 мин.).

Опрос может проводиться на основе следующих вопросов:

Учитель: Что такое тонкая линза?

Учитель: Связь между какими характеристиками линзы выражает формула тонкой линзы?

К доске вызывают ученика и просят написать формулу тонкой линзы. Ученик записывает формулу и указывает величины, входящие в формулу.

Учитель: Как можно экспериментально определить фокусное расстояние линзы?

Учитель: Что такое оптическая сила линзы и какова её единица измерения в системе СИ? Соответствующая формула записывается на доске.

2. Планирование работы: организация фронтального опроса последовательности этапов работы (≈ 13 мин.).

Опрос можно провести следующим образом:

Учитель: Как следует расположить лампу (или свечу), линзу и экран относительно друг друга на столе?

Учитель: Когда следует измерять точные значения расстояния до предмета и расстояния до изображения нити накаливания лампы (или пламени свечи)?

Учитель: Какие изменения следует внести в процедуру, чтобы повторить эксперимент не менее трех раз?

Учитель: В какой таблице следует записывать результаты измерений, проведенных во время эксперимента?

Таблица нарисована на доске.

Таблица 1.

Измерения			Вычисления							
№	d, м	f, м	D, дптр	F, м	Δd , м	Δf , м	$D_{\text{ср}}$, дптр	$F_{\text{ср}}$, м	ΔD , дптр	$\varepsilon_D = \varepsilon_F, \%$
1					0,0015	0,0015				
2										
3										

Учитель: Как можно определить оптическую силу и фокусное расстояние линзы, используя формулу тонкой линзы?

На доске написаны соответствующие формулы: $D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$; $F = \frac{1}{D}$.

Учитель: Какую формулу можно использовать для расчета абсолютной погрешности оптической силы?

На доске написана соответствующая формула: $\Delta D = \frac{\Delta d}{d^2} + \frac{\Delta f}{f^2}$.

Отмечается, что здесь Δd и Δf представляют собой абсолютные погрешности измеренных расстояний от линзы до предмета и до изображения. Эти погрешности численно равны друг другу:

$$\Delta d = \Delta f = 1,5 \text{ мм} = 0,0015 \text{ м.}$$

Учитель: Как на основе результатов трёх опытов вычислить средние значения оптической силы, фокусного расстояния линзы и абсолютной погрешности оптической силы?

На доске написаны соответствующие формулы:

$$D_{\text{ср}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3}; \quad F_{\text{ср}} = \frac{1}{D_{\text{ср}}}; \quad \Delta D_{\text{ср}} = \frac{\Delta D_1 + \Delta D_2 + \Delta D_3}{3}.$$

Учитель: С учётом этого, как можно записать итоговую формулу для оптической силы линзы? На доске записываются соответствующие формулы:

$$D = D_{\text{ср}} \pm \Delta D_{\text{ср}} \rightarrow D_{\text{ср}} - \Delta D_{\text{ср}} \leq D \leq D_{\text{ср}} + \Delta D_{\text{ср}}.$$

Учитель: Какую формулу можно использовать для расчета относительной погрешности? На доске написаны соответствующие формулы: поскольку $\Delta D_{\text{ср}} = D_{\text{ср}} \cdot \varepsilon_D$, то $\varepsilon_D = \frac{\Delta D_{\text{ср}}}{D_{\text{ср}}} \cdot 100\%$.



3. Опрос необходимого оборудования для выполнения работы (≈ 2 мин)

Опрашивается список оборудования, необходимого для выполнения работы (рис. 1).

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ (≈ 13 мин.)

Этот этап можно организовать в следующей последовательности:

1. Учащиеся распределяются по группам в зависимости от количества имеющихся комплектов оборудования.
2. Группы обеспечиваются необходимыми материалами.
3. Группам дается задание начертить таблицу на листе формата A2 (или на двойном листе в клетку, если лист A2 недоступен) для записи требуемых формул и результатов.
4. Даются указания по проведению эксперимента в соответствии с планом.
5. Каждая группа оформляет плакат с результатами своей работы. Объявляется, что на выполнение задания отводится примерно 15 минут.
6. Полученные группами результаты измерений сравниваются с техническими характеристиками линзы, касающимися ее оптической силы (или фокусного расстояния).

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ОПРОСА (≈ 10 мин.)

На этом этапе лидеры групп делают презентации на основе подготовленного ими плаката. Объявляется, что каждой группе отводится 2 минуты на презентацию. Презентация включает в себя таблицу с результатами измерений и формулу для расчетов.

После презентаций проводится короткий опрос:

- Какую зависимость вы наблюдали между углом падения светового луча на границе раздела воздух-стекло и углом преломления луча?
- Какую закономерность вы выявили в этой зависимости в результате эксперимента?

Домашнее задание.

1. Каждому ученику даётся задание подготовить отчет о проделанной работе.
2. Ученикам дано указание принести на следующий урок физики фонарик умеренной яркости (не дающий слишком резкого света) и обычное плоское зеркало.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Оценка проводится в соответствии по четырехуровневой системе оценивания, основанной на ожидаемых результатах обучения.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физическую природу связей между характеристиками линзы.	Объясняет физическую природу связей между характеристиками линзы своими словами.	Объясняет физическую природу связей между характеристиками линзы, проводя анализ.	Оценивая, объясняет физическую природу связей между характеристиками линзы.

Исследование	Исследует в группе с помощью других верность связей между характеристиками линзы путем проведения экспериментов.	Самостоятельно исследует верность связей между характеристиками линзы путем проведения экспериментов.	Исследует обоснованность связей между характеристиками линз путем проведения экспериментов, основанных на теоретическом анализе.	Исследует обоснованность взаимосвязей между характеристиками линз, проводя эксперимент после предварительного прогнозирования результата.
---------------------	--	---	--	---

Урок 46/ Тема 2.4.4

ГЛАЗ – ЕСТЕСТВЕННАЯ ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Демонстрирует знания и навыки, касающиеся физических принципов работы глаза и зрения. • Объясняет природу нарушений зрения, а также методы и способы их коррекции. • Решает различные задачи, связанные с глазом как естественной оптической системой.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • выполняет практические работы по теме и представляет их результаты; • мыслит критически (предлагает иное объяснение вопроса или проблемы, отличное от стандартного; допускает возможность ситуаций, выходящих за рамки, установленные тем или иным законом); • задает вопросы, участвует в обсуждениях и способен работать как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочий лист, фонарик, плоское зеркало, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=3U974MJD-Rg 2. https://video.edu.az/video/12375 3. https://www.youtube.com/watch?v=8HUUmyTHIRw 4. https://video.edu.az/public/video/286 5. <i>Bending Light// PhET – Bending Light</i> 6. https://www.youtube.com/watch?v=I-bAvEL3wnl

Краткий план урока

Урок построен на основе модели 5Е.

Мотивация.

- Действительно ли изображение на сетчатке глаза получается перевернутым?
- Чем мы видим: глазами или мозгом?

Исследование. Проводится исследование на тему “Почему и как изменяется зрачок глаза под воздействием внешних факторов?”.

Объяснение. Под руководством учителя группы учащихся изучают оптическую систему глаза, научные принципы зрения, а также дефекты зрения и методы их коррекции; они создают плакаты и проводят презентации.

Применение. Учащиеся выполняют качественное и количественное задание под названием “В магазине оптики”.

Оценивание.

1. Учащиеся оценивают свои знания по теме, решая предложенные вопросы и задачи.
2. Учитель оценивает результаты обучения учащихся по уроку, используя четырехуровневую рубрику, основанную на установленных критериях.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

Этот этап рекомендуется начать с изучения любопытных фактов, приведенных в учебнике. Вероятно, для большинства учащихся станет открытием, что новорожденные видят всё в перевернутом виде, а нормальное зрение формируется в течение 4–6 месяцев. Завершается этап обсуждением двух логических вопросов:

- Действительно ли изображение на сетчатке глаза получается перевёрнутым?
- Чем мы видим: глазами или мозгом?

Ожидается, что учащиеся дадут в целом верные ответы, опираясь на имеющиеся у них знания по физиологии глаза, полученные на уроках биологии.

С учетом этих знаний рекомендуется сформулировать исследовательские вопросы следующим образом:

Исследовательские вопросы

- Какова физическая закономерность зрения?
- Каковы распространенные нарушения зрения и какие методы и средства используются для их коррекции?

ИССЛЕДОВАНИЕ (≈ 8 мин.)

Проводится исследование на тему “Почему и как изменяется зрачок глаза под воздействием внешних факторов?”. Работа организована в следующей последовательности:

I. Эксперимент выполняется в парах.

II. Учащиеся знакомятся с ходом работы.

III. Выполняется практическая часть.

IV. Проводится обсуждение на основе вопросов, приведенных в учебнике:

- Какие изменения наблюдались в зрачках при попадании яркого света в глаз и при выключении света?
- Почему и как изменяется размер зрачка под воздействием внешних факторов?

Учащиеся выдвигают гипотезы относительно поставленных вопросов, хотя, возможно, и не могут точно сформулировать закономерности преломления света.



Рисунок 1

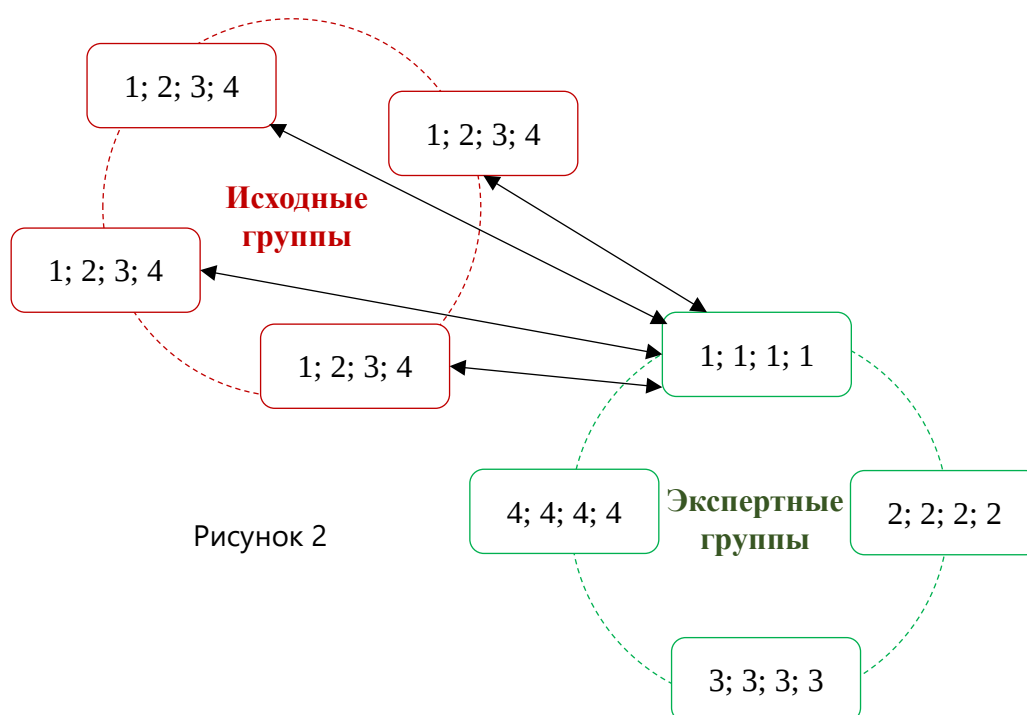
Внимание!

Учитель:

- проверяет яркость принесенных учащимися фонариков;
- особо подчеркивает важность строгого соблюдения порядка действий; в частности, в целях безопасности луч фонарика следует направлять сбоку, а не перпендикулярно в глаза (см. рисунок 1).

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 25 мин.)

Поскольку учащиеся уже знакомы с физиологическими основами строения глаза, этот этап целесообразно провести с использованием метода "Зигзаг" (Jigsaw). Суть метода хорошо известна: участники групп самостоятельно изучают учебный материал, выступая одновременно в роли и учителя, и ученика. Учитель делит класс на четыре группы, присваивая учащимся номера 1, 2, 3 и 4 (количество групп может варьироваться в зависимости от численности класса). Учащиеся с одинаковыми номерами (1, 2, 3 или 4) садятся за отведенный им стол; такие объединения называют "исходными" группами. Затем участники с номером 1 собираются за одним столом, с номером 2 – за другим, и так далее (для номеров 3 и 4). В результате формируются новые группы, состоящие из обладателей номеров 1, 2 и т. д. Их называют "экспертными" группами (Рисунок 2).



Организация работы экспертных групп (6 мин.).

Учитель раздает экспертным группам учебный материал, заранее разделенный на четыре части (например, следующим образом):

Экспертной группе № 1 – **Из каких частей состоит оптическая система глаза и как они называются?**

Экспертной группе № 2 – **Что такое аккомодация глаза и когда она происходит?**

Экспертной группе № 3 – **Изображения предметов на сетчатке получают перевернутыми; почему же мы видим их в нормальном (прямом) положении?**

Экспертной группе № 4 – **Какие существуют виды нарушений зрения и как они корректируются?**

Учащиеся в экспертных группах читают в учебнике материал, относящийся к их вопросам, обсуждают его и глубоко усваивают содержание. По истечении отведенного времени эксперты возвращаются в свои исходные группы.

Организация работы исходных групп (7 мин.).

Эксперты по очереди объясняют своим согруппникам содержание изученного ими раздела. Например, эксперты по первому вопросу начинают с объяснения – в нескольких предложениях – компонентов оптической системы глаза и их названий. Затем эксперты по второму вопросу объясняют физическую природу аккомодации глаза, а эксперты по третьему вопросу дают научное объяснение того, почему мы воспринимаем изображение, сформированное на сетчатке (которое на самом деле перевернуто), как прямое. Наконец, эксперты по четвертому вопросу представляют информацию о причинах близорукости и дальнозоркости, а также о методах их коррекции. На основе собранной информации группы создают плакат.

Учитель перемещается между группами, слушая обсуждения и давая краткие пояснения, чтобы направлять их в нужном направлении.

Презентации лидеров групп (3 мин. на каждого лидера).

Лидеры представляют свои выводы, используя плакаты. Поскольку все презентации посвящены одним и тем же вопросам и повторяются несколько раз, ученики эффективно усваивают необходимые знания и навыки, касающиеся глаза как естественной оптической системы.

Подумай•Обсуди•Поделись

- Какая часть (или части) глаза выполняет функцию линзы?

Ответ. Роговица и хрусталик выполняют роль линз в оптической системе глаза.

Роговица – это прозрачная передняя часть наружной (фиброзной) оболочки глазного яблока. Она служит основной и наиболее сильной преломляющей линзой в оптической системе глаза. Хрусталик представляет собой прозрачную двояковыпуклую биологическую линзу, расположенную позади радужной оболочки. Его основная функция – преломлять световые лучи и фокусировать их на сетчатке, где формируется изображение.

- Почему изображения предметов на сетчатке глаза бывают действительными, уменьшенными и перевернутыми?

Ответ. Перевернутое изображение объясняется преломлением света в оптической системе глаза. Уменьшенный размер изображения обусловлен рассеянием естественного света, отраженного от поверхностей предметов: световые лучи, исходящие из каждой точки предмета, распространяются в разных направлениях. Чтобы мы могли видеть предметы, лучи, идущие от каждой точки, должны сходиться в одной точке на сетчатке – то есть изображение должно быть сфокусировано. Затем мозг обрабатывает эти изображения: он не просто переворачивает картинку, а анализирует зрительные данные, синхронизирует их с движениями глаз, сопоставляет с прошлым опытом и формирует целостное восприятие окружающего мира. Этот процесс происходит настолько автоматически и быстро, что человек его не замечает.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 3 мин.)

Решается задача под названием “В магазине оптики”.

В магазине оптики на полках были выставлены различные типы очков с линзами со следующими обозначениями:

+2,5 дптр, –1,5 дптр, – 0,75 дптр, +1 дптр, +6 дптр, – 2,75 дптр.

Вопрос 1. Ответ. Линзы с отрицательной оптической силой предназначены для людей с близорукостью (миопией), а линзы с положительной оптической силой – для людей с дальностью зрения (гиперметропией).

Вопрос 2. Ответ. Фокусные расстояния определяются по формуле $F = \frac{1}{D}$. Таким образом:

$F_1 = 0,4 \text{ м} = 40 \text{ см}$; $F_2 \approx -0,67 \text{ м} = -67 \text{ см}$; $F_3 \approx -1,33 \text{ м} = -133 \text{ см}$;

$F_4 = 1 \text{ м} = 100 \text{ см}$; $F_5 \approx 0,167 \text{ м} = 16,7 \text{ см}$; $F_6 \approx -0,36 \text{ м} = -36 \text{ см}$.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

Ответы на вопросы этого раздела приведены ниже:

Проверьте полученные знания

Учащиеся могут легко ответить на первые два вопроса, опираясь на знания, полученные во время урока.

1. Ответ. Человек с нормальным зрением видит как удаленные, так и близко расположенные предметы одинаково четко, благодаря аккомодации глаза – то есть способности глаза фокусироваться на предметах, находящихся на разном расстоянии.

2. Ответ. Чтобы видеть четко, человеку с нормальным зрением нужно держать плоское зеркало на расстоянии примерно 25–30 сантиметров от глаза.

Это расстояние определяется несколькими факторами:

– расстояние наилучшего зрения нормального глаза составляет приблизительно 25 см;

– на этом расстоянии свет, попадающий в глаз, фокусируется на сетчатке без чрезмерного напряжения глазных мышц;

– меньшее расстояние может вызвать размытое зрение и дискомфорт.

3. Когда бабушка читает газету, она держит её подальше от глаз, а когда дедушка читает газету, он держит её близко к глазам.

Вопрос 1. Ответ. У бабушки дальность зрения (гиперметропия). Поэтому она держит газету дальше, чем обычное расстояние для просмотра при чтении.

У дедушки же близорукость (миопия). Поэтому он держит газету ближе, чем обычное расстояние для просмотра при чтении.

Вопрос 2. Ответ. Для коррекции этого состояния бабушке следует использовать очки с линзами положительной (+) оптической силы, а дедушке – очки с линзами отрицательной (–) оптической силы.



Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Демонстрация	Демонстрирует знания и навыки, касающиеся физических принципов работы глаза и зрения при работе в группах.	Самостоятельно демонстрирует знания и навыки, касающиеся физических принципов работы глаза и зрения.	Демонстрирует знания и навыки, касающиеся физических принципов работы глаза и зрения, приводя примеры.	Демонстрирует знания и навыки, касающиеся физических принципов работы глаза и зрения, делая обобщение.
Объяснение	Не понимая, объясняет природу нарушений зрения, а также методы и способы их коррекции.	Объясняет природу нарушений зрения, а также методы и способы их коррекции своими словами.	Объясняет природу нарушений зрения, а также методы и способы их коррекции на основании проводимых опытов.	Объясняет нарушения зрения, а также методы и способы их коррекции на примерах, основанных на характеристиках линз с различными значениями оптической силы.
Решение задач	Решает различные простые задачи, связанные с глазом как естественной оптической системой.	Решает различные задачи средней степени сложности, связанные с глазом как естественной оптической системой.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с глазом как естественной оптической системой.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с глазом как естественной оптической системой, проверяя результат.

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Классифицирует оптические приборы по их устройству и назначению. • Решает качественные задачи на принцип действия оптических приборов.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на базе искусственного интеллекта; • выполняет практические задания по теме и представляет их результаты; • мыслит критически; • задает вопросы, участвует в дискуссиях и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, квадратная коробка с одной открытой стороной, картонная трубка (цилиндрическая картонная вставка от кухонного полотенца), лупа, ножницы, клей, калька, скотч, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.endustriyeltestcihazlari.com/optik-cihazlar-nelerdir/ 2. https://www.studysmarter.co.uk/explanations/physics/wave-optics/optical-instruments/ 3. https://www.youtube.com/watch?v=8HUUmyTHIRw 4. https://astromed.com.tr/optik-alet/

Краткий план урока

Урок построен на основе модели 4Е.

Мотивация.

- Из каких основных элементов состоят оптические системы этих приборов?
- На каких законах распространения света (оптики) основан принцип действия этих приборов?

Объяснение. Применение метода устного объяснения.

Применение. Учащиеся выполняют исследование "Давайте сделаем средневековый "фотоаппарат"".

Оценивание.

1. Учащиеся оценивают свои знания по теме, отвечая на предложенные вопросы и решая задачи.
2. Учитель оценивает результаты обучения учащихся, используя четырехуровневую рубрику на основе установленных критериев.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

Этот этап можно начать с изучения информации из учебника и соответствующих рисунков. Вы можете вывести изображения на экран и спросить учащихся, в каких сферах нашей жизни эти приборы находят применение (см. рис. 1).

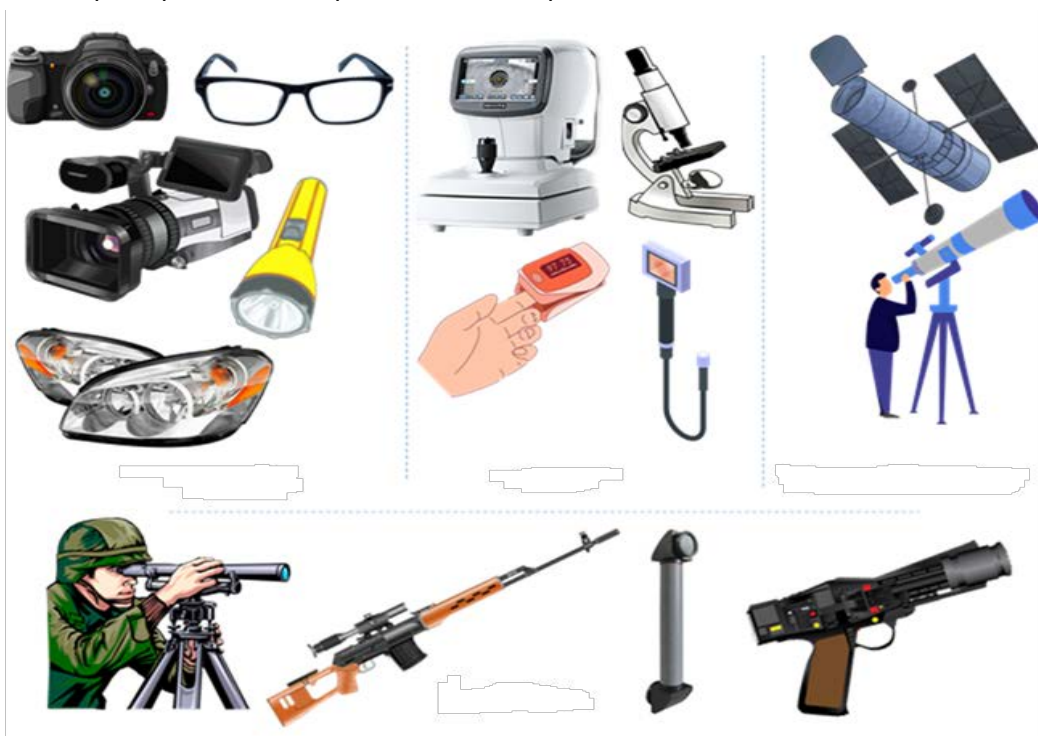


Рисунок 1

После этого можно организовать обсуждение двух вопросов, представленных в учебнике. Эти вопросы также могут служить исследовательскими вопросами.

Исследовательские вопросы:

- Из чего состоят наиболее важные части оптических систем этих устройств?
- На основе каких законов оптики работают оптические устройства?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 17 мин.)

Поскольку этап практического применения, построенный по методике STEAM, требует значительных временных затрат, для эффективного использования общего времени урока мы рекомендуем учителю проводить этап "Обмен информацией и обсуждение" методом устного объяснения.

Урок начинается с обсуждения того, что представляет собой **лупа**. Для этого учитель демонстрирует саму лупу или ее фотографию и организует обсуждение в классе:

Учитель: Как вы думаете, что такое лупа и для чего она используется?

Учитель: Какие примеры использования лупы в повседневной жизни вы можете привести?

Учитель: Какая линза используется в лупе?

Учитель: Какое изображение предметов дает лупа – действительное или мнимое? Обоснуйте свой ответ.

После обсуждения демонстрируется рисунок, показывающий ход световых лучей через лупу (Рисунок 2). Опираясь на этот рисунок, учитель объясняет, как формируется мнимое увеличенное изображение мелких предметов.

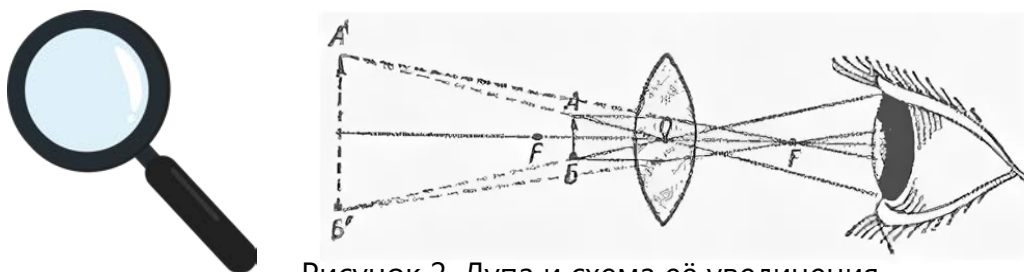


Рисунок 2. Лупа и схема её увеличения.

Далее приводится информация об устройстве и принципе работы микроскопа. Учащимся объясняют, что оптический микроскоп используется для получения увеличенного изображения очень мелких предметов, невидимых невооруженным глазом. Он позволяет увеличить предмет в десять, сто или даже тысячи раз. Общее увеличение микроскопа представляет собой произведение увеличений объектива и окуляра. Значения увеличения указаны на окуляре и объективах (рис. 3). Например, если окуляр обеспечивает десятикратное увеличение, на нем стоит маркировка "10X", а если объектив увеличивает в 40 раз – маркировка "40X". Это означает, что микроскоп увеличивает предмет в 400 раз, то есть:

$$\text{увеличение микроскопа} = 10 \times 40 = 400.$$

Максимальное увеличение оптических микроскопов равно примерно 2000. При превышении этого значения изображение становится размытым и теряет четкость.



Рисунок 3. Микроскоп

Вот некоторые сведения об окуляре и объективе:

Окуляр – это элемент оптической системы микроскопа, расположенный в верхней части тубуса. При рассмотрении предмета через микроскоп наблюдатель прикладывает глаз к окуляру. Его функция заключается в том, чтобы обеспечить удобство для глаза наблюдателя и сделать видимым изображение, сформированное микроскопом. Само слово "окуляр" (происходящее от латинского *oculus*) означает "глаз". Окуляр состоит из двух линз и оправы, удерживающей их. Из этих двух линз та, что находится дальше всего от тубуса, называется верхней линзой или "глазной линзой", а другая – нижней линзой. Будучи одним из двух основных увеличительных компонентов микроскопа, окуляр действует подобно лупе.

Объектив – это один из двух основных увеличительных элементов оптической системы микроскопа. Слово “объектив” происходит от латинского *objectum* (“предмет”), поскольку он направлен на исследуемый предмет и формирует его увеличенное изображение. Как правило, микроскоп оснащен 2–4 (обычно тремя) объективами. Каждый объектив состоит из нескольких линз, обладающих определенной увеличивающей способностью: линза, расположенная ближе всего к исследуемому предмету, служит для увеличения изображения, а остальные линзы корректируют недостатки предыдущей линзы. Далее приведена упрощенная схема оптической системы микроскопа, поясняющая механизм формирования увеличенного изображения A'B' предмета AB (см. рисунок 4).

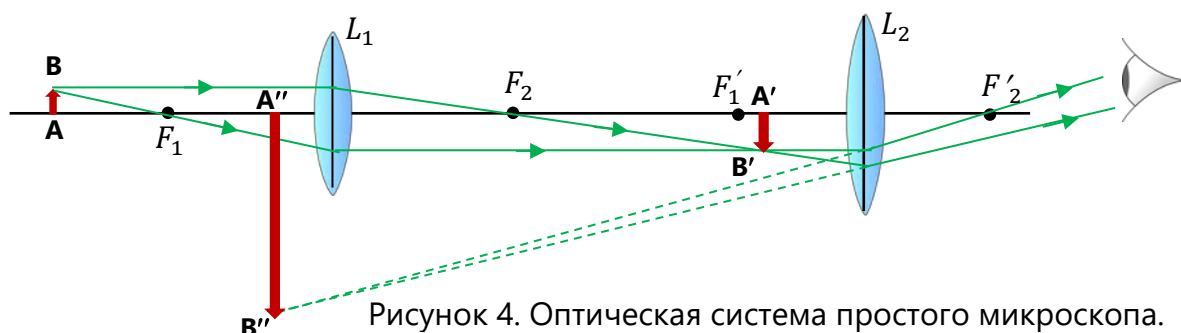


Рисунок 4. Оптическая система простого микроскопа.

Затем преподаватель кратко рассказывает об устройстве и принципах работы телескопа и фотоаппарата и, демонстрируя соответствующие схемы, объясняет ход световых лучей в оптических системах этих приборов.

Подумай•Обсуди•Поделись

При фотографировании портрета крупным планом следует ли приближать объектив фотоаппарата к матрице или, наоборот, удалять его от неё? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Сам объектив как единое целое не приближается к предмету и не удаляется от него. Здесь возможны два варианта:

1. При съемке портрета фотограф часто сам подходит ближе к предмету или настраивает фокус камеры.
2. Если предмет находится очень близко, камера увеличивает расстояние между объективом и матрицей для наведения на резкость.

Это принцип геометрической оптики. В процессе фокусировки группа оптических элементов внутри объектива перемещается вперед-назад. В результате расстояние между объективом и матрицей меняется. Это особенно заметно при съемке предметов с близкого расстояния. Согласно формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f'}$$

cişim yaxınlaşdıqda d azalır, f увеличивается – это означает, что изображение формируется на большем расстоянии от объектива. Поэтому камера немного отодвигает объектив от матрицы (это перемещение происходит внутри самого объектива).

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 21 мин.)

Проводится исследование “Давайте сделаем средневековый “фотоаппарат””. Работа организована в следующей последовательности:

- I. Учащиеся делятся на группы.
- II. Учащиеся знакомятся с материалами и порядком выполнения работы.
- III. Выполнение задания: учащиеся собирают простую модель фотоаппарата (камеры-обскура).
- IV. Лидеры групп демонстрируют собранные фотоаппараты.
- V. Проводится обсуждение на основе вопросов, приведенных в учебнике:
 - Почему изображение предмета в изготовленном вами фотоаппарате получилось перевернутым?
 - Нарисуйте на рабочем листе схему получения изображения этого предмета.

Примечание!

В ходе выполнения задания учитель рекомендует:

- распределить задачи между учащимися внутри группы;
- работать продуктивно, не торопясь;
- стремиться к качественной сборке фотоаппарата;
- протестировать собранный фотоаппарат;
- начертить схему формирования изображения для собранного фотоаппарата и убедиться в ее правильности.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 4 мин.)

Ответы на вопросы этого блока приведены ниже:

Проверьте полученные знания

1. Сравните ход лучей в лупе и фотоаппарате (см.: рис. 2.77 и рис. 2.80).

Вопросы 1 и 2. Ответ.

Сходства

- В обоих устройствах используется **собирающая (выпуклая) линза**.
- В обоих случаях изображение получается в результате **преломления света внутри линзы**.
- В обоих случаях лучи меняют направление после прохождения через линзу и пересекаются по определенным правилам.
- В обоих устройствах формирование изображения связано с фокусным расстоянием линзы; иными словами, характер изображения зависит от расстояния между предметом и фокусом линзы. Действительное изображение образуется, когда предмет находится за пределами фокуса, тогда как мнимое изображение формируется, если предмет расположен ближе к линзе, чем фокус.

Различия и их виды

Свойства	Лупа	Фотоаппарат
Положение предмета	Расположен ближе фокуса линзы.	Расположено за фокусом линзы
Ход лучей	Прошедшие через линзу лучи расходятся.	Прошедшие через линзу лучи собираются
Полученное изображение	Видно глазом	Расположено на матрице
Направление изображения	Прямое	Перевернутое
Вид изображения	Мнимое	Действительное

2. Сравните оптическую систему ньютоновского телескопа и лупы .

Вопрос 1. Ответ. Лупа

Принцип действия лупы основан на законе преломления света.

Телескоп Ньютона

Основными компонентами телескопа Ньютона являются вогнутое зеркало (главное зеркало), плоское вторичное зеркало и окуляр (линза). К зеркалу применим → закон отражения, а к окуляру → закон преломления. Таким образом, работа телескопа Ньютона основана на законах отражения и преломления света.

Вопрос 2. Ответ.

Изображение, создаваемое лупой, – мнимое. Оно прямое и увеличенное. **Причина:** предмет расположен между линзой и фокусом.

В телескопе Ньютона зеркало сначала формирует действительное изображение, а затем через окуляр наблюдается мнимое увеличенное изображение.

3. При фотографировании удаленного предмета мы смотрим через окуляр и, вращая объектив влево и вправо, наводим его на резкость.

Вопрос 1. Ответ.

Для удаленного предмета предполагается, что он находится очень далеко от линзы.

Основываясь на формуле тонкой линзы $\left(\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}\right)$, поскольку $d \rightarrow \infty$ для удаленного предмета, отсюда следует, что $f \approx F$.

Следовательно, при получении изображения удаленного предмета сенсор (матрица) располагается на расстоянии от линзы, приблизительно равном её фокусному расстоянию. Вращение объектива фактически регулирует расстояние между линзой и матрицей на очень небольшую величину, чтобы обеспечить резкую фокусировку изображения.

Вопрос 2. Ответ. Поскольку в камере используется выпуклая линза, а предмет расположен за фокусом линзы, на матрице формируется действительное и перевернутое изображение.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Классификация	Формально классифицирует оптические приборы по их устройству и назначению.	Классифицирует оптические приборы по их устройству и назначению, приводя примеры.	Классифицирует оптические приборы по их устройству и назначению, рисуя ход лучей.	Классифицирует оптические приборы по их устройству и назначению, приводя теоретическое и практическое обоснование, основанное на их физических свойствах.
Решение задач	Решает качественные простые задачи на принцип действия оптических приборов.	Решает качественные задачи средней степени сложности на принцип действия оптических приборов.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на принцип действия оптических приборов.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на принцип действия оптических приборов, проверяя их результат.

Подстандарты	9 – 5.1.2. Применяет закон преломления света к различным ситуациям.
Цели обучения	• Объясняет устройство и принципы работы глаза и зрения, а также оптические системы различных видов оптических приборов. • Решает задачи различных типов на устройства и принцип работы глаза и зрения, а также с оптических систем различных видов оптических приборов.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • взаимодействует и сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает качественные и количественные проблемы; • проводит презентацию после проверки результатов
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока**Качественная задача решается в два этапа:****Этап I. Работа с текстом задачи:**

- Чтение условия задачи;
- Фронтальный опрос по содержанию задачи;
- Пересказ условия задачи своими словами.

Этап II. Анализ задачи:

- Фронтальный опрос по теме, к которой относится задача;
- Фронтальный опрос об этапах решения задачи;
- Теоретическое решение задачи и формулировка вывода.

Количественная задача решается в четыре этапа:**Этап I. Работа с текстом задачи:**

- Чтение условия задачи;
- Фронтальный опрос по содержанию задачи;
- Пересказ условия задачи своими словами.

Этап II. Анализ задачи:

- Фронтальный опрос по теме, к которой относится задача;
- Фронтальный опрос об этапах решения задачи и выводе общей формулы.

Этап III. Запись данных и приведение единиц измерения в единую систему.

Данные записываются на доске (если задача количественная), а единицы измерения переводятся в систему СИ.

Этап IV. Решение задачи в общем виде и выполнение вычисления.

Задача решается путем записи общей формулы (если задача количественная).

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально соответственно подготовленным уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 5 мин.)

Пример решения качественной задачи по теме “Оптические приборы”

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть I, с. 88, № 8). **Фотоаппараты и видеокамеры относятся к числу наиболее часто используемых в повседневной жизни оптических устройств.**

Вопрос 1. Какое изображение предмета создает объектив фотоаппарата или видеокамеры на матричной пластине? Обоснуй свой ответ, нарисовав схему.

Вопрос 2. Из каких видов линз состоят объективы этих оптических устройств?

2. Опрос по условию задачи.

Проводится фронтальный опрос по содержанию задачи.

Учитель: Какие оптические приборы наиболее часто используются в повседневной жизни?

Учитель: О чем спрашивается в первом вопросе задачи и какую схему нам нужно нарисовать?

Учитель: А о чем спрашивается во втором вопросе?

3. Ученику предлагается пересказать условие задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 5 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: Какие законы оптики нашли своё применение в оптических приборах?

Ученик: В оптических приборах своё применение нашли законы отражения и преломления света.

Учитель: В каких элементах, составляющих оптические системы этих приборов, соответственно проявляются законы отражения и преломления света?

Ученик: Законы отражения и преломления света проявляются в линзах и зеркалах, входящих в состав оптических систем этих приборов.

Учитель: Какие элементы составляют оптическую систему современного фотоаппарата?

Ученик: Оптическая система современного фотоаппарата состоит из собирающих линз и плоских зеркал.

Учитель: А какие элементы, по вашему мнению, составляют оптическую систему современной видеокамеры?

Ученик: Мы считаем, что оптическая система современной видеокамеры также состоит из собирающих линз и плоских зеркал.

Учитель: Какие элементы составляют объектив современного фотоаппарата или видеокамеры?

Ученик: Объектив современного фотоаппарата или видеокамеры состоит из системы собирающих линз.

Учитель: Какое изображение предмета формирует объектив фотоаппарата или видеокамеры на светочувствительном элементе (матрице)?

Ученик: Объектив фотоаппарата или видеокамеры формирует на матрице действительное уменьшенное изображение предмета. К доске можно вызвать ученика, хорошо владеющего навыками рисования, и попросить его изобразить схему оптической системы современного фотоаппарата (см. рисунок 1).

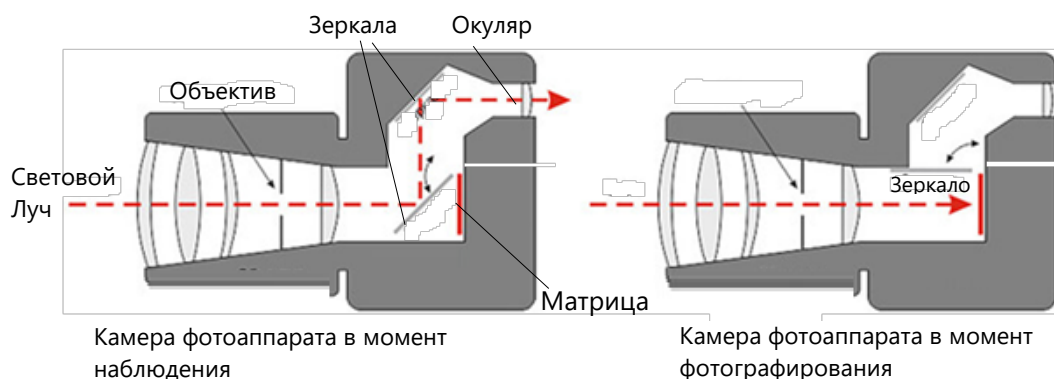


Рисунок 1. Оптическая система камеры: во время наблюдения и в момент съемки

Примечание. С помощью этой методики на уроке можно решить и ряд других качественных задач.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Наизусть объясняет устройство и принципы работы глаза и зрения, а также оптические системы различных видов оптических приборов.	Своими словами объясняет устройство и принципы работы глаза и зрения, а также оптические системы различных видов оптических приборов.	Объясняет устройство и принципы работы глаза и зрения, а также оптические системы различных видов оптических приборов, приводя примеры.	Объясняет устройство и принципы работы глаза и зрения, а также оптические системы различных видов оптических приборов, рисуя схемы.
Решение задач	Решает простые задачи различных типов на устройства и принцип работы глаза и зрения, а также с оптических систем различных видов оптических приборов.	Решает задачи средней степени сложности различных типов на устройства и принцип работы глаза и зрения, а также с оптических систем различных видов оптических приборов.	Решает задачи высокой степени сложности различных типов на устройства и принцип работы глаза и зрения, а также с оптических систем различных видов оптических приборов.	Решает задачи высокой степени сложности различных типов на устройства и принцип работы глаза и зрения, а также с оптических систем различных видов оптических приборов, проводя анализ.

РАЗДЕЛ 3

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

№	Тема	Часы	Учебник (стр.)	Рабочая тетрадь (стр.)
3.1	ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МЕТАЛЛОВ			
У52/3.1.1.	Проводники и диэлектрики в электрическом поле	1		
У 53/ –	Решение задач – 1	1		
У 54/3.1.2.	Сопротивление металлов	1		
У 55/ –	Решение задач – 2	1		
У 56/3.1.3.	Цепь распределения напряжения	1		
У 57/ –	Решение задач – 3	1		
У 58/3.1.4.	Зависимость сопротивления металлов от температуры	1		
У 59/ –	Решение задач – 4	1		
У 60/3.1.5.	Работа электрического тока	1		
У 61/ –	Решение задач – 5	1		
У 62/3.1.6	Мощность электрического тока	1		
У 63/ –	Практическая работа №3.1. Измерение работы и мощности тока в электрической лампе.	1		
У 64/3.1.7	Влияние электрического тока на живые организмы	1		
У 65/ –	Решение задач – 6	1		
3.2	ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ГАЗОВ			
У 66/3.2.1	Электрический ток в газах: несамостоятельный газовый разряд	1		
У 67/3.2.2	Электрический ток в газах: самостоятельный газовый разряд	1		
У 68/ –	Решение задач – 7	1		
У 69/ –	МСО-4	1		
3.3	ПОЛУПРОВОДНИКИ			
У 70/3.3.1	Собственная проводимость полупроводников	1		
У 71/3.3.2	Примесная проводимость полупроводников	1		
У 72/3.3.3	<i>p-n</i> переход в полупроводниковом кристалле. Полупроводниковый диод	1		
У 73/ –	Решение задач – 8	1		
У 74/ –	Обобщающие задания	1		
Всего по разделу		23		

КРАТКИЙ ОБЗОР РАЗДЕЛА

В этом разделе ученики знакомятся с механизмами образования и прохождения электрического тока в различных материальных средах. Главная цель раздела – сформировать у учащихся научное представление о том, что природа электрического тока не ограничивается только движением свободных электронов, а обеспечивается различными видами носителей заряда в различных средах.

Основная методическая линия обучения в этом разделе основана на последовательном исследовании проблемы “Какие частицы создают электрический ток?”.

Сначала ученики изучают, что электропроводность в металлах обеспечивается упорядоченным движением свободных электронов. При этом объясняются взаимосвязи между кристаллической структурой металла, моделью “электронного газа” и влиянием температуры на сопротивление.

По теме электропроводности газов, учащиеся изучают тот факт, что газы являются диэлектриками в обычных условиях и становятся проводниками в результате ионизации. Механизмы образования несамостоятельных и самостоятельных газовых разрядов, процессы ионизации составляют основное содержание этой темы.

В теме полупроводников на первый план выходит зависимость проводимости от кристаллической структуры вещества и концентрации носителей заряда. Механизмы собственной и примесной проводимости, понятия электронов и дырок, образование р- и n-типов полупроводников, характеристики р-n-перехода и принцип работы полупроводникового диода формируют у учащихся первоначальное представление о физических основах современной электроники.

В преподавании раздела целесообразно использовать проблемные ситуации, наблюдения и эксперименты, модели, схемы и практические задания, связанные с жизнью. В частности, сравнение носителей электрического тока в различных средах способствует развитию у учащихся навыков обобщения и определения причинно-следственных связей событий.

По завершении раздела учащиеся должны уметь объяснять физическую природу электрической проводимости в различных средах, различать типы носителей заряда и сравнивать механизмы генерации электрического тока.

Таким образом, основная идея этого раздела заключается в том, чтобы дать ученикам понимание природы носителей заряда, обеспечивающих электропроводность в различных средах, и механизмов их образования.

3.1. ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ МЕТАЛЛОВ

Урок 52/Тема: 3.1.1

ПРОВОДНИКИ И ДИЭЛЕКТРИКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах.
Цели обучения	• Комментирует, что тела являются проводниками и диэлектриками на основе их электрической проводимости. • Объясняет физические основы электропроводности проводников и диэлектриков. • Решает различные задачи, связанные с проводниками и диэлектриками.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • мыслит геометрически; • мыслит аналитически; • интегрирует знания с математикой; • готовит плакаты и делает презентации по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, металлический шарик, прикрепленный к пластмассовому штативу (2 шт.), тонкая бумажная лента, прикрепленная к концу пластмассового штатива, алюминиевая (или медная) проволока, полиэтиленовая (или резиновая) нить, стеклянная палочка, шерстяная (или шелковая) ткань, компьютер, проектор (или интерактивная доска).
Электронные ресурсы	1. https://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_electromagnetism_interactive/electric_conductors_insulators.htm 2. https://www.youtube.com/watch?v=IsrMJ45aqVI 3. https://www.youtube.com/watch?v=BA4-jOC40B4 4. https://www.youtube.com/watch?v=RgLQ2JzWomw 5. Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsliyi. Elektrodinamika. III hissə. Bakınəşr-2007.

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация

Описывается ситуация, связанная с защитой от промокания в дождливую погоду, и обсуждается следующий вопрос.

- Почему во время грозы опасно прятаться под деревом или стоять рядом с большим водоёмом, а сидеть в машине – относительно безопасно?

Исследование

Учащиеся распределяются по группам в зависимости от количества комплектов устройств и проводят исследование на тему “Тела, проводящие и непроводящие электрический ток”.

Объяснение

Рекомендуется, чтобы учитель проводил этот этап, используя метод “Устного объяснения”. Причина этого в том, что большая часть времени, отведенного на урок, тратится на проведение этапа практических занятий, состоящего из двух экспериментов.

Применение

В ходе эксперимента группы учащихся определяют, почему металлический стержень не заряжается. Они объясняют, почему бумажная лента остается неподвижной, когда металлический стержень натирают о кусок шерсти и прикасаются к шару.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

На этом этапе рекомендуется рассмотреть ситуацию, приведенную в учебнике. Учитель рассказывает о типичном жизненном случае:

– Чтобы не промокнуть в дождливую погоду, некоторые из вас, вероятно, прячутся под деревом с большими листьями, но это очень опасно для жизни (рис.1). Изображение выводится на экран, после чего обсуждается вопрос.

- Почему во время грозы опасно прятаться под деревом или стоять рядом с большим водоёмом, а сидеть в машине – относительно безопасно?

Ожидаемый ответ. Поскольку дерево высокое, оно может стать прямой мишенью для молнии. В этом случае, когда молния ударяет в дерево,

Рисунок 1

электрический ток распространяется по стволу к земле и может поразить человека, стоящего рядом. С другой стороны, влага дерева и его прямой контакт с землей способствуют его электропроводности. Поскольку вода хорошо проводит электричество, когда молния ударяет в воду, электрический ток распространяется на большую площадь и вызывает поражение электрическим током человека, стоящего рядом.

- Как можно объяснить, что автомобиль безопасен во время удара молнии?

Ответ: Когда молния ударяет в металлический кузов автомобиля, электрический ток проходит от кузова к земле. Поскольку окна и шины автомобиля действуют как дополнительная изоляция, человек, сидящий внутри, не подвергается воздействию электрического тока.

Примечание. Большинство учащихся могут ответить на вопросы неправильно, и это естественно. Однако учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а лишь записывает на доске ключевые слова выдвинутых гипотез и формулирует исследовательский вопрос.

Исследовательский вопрос

- Тела делятся на две группы: проводящие и непроводящие электричество. Каков физический механизм, лежащий в основе этих свойств?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 15 мин.)

Проводится исследование под названием “Тела, проводящие и непроводящие электрический ток”. Рекомендуется организовать этапы в следующей последовательности:

- I. Учащиеся группируются в зависимости от количества комплектов оборудования.
- II. Учащимся дается время для ознакомления с ходом работы. (≈ 3 мин.).
- III. Проводится опрос, связанный с ходом работы (≈ 3 мин.).
 Учитель: Что нужно сделать в эксперименте в первую очередь?
 Учитель: Как будет повторяться эксперимент?
 Учитель: Как будет проходить дальнейший ход эксперимента в конце?
- IV. Выполняется работа (≈ 5 мин.).
 Внимание! Если комплект оборудования один, работу демонстрирует сам учитель.

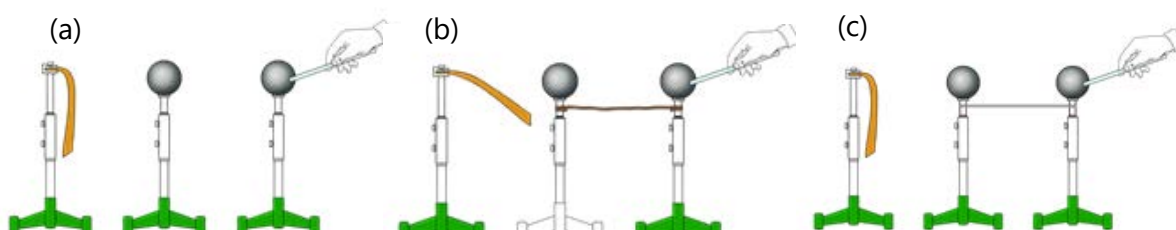


Рисунок 2

V. Обсуждаются следующие вопросы, данные в учебнике (≈ 4 мин.):

1. Какие изменения наблюдались в состоянии бумажной ленты возле левого шара, когда правый шар был наэлектризован стеклянным стержнем (см.: Рисунок 2, а)?

Ответ. Было замечено, что бумажная лента смещалась очень незначительно.

2. Почему правый шар соединенный металлическим проводом с левым шаром притягивал бумажную ленту (см.: Рисунок 2, б)?

Ответ. Причина в том, что алюминиевые (или медные) провода, соединяющие шары, являются проводниками. Именно благодаря проводу происходит передача заряда между шарами, и вокруг шаров создается электрическое поле, которое действует на бумажную ленту.

3. Почему бумажная лента возле левого шара оставалась неподвижной, когда шары были соединены полиэтиленовой (или резиновой) нитью, а правый шар при этом был электризован (см.: Рисунок 2, с)?

Ответ. Причина этого в том, что полиэтиленовая нить является диэлектриком, то есть она не проводит электрический ток. Несмотря на то, что шар справа наэлектризован, заряд не передается к другому шару через диэлектрическую нить.

4. Какой вывод можно сделать из исследования?

Ответ. Из исследования можно сделать вывод, что тела делятся на две группы: те, которые проводят электрические заряды, и те, которые не проводят электричество.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 15 мин.)

Для эффективного использования времени учителем рекомендуется строить урок на основе метода активного обучения "Устное объяснение". Таким образом, в классе организуется следующее объяснение и опрос:

Учитель: Какое новое свойство тел вы обнаружили в ходе исследования?

Ученик: В ходе исследования мы обнаружили, что тела могут обладать и не обладать проводимостью.

Учитель: Какие тела называют проводниками?

Ученик: Вещества, проводящие электрический заряд, называются проводниками.

Учитель: Какие тела можно отнести к проводникам в качестве примеров?

Ученик: Металлы, электролитные растворы и т. д. можно отнести к проводникам.

Затем учитель объясняет понятие свободных электронов, свободных носителей заряда и физическую природу электропроводности проводников в соответствии со схемой, приведённой на Рис. 3 (Рисунок 3.2 в учебнике).

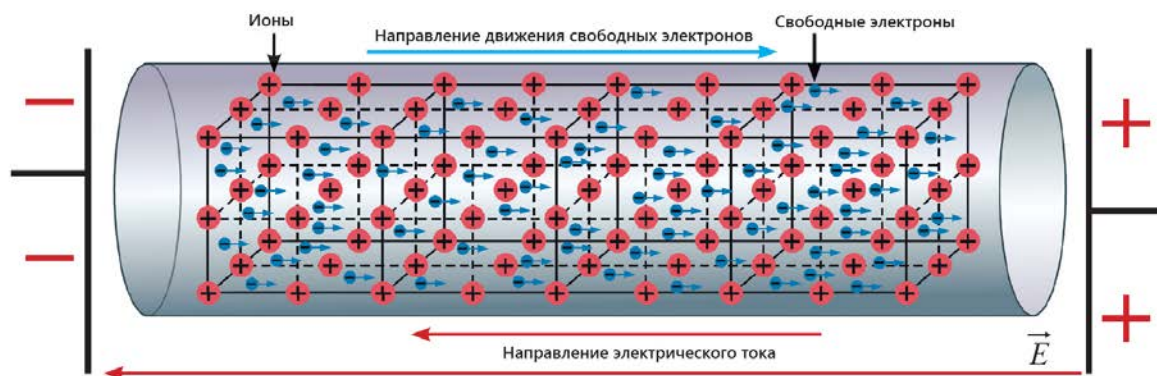


Рисунок 3

Учитель: Что такое диэлектрик?

Ученик: Вещества, не проводящие электрический заряд, называются диэлектриками.

Затем учитель предоставляет информацию о полярных и неполярных диэлектриках и объясняет физическую основу их различия на основе рисунков 4 и 5 (рисунки 3.3 и 3.4 в учебнике).

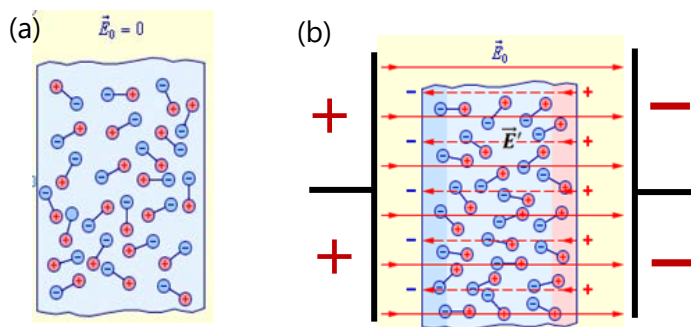


Рисунок 4. Полярный диэлектрик

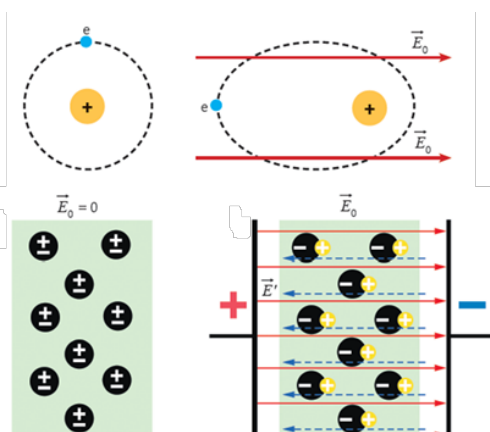


Рисунок 5. Неполярный диэлектрик

Учитель подводит итог объяснения и обращается к классу:

Учитель: Итак, какие виды диэлектриков существуют?

Учитель: Какие диэлектрики называют полярными диэлектриками?

Учитель: Какой процесс происходит между частицами полярного диэлектрика, когда он помещается во внешнее электрическое поле?

Учитель: Какие тела можно привести в качестве примеров полярных диэлектриков?

Учитель: Какие диэлектрики называются неполярными?

Учитель: В чем основное различие между полярными и неполярными диэлектриками?

Подумай•Обсуди•Поделись

- Почему за направление электрического тока принято направление движения положительных зарядов?

Ответ: Вначале учёные не знали, что электрический ток переносится электронами.

Поэтому они условно приняли это направление. Хотя позже выяснилось, что это было неверно, это правило не изменилось.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 5 мин.)

На этом этапе учащиеся проводят исследование “Почему металлический стержень не наэлектризовался?”, данное в учебнике. Поскольку исследование простое и интересное, его выполнение не занимает много времени. Однако следует придерживаться следующей последовательности организации этапа:

I. Учащиеся знакомятся с ходом работы.

II. Выполняется работа.

III. Проводится обсуждение следующего вопроса:

- Когда стеклянную палочку, натёртую о шерсть, поднесли к шарiku, бумажная полоска притянулась к шарiku. Почему же бумажная полоска не пришла в движение, когда металлический стержень натёрли о шерсть и коснулись им шарика? (рис. 6; в учебнике — рис. 3.5.)

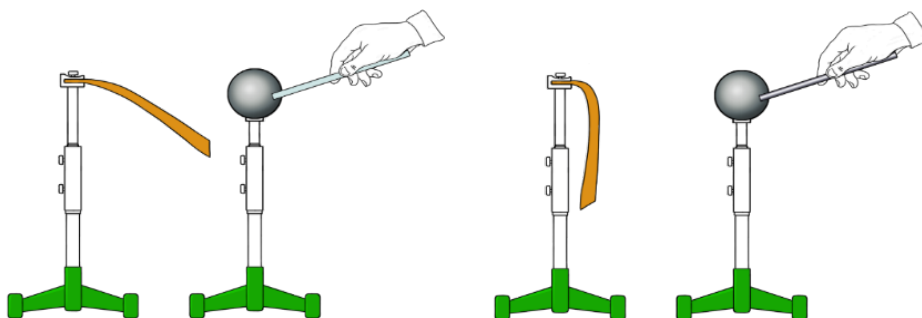


Рисунок 6

Ответ: Поскольку металл является проводником, дополнительные заряды, возникающие при трении его о кусок шерсти, легко передаются к нашей руке, делая его практически не заряженным. В результате шарик не электризуется, а это значит, что поскольку вокруг него не создается электрическое поле, оно не притягивает бумажную полоску.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы и выполняют задания из раздела учебника “Проверьте свои знания”. Ответы на вопросы приведены ниже:

1. Айтадж хочет подключить адаптер мобильного телефона к электрической розетке. Поскольку провод адаптера покрыт похожим на пластик материалом, брат говорит ей: "Не переживай, этот провод тебе не навредит".

Вопрос 1. Какова в этом случае функция пластикового покрытия? Какие из приведённых ниже ответов верны?

Ответ. с) пластик является диэлектриком и защищает пользователя от электрического тока.

Пояснение. Пластиковые материалы являются диэлектриками, то есть не проводят электрический ток. Поэтому, хотя ток и проходит по металлической части провода, покрывающий её пластиковый слой защищает человека от прикосновения к проводу.

Вопрос 2. Если пластиковая оболочка провода повреждена и видна его металлическая часть, какое действие будет наиболее правильным?

Ответ. Провод необходимо заменить или покрыть изоляционным материалом.

2. На рисунке показано поперечное сечение медной проволоки, помещенной в однородное электрическое поле напряженностью E .

Вопрос 1. В какой точке медной проволоки концентрация свободных электронов наибольшая? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Вам известно, что медь является проводником. Внутри металлов находятся свободные электроны, которые движутся под действием внешнего электрического поля. Из рисунка видно, что напряженность направлена вправо, то есть сила, действующая на электроны, направлена влево. В результате концентрация свободных электронов в точке 1 провода будет больше.

Вопрос 2. В какой точке проводника тока нет?

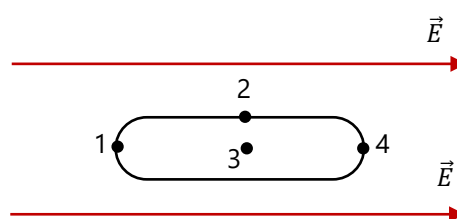
Ответ. Электрического тока нет в точках, где напряженность электрического поля равна нулю. В проводнике, помещенном в однородное электрическое поле, тока не будет в точке 3, поскольку напряженность поля внутри проводника равна нулю из-за перераспределения зарядов на поверхности.

3. В сухом помещении пластиковый корпус кондиционера или телевизора быстро покрывается пылью.

Вопрос. Почему пластиковые поверхности так сильно притягивают пыль? Как поляризация диэлектриков в электрическом поле объясняет это явление?

Ответ. Пластик является диэлектриком, то есть он не проводит электрические заряды свободно. В результате трения в сухом воздухе (например, при воздушном потоке или уборке) поверхность пластика электризуется, и на ней создается электростатическое поле. Под воздействием этого поля частицы пыли поляризуются: на стороне частицы, близкой к поверхности, образуется заряд противоположного знака, а на дальней – заряда того же знака. В результате, благодаря взаимному притяжению зарядов противоположного знака, частицы пыли притягиваются к поверхности пластика и остаются на ней.

• На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее разработанной им рубрики.



Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментирование	Наизусть комментирует, что тела являются проводниками и диэлектриками на основе их электрической проводимости.	Понимая комментирует, что тела являются проводниками и диэлектриками на основе их электрической проводимости.	На основании опыта комментирует, что тела являются проводниками и диэлектриками на основе их электрической проводимости.	Анализируя результаты, проведённых опытов комментирует, что тела являются проводниками и диэлектриками на основе их электрической проводимости.
Объяснение	Объясняет физические основы электропроводности проводников и диэлектриков декларативными знаниями.	Объясняет физические основы электропроводности проводников и диэлектриков, приводя примеры.	Объясняет физические основы электропроводности проводников и диэлектриков посредством анализа.	Объясняет физические основы электропроводности проводников и диэлектриков, проводя обобщение.
Решение задач	Решает различные простые задачи, связанные с проводниками и диэлектриками	Решает различные задачи средней степени сложности, связанные с проводниками и диэлектриками	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с проводниками и диэлектриками	Решает сложные задачи путем оценки результатов различных характеристик, связанных с проводниками и диэлектриками.

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах.
Цели обучения	• Различает проводники и диэлектрики по их свойствам. • Решает различные задачи, связанные с проводниками и диэлектриками.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает проблемы качественно или количественно; • делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Задача качественного характера решается в зависимости от содержания темы. Задачи такого типа в основном состоят из двух этапов: изучение текста задачи и анализ задачи. Вопросы, поставленные в конце этапа анализа, помогают решить задачу.

1. Изучение текста задачи. Этап состоит из следующих последовательных шагов:

1.1. Чтение условия задачи.

1.2. Организация фронтального опроса по условию задачи.

1.3. Краткое объяснение содержания задачи.

2. Анализ задачи. Организация фронтального опроса по теме, к которой относится задача, и анализу ее решения.

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по рубрикам.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 8 мин.)

1.1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть II, стр. 3, № 2). На рисунке 1 изображено поперечное сечение проводящего металлического тела, помещенного в однородное электрическое поле напряженностью E .

Вопрос 1. Чему равна напряженность электрического поля в точке М?

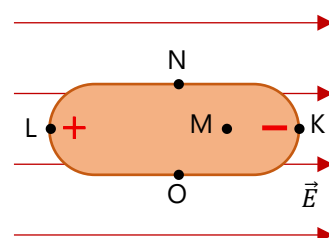
Вопрос 2. В какой из точек L и K концентрация свободных электронов наибольшая?

Вопрос 3. В какой точке концентрация положительных зарядов наибольшая?

1.2. Проведение опроса, связанного с условием задачи. Нужно провести фронтальный опрос, связанный с содержанием задачи.

Учитель: Что изображено на рисунке?

Ученик: На рисунке изображено поперечное сечение проводящего металлического проводника, помещенного в однородное электрическое поле.



Учитель: Как направлены силовые линии однородного электрического поля?

Ученик: Исходя из рисунка, можно сказать, что силовые линии однородного электрического поля параллельны и направлены от положительного заряда к отрицательному, то есть слева направо в плоскости рисунка.

Учитель: Какие частицы являются основными носителями заряда в проводящем металлическом теле?

Ученик: Основными носителями заряда в проводящих металлических телах являются свободные электроны.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 1?

Ученик: В вопросе 1 спрашивается, какова напряженность электрического поля в точке М.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 2?

Ученик: В вопросе 2 спрашивается, в какой из точек L или K находится наибольшая концентрация свободных электронов.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 3?

Ученик: В вопросе 3 спрашивается, в какой из данных точек наблюдается наибольшая концентрация положительных зарядов.

1.3. Краткое объяснение содержания задачи. Ученику предлагается изложить условие задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 10 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: На какие виды делятся тела в зависимости от наличия в них свободных зарядов?

Ученик: По наличию свободных зарядов тела делятся на два вида: проводники и диэлектрики.

Учитель: Какие тела называются проводниками?

Ученик: Вещества, проводящие электрический заряд, называются проводниками.

Учитель: Какие тела можно привести в качестве примеров проводников?

Ученик: В качестве примеров проводников можно привести металлы и растворы электролитов.

Учитель: Какое направление условно принято за направление электрического тока?

Ученик: За направление электрического тока условно принято направление напряжённости внешнего электрического поля, то есть направление, противоположное движению свободных электронов.

Учитель: Согласно условию задачи, какова напряжённость электрического поля в точке М внутри проводника, помещенного в однородное электрическое поле?

Ученик: Напряжённость электрического поля в точке М внутри проводника, помещенного в однородное электрическое поле, равна нулю.

Учитель: Почему напряженность электрического поля в точке М внутри проводника равна нулю? Обоснуйте свой ответ.

Ученик: В проводнике находятся свободные заряды, которые движутся под действием внешнего электрического поля и перераспределяются по поверхности проводника. Внутреннее электрическое поле, создаваемое этими зарядами, компенсирует внешнее электрическое поле. В результате напряженность электрического поля в точках внутри проводника равна нулю ($E=0$).

Учитель: В какой из точек L или K проводящего металлического тела, помещенного в электрическое поле, концентрация свободных электронов наибольшая? Обоснуйте свой ответ.

Ученик: В точке L проводящего металлического тела, помещенного в электрическое поле, концентрация свободных электронов больше. Потому что, как видно из рисунка, напряженность поля направлена вправо, поэтому сила, действующая на электроны, направлена влево, а не вправо. В результате концентрация свободных электронов в точке L проводника будет больше.

Учитель: В третьем вопросе задачи спрашивается, в какой точке концентрация положительных зарядов наибольшая? Как можно правильно ответить на этот вопрос с точки зрения физического смысла?

Ученик: Когда проводящий металлический проводник помещается во внешнее электрическое поле, свободные электроны могут менять местами положения вдоль поверхности проводника. Однако в твердых металлах положительные ионы, потерявшие электроны, зафиксированы в своей кристаллической решетке, то есть они не перемещаются свободно вдоль проводника. Электроны накапливаются на одной стороне, в результате чего на другой стороне поверхности металлического проводника возникает дефицит электронов. В этом случае поверхность кажется "положительно заряженной". Однако на самом деле там не накапливаются положительные ионы, а лишь уменьшается количество электронов.

Примечание 1. С помощью этой методики в ходе урока можно решить одну или две дополнительные задачи.

Примечание 2. Представленная методика решения задач основана на многолетнем передовом опыте и играет важную роль в формировании у учащихся таких навыков, как понимание прочитанного, анализ, решение задач, формулирование выводов, обобщение и прогнозирование.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Различия	Формально различает проводники и диэлектрики по их свойствам	Различает проводники и диэлектрики по их свойствам, приводя примеры.	Различает проводники и диэлектрики по их свойствам, проводя анализ.	Различает проводники и диэлектрики по их свойствам, создавая межпредметную интеграцию.
Решение задач	Решает различные простые задачи, связанные с проводниками и диэлектриками.	Решает различные задачи средней степени сложности, связанные с проводниками и диэлектриками.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с проводниками и диэлектриками.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с проводниками и диэлектриками, проводя анализ.

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах.
Цели обучения	• Объясняет зависимость сопротивления металлов от их материала (удельного сопротивления) и геометрических размеров. • Комментирует роль резистора, являющегося элементом сопротивления, в электрических цепях. • Решает различные задачи, связанные с сопротивлением металлов.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • мыслит геометрически; • мыслит аналитически; • интегрирует знания с математикой; • готовит плакаты и делает презентации по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, источник постоянного напряжения (выпрямитель с $U=4\text{ В}$), амперметр, соединительные провода, деревянная доска с подключенными к ней проводами для исследования, бумага формата A2, набор маркеров, клейкая лента, ножницы, компьютер, проектор (или эпипроектор).
Электронные ресурсы	1. https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire-all.html?locale=az 2. https://www.youtube.com/shorts/Z2AqsmiJuRM 3. https://www.youtube.com/watch?v=Qh8C9n34H3k&t=13s 4. https://www.youtube.com/watch?v=FFHUoWFtab0 5. https://www.youtube.com/watch?v=IWTyLsvQmxE 6. Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsləri. Elektrodinamika. III hissə. Bakınəşr-2007.

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5Е. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация.

Зимой некоторые смартфоны внезапно выключаются или уровень заряда батареи показывает 1%.

- Как по-вашему, почему некоторые смартфоны отключаются сами по себе на холоде?
- Почему серверы с искусственным интеллектом охлаждаются водой, а не обычным кондиционером?

Исследование. От чего зависит сопротивление металлического проводника? **Проводится исследование.**

Объяснение. Под руководством учителя учащиеся объясняют физический смысл электропроводности металлического проводника, узнают, от каких физических величин зависит сопротивление.

Применение. При выборе электрического проводника учащиеся учатся обращать внимание на его геометрические размеры и вид материала, из которого он изготовлен.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 6 мин.)

На данном этапе рекомендуется обсудить две ситуации, описанные в учебнике.

1. “Зимой некоторые смартфоны внезапно выключаются или показывают 1% заряда батареи”. На экране отображается рисунок 1а, и обсуждается данный вопрос.



Рисунок 1

- Как, по-вашему, почему некоторые смартфоны отключаются сами по себе на холоде?

Ожидаемый ответ. В морозную погоду внутреннее сопротивление литий-ионных батарей смартфонов резко возрастает. Это происходит потому, что электролит внутри батареи начинает густеть, затрудняя прохождение ионов лития через загустевшую среду. Таким образом, по мере увеличения сопротивления выходное напряжение батареи резко падает, в результате чего телефон выключается сам по себе.

2. Известно, что *Google*, *Amazon*, *NVIDIA* используют специальные системы водяного охлаждения в своих серверах искусственного интеллекта.

- Почему серверы с искусственным интеллектом охлаждают водой, а не обычным кондиционером?

Ожидаемый ответ. С физической точки зрения, вода переносит тепло лучше, чем воздух. Удельная теплоемкость воды в 4 раза выше, чем у воздуха, а ее теплопроводность примерно в 25 раз выше. Поэтому воздух плохо поглощает тепло, и небольшое количество воды может легко поглотить и отвести тепло из системы, которое может унести очень большой объем воздуха. Жидкостное охлаждение обеспечивает более эффективное охлаждение при меньших затратах энергии, поскольку оно отводит тепло непосредственно через медные блоки, установленные на чипе (GPU/CPU).

Примечание. Естественно, что ученики допускают ошибки в своих ответах, но учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а лишь записывает ключевые слова из ответов на доске и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательский вопрос

- От чего зависит сопротивление металлического проводника?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 12 мин.)

Проводится исследование “От чего зависит сопротивление металлического проводника?”. Рекомендуется организовать этап в следующей последовательности:

I. Учащиеся распределяются по группам в зависимости от количества комплектов оборудования.

II. Группам дается задание ознакомиться с ходом работы.

III. Выполняется работа.

Внимание! Если комплект оборудования один, работу демонстрирует сам учитель.

IV. Проводится обсуждение вопросов, приведенных в учебнике:

- Во сколько раз сила тока, протекающего через весь проводник, отличается от силы тока, протекающего через его половину? Как сопротивление проводника зависит от его длины?
- Во сколько раз сила тока, протекающего через проводник, подключенный к одному и тому же источнику напряжения, отличается от силы тока, протекающего через проводник с площадью поперечного сечения вдвое большей? Как сопротивление проводника зависит от площади его поперечного сечения?
- Одинакова ли сила тока, протекающего по проводникам одинаковой длины и площади поперечного сечения, но состоящим из разных веществ? От чего еще зависит сопротивление проводника?

В конце учитель может задать ученикам такой обобщающий вопрос:

Учитель: К какому общему выводу вы пришли в результате своего исследования – от чего зависит сопротивление металлического проводника? Из-за какой закономерности вы пришли к этому выводу?

Некоторые ученики могут провести обобщение неверно.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 25 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап под руководством учителя и с использованием интерактивного метода обучения в следующих последовательных этапах:

1. Группам раздаются заранее подготовленные учителем дидактические листы (с написанными на них заданиями). Учащиеся обмениваются информацией по вопросам, обсуждают их и готовят постер для презентации. Объявляется время, отведенное на эту работу (≈ 10 мин.).

Примечание. Дидактические листы можно подготовить по примерам, показанным на рисунке 2. Количество листов соответствует количеству групп, заданные вопросы охватывают отдельные части соответствующей темы.

2. Для подготовки презентации группам раздаются листы формата А2 (по возможности) или двойные листы в клетку.

3. Каждому лидеру группы отводится определенное время для презентации на основе подготовленного им постера (каждому руководителю ≈ 3 мин., всего ≈ 12 мин.).

4. Необходимо провести краткий опрос для подведения итогов презентаций учеников (≈ 3 мин.):

Учитель: Итак, от чего зависит сопротивление металлических проводников?

Учитель: Что такое удельное сопротивление и в каких единицах оно выражается в СИ?

Лист № 1

1. Что называют сопротивлением проводника и в каких единицах оно измеряется в СИ?
2. Как сопротивление проводника зависит от его длины? Нарисуйте график зависимости.
3. Вычислите сопротивление медного проводника длиной 2 м и площадью поперечного сечения $0,1 \text{ мм}^2$ (удельное сопротивление меди равно $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$).

Лист № 2

1. Что такое удельное сопротивление проводника и в каких единицах оно измеряется в СИ?
2. Как сопротивление проводника зависит от площади поперечного сечения проводника? Постройте график зависимости.
3. Рассчитайте сопротивление медного проводника длиной 1 м и площадью поперечного сечения $0,2 \text{ мм}^2$ (удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$).

Лист № 3

1. От чего зависит удельное сопротивление проводника?
2. Как сопротивление проводника зависит от площади поперечного сечения проводника? Постройте график зависимости.
3. Рассчитайте сопротивление алюминиевого проводника длиной 1 м и площадью поперечного сечения $0,2 \text{ мм}^2$ (удельное сопротивление алюминия равно $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$).
 $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

Лист № 4

1. Что такое удельное сопротивление проводника и в каких единицах оно выражается?
2. Как сопротивление проводника зависит от его длины? Постройте график зависимости.
3. Рассчитайте сопротивление алюминиевого проводника длиной 2 м и площадью поперечного сечения $0,1 \text{ мм}^2$ (удельное сопротивление алюминия равно $\rho = 2,8 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$).

Рисунок 2

Подумай•Обсуди•Поделись

Как отличается сопротивление серебряной проволоки от сопротивления медной проволоки таких же размеров?

Ответ: Поскольку размеры (длина и площадь поперечного сечения) серебряного и медного проводника одинаковы, их сопротивление различается в зависимости от значения удельного сопротивления. Удельное сопротивление серебра равно $\rho \approx 1,59 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, а удельное сопротивление меди – $\rho \approx 1,68 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Как видно, удельное сопротивление серебра меньше, чем удельное сопротивление меди. Следовательно, серебряный проводник имеет меньшее сопротивление, чем медный проводник того же размера. По этой причине серебряный проводник лучше проводит электрический ток.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Необходимо решить задачу, приведённую в учебнике.

Задача. Отец Мурада планирует заменить электропроводку в своем летнем домике. Мурад хочет помочь отцу в этом. Из интернета он узнает, что при выборе электропроводки следует учитывать 3 основных характеристики: длину, толщину и материал провода. Мурад рассматривает 3 разных типа проводников в магазине электротоваров.

Проводник	$l, \text{ м}$	$S, \text{ мм}^2$	$\rho, \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$
А – медь	10	1,0	0,017
В – алюминий	20	1,5	0,028
С – алюминий	10	1,0	0,028

Вопрос 1. Какой проводник следует выбрать Мураду – с большим электрическим сопротивлением или с меньшим? Почему?

Ответ: Для эффективной передачи энергии без потерь в электрических цепях следует выбирать проводники с низким сопротивлением. Чем меньше сопротивление, тем легче

электрический ток проходит через проводник и тем меньше энергии теряется при нагревании проводника.

Вопрос 2. Почему при выборе проводника Мураду следует обратить внимание не только на его длину, но и на материал, из которого он изготовлен, и площадь поперечного сечения?

Ответ. Потому что сопротивление проводника зависит не только от его длины, но и от материала, из которого он изготовлен, и площади поперечного сечения. Таким образом, если удельное сопротивление проводника мало, то и его сопротивление мало. Кроме того, чем толще проводник, тем шире путь для движения электронов и тем ниже сопротивление. Итак, необходимо учитывать формулу зависимости сопротивления проводника, а именно:

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Вопрос 3. Вычислите и сравните сопротивления проводников А, В и С, используя таблицу.

Ответ. Для проводника А (медь): $R_A = 0,017 \cdot \frac{10}{1,0} = 0,17 \text{ Ом}$.

Для проводника В (алюминий): $R_B = 0,028 \cdot \frac{20}{1,5} \approx 0,28 \cdot 13,33 \approx 0,373 \text{ Ом}$.

Для проводника С (алюминий): $R_C = 0,028 \cdot \frac{10}{1,0} = 0,28 \text{ Ом}$.

Согласно результатам вычислений, соотношение сопротивлений проводников следующее: $R_B > R_C > R_A$.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 7 мин.)

1. Ответ. Сопротивление связано с вероятностью столкновения электронов с положительными ионами кристаллической решетки. Это внутреннее свойство материала, не зависящее от внешнего напряжения. Сопротивление может изменяться только при изменении температуры, поскольку тепловое движение частиц, образующих кристаллическую решетку, увеличивает вероятность столкновений электронов.

Вопрос 1. Какие утверждения соответствуют результатам эксперимента? Выберите два правильных утверждения из приведенного списка. Укажите их цифрами.

1– Электрическое сопротивление проводника зависит от материала, из которого он изготовлен.

2– Электрическое сопротивление проводника увеличивается с увеличением его длины.

3– С увеличением длины проводника его электрическое сопротивление остается неизменным.

4– Электрическое сопротивление проводника прямо пропорционально площади его поперечного сечения.

5– С увеличением толщины проводника его электрическое сопротивление уменьшается.

Ответ. 1 и 2.

Объяснение: Согласно формуле сопротивления, можно сказать, что сопротивление проводника зависит от материала, из которого он изготовлен (ρ), и прямо пропорционально его длине (l).

Вопрос 2. Считаете ли вы целесообразным использовать проволоки из никеля и фехраля при прокладке электрических линий в доме? Обоснуйте свой ответ.

Ответ: Нет, это не целесообразно. Потому что удельное сопротивление никеля (Ni) и фехраля (FeCrAl) очень высокое. Цель электрических линий в домах – передача энергии

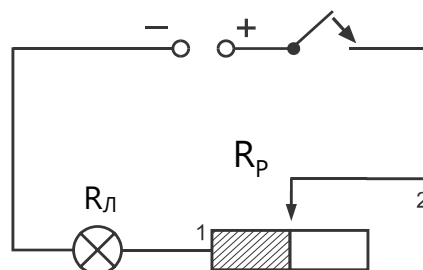
с минимальными потерями. Провода с большим сопротивлением перегреваются и потери энергии увеличиваются.

3. Вопрос 1. Ответ. Принцип работы реостата основан на изменении сопротивления ($R \sim l$) при изменении длины участка проводника, подключенного к цепи. При изменении сопротивления изменяется и ток в цепи.

Вопрос 2. Ответ. Из схемы видно, что в цепи, последовательно соединены лампа с сопротивлением R_L и реостат с сопротивлением R_P . Следовательно, общее сопротивление цепи равно сумме этих сопротивлений:

$$R = R_L + R_P$$

- На втором этапе преподаватель оценивает успеваемость учащихся на основе заранее определенной рубрики оценивания.



Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Наизусть объясняет зависимость сопротивления металлов от их материала (удельного сопротивления) и геометрических размеров.	Понимая объясняет зависимость сопротивления металлов от их материала (удельного сопротивления) и геометрических размеров.	Записывая формулы, объясняет зависимость сопротивления металлов от их материала (удельного сопротивления) и геометрических размеров.	Объясняет зависимость сопротивления металлов от их материала (удельного сопротивления) и геометрических размеров, на основе анализа.
Комментирование	Наизусть комментирует роль резистора, являющегося элементом сопротивления, в электрических цепях.	Своими словами комментирует роль резистора, являющегося элементом сопротивления, в электрических цепях.	Приводя примеры, комментирует роль резистора, являющегося элементом сопротивления, в электрических цепях.	Оценивая важность, комментирует роль резистора, являющегося элементом сопротивления, в электрических цепях.
Решение задач	Решает различные простые задачи, связанные с сопротивлением металлов	Решает различные задачи средней степени сложности, связанные с сопротивлением металлов	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с сопротивлением металлов	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с сопротивлением металлов, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах. 9-3.1.2. Комментирует I-U графики для элементов цепи.
Цели обучения	• Теоретически и экспериментально обосновывает применение сопротивления металлов к различным условиям. • Решает качественные и количественные задачи, связанные с применением сопротивления металлов к различным условиям.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает проблемы качественно или количественно; • делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочие листы, маркеры, плакат (формат A2), скотч, ножницы, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Рекомендуется проводить решение количественной задачи по физике в следующих последовательных этапах, основываясь на известной методике.

1. Изучение текста задачи.

Этап состоит из следующих последовательных шагов:

- 1.1. Чтение текста задачи.
- 1.2. Организация опроса, связанного с текстом задачи.
- 1.3. Краткое объяснение содержания задачи.

2. Анализ задачи. Организация опроса, связанного с темой, к которой относится задача, и анализ её решения.

3. Запись данных и приведение единиц измерения в единую систему. Данные записываются на доске, а единицы измерения приводятся в СИ.

4. Решение задачи в общем виде и выполнение вычислений. Задача решается путем записи общей формулы.

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 6 мин.)

1.1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1. (рабочая тетрадь, часть II, стр. 5, № 3). Сопротивление однородного цилиндрического проводника длиной l и площадью поперечного сечения S равно R .

Вопрос 1. Чему равно сопротивление R проводника из того же металла длиной $2l$ и площадью поперечного сечения $2S$?

Вопрос 2. Если сопротивление цилиндрического проводника длиной l и радиусом поперечного сечения r равно R , то чему равно сопротивление R проводника, изготовленного из того же металла, длиной $3l$ и радиусом поперечного сечения $3r$?

1.2. Проведение опроса, связанного с условием задачи. Организуется фронтальный опрос, связанный с содержанием задачи.

Учитель: Что дано согласно условию задачи?

Учитель: Каково сопротивление данного проводника?

Учитель: Что спрашивается в задаче в вопросе 1?

Учитель: Что спрашивается в задаче в вопросе 2?

1.3. Объяснение краткого содержания задачи. Ученику предлагается изложить условие задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 12 мин.)

На данном этапе проводится краткий опрос по теме, к которой относится задача:

Учитель: От каких физических величин зависит сопротивление проводника?

Учитель: Что означает, что сопротивление проводника зависит от материала, из которого он изготовлен?

Учитель: Какова единица измерения удельного сопротивления материала, из которого изготовлен проводник, в СИ?

Учитель: От чего зависит удельное сопротивление проводника?

Учитель: Как записывается формула зависимости сопротивления проводника?

ЗАПИСЬ ДАННЫХ И ПРИВЕДЕНИЕ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ В ЕДИНУЮ СИСТЕМУ (≈ 3 мин.)

К доске вызывают одного из учеников, который записывает условие задачи и, при необходимости, переводит единицы измерения величин в СИ.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩЕМ ВИДЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ (≈ 8 мин.)

Ученик, записавший условие задачи, решает её и выполняет вычисления, а остальные ученики решают задачу на местах.

Вопрос 1.

Дано	Решение	Вычисления
Параметры первого цилиндрического проводника: $l_1 = l; S_1 = S; \rho_1 = \rho; R_1 = R.$ Параметры второго цилиндрического проводника, изготовленного из того же материала: $l_2 = 2l; S_2 = 2S; \rho_2 = \rho; R_2 = ?$	$R_1 = R = \rho \frac{l}{S}$ $R_2 = \rho_2 \frac{l_2}{S_2}$	$R_2 = \rho \cdot \frac{2l}{2S} = \rho \frac{l}{S} = R.$ Ответ. $R_2 = R.$

Вопрос 2

Дано	Решение
$l_1 = l; r_1 = r; R_1 = R$ $l_2 = 3l; r_2 = 3r;$ $\rho_1 = \rho_2 = \rho.$ $R_2 = ?$	Формула сопротивления проводника имеет вид: $R = \rho \frac{l}{S}$. Площадь поперечного сечения цилиндрического проводника равна площади круга: $S = \pi r^2$. В этом случае формула сопротивления цилиндрического проводника может быть записана следующим образом: $R = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{l}{\pi r^2}.$
Вычисления	
$R_1 = \rho \frac{l_1}{S_1} = \rho \frac{l}{\pi r^2} = R.$ $R_2 = \rho \frac{l_2}{S_2} = \rho \frac{3l}{\pi (3r)^2} = \rho \frac{3l}{9\pi r^2} = \rho \frac{l}{3\pi r^2} = \frac{R}{3}.$ Ответ: $R_2 = \frac{1}{3}R.$	

Примечание. С помощью этой методики в ходе урока можно решить одну или две дополнительные задачи.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Обоснование	Работая в группах, теоретически и экспериментально обосновывает применение сопротивления металлов к различным условиям.	Самостоятельно теоретически и экспериментально обосновывает применение сопротивления металлов к различным условиям.	Приводя примеры, теоретически и экспериментально обосновывает применение сопротивления металлов к различным условиям.	Обобщая, теоретически и экспериментально обосновывает применение сопротивления металлов к различным условиям.
Решение задач	Решает простые качественные и количественные задачи, связанные с применением сопротивления металлов к различным условиям.	Решает качественные и количественные задачи средней степени сложности, связанные с применением сопротивления металлов к различным условиям.	Решает качественные и количественные задачи высокой степени сложности, связанные с применением сопротивления металлов к различным условиям.	Решает качественные и количественные задачи высокой степени сложности, связанные с применением сопротивления металлов к различным условиям, оценивая их результат.

Подстандарты	9-3.1.4. Комментирует цепи распределителей напряжения.
Цели обучения	• Объясняет физический механизм получения низкого напряжения из высокого в схеме распределителя напряжения. • Приводит примеры использования схемы распределителя напряжения в различных технологических устройствах (робототехнике). • Решает различные задачи, связанные с расчетом выходного напряжения в схеме распределителя напряжения.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • мыслит геометрически; • мыслит аналитически; • мыслит критически; • интегрирует знания с математикой; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, лабораторный амперметр, лабораторный вольтметр, источник постоянного тока, три комплекта резисторов с сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом и 4 Ом, реостат, электрический ключ, соединительные провода, компьютер, проектор (или электронная доска).
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=xqpvEV3VBp0 2. https://www.youtube.com/watch?v=DM9nlukKl1M 3. https://www.youtube.com/watch?v=JVyet6FuQu8

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Напоминание (повторение).

Повторяется учебный материал по последовательному и параллельному соединению ламп, изученный в курсе физики для 7 класса.

Мотивация.

Предоставляется текст ситуации из учебника, и проводится обсуждение вопросов:

- Из каких элементов состоит простейший делитель напряжения?
- Какой принцип используется для получения требуемого значения напряжения в такой цепи?

Объяснение.

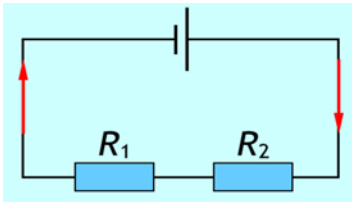
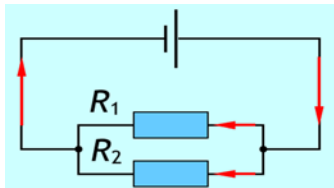
Организуется обмен информацией между группами учащихся по учебным материалам.

Применение. Полученные знания применяются для решения задач.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи из учебника.

НАПОМИНАНИЕ (≈ 5 мин.)

На этом этапе осуществляется вертикальная внутрипредметная интеграция, и вспоминается тема «Последовательное и параллельное соединение ламп», изученная на уроках физики в 7 классе. Для этого достаточно представить таблицу, описывающую схемы последовательного и параллельного соединения двух резисторов и характеристики соответствующих соединений.

Соединение	Последовательное	Параллельное
Схема		
Сила тока	$I = I_1 = I_2$	$I = I_1 + I_2$
Напряжение	$U = U_1 + U_2$	$U = U_1 = U_2$
Сопротивление	$R = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

На данном этапе предоставляется информация на основе ситуации, представленной в учебнике, и рекомендуется организовать обсуждение соответствующих вопросов. Один из датчиков космического аппарата может работать только при напряжении 3 В. Однако напряжение на входе от источника питания составляет 9 В. Если напряжение в электрической цепи не будет правильно распределено, датчик может мгновенно выйти из строя. Инженеры НАСА легко решили эту проблему, используя делители напряжения.

• Из каких элементов состоит простейший делитель напряжения?

Ожидаемый ответ. Простейшая цепь делителя напряжения состоит из двух резисторов, соединенных последовательно. Эта цепь используется для преобразования входного напряжения ($U_{\text{вход}}$) в меньшее выходное напряжение ($U_{\text{выход}}$).

• Какой принцип используется для получения требуемого значения напряжения в такой цепи?

Ожидаемый ответ. Задача получения требуемого напряжения в цепи делителя напряжения решается на основе закона Ома. Основная идея здесь заключается в том, что в последовательно соединенных цепях суммарное напряжение распределяется между сопротивлениями пропорционально их значениям.

Примечание. Естественно, что ученики допускают ошибки в своих ответах, но учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а лишь записывает ключевые слова из ответов на доске и формулирует исследовательские вопросы:

Исследовательские вопросы:

• На каком физическом законе основаны строение и принцип работы схемы делителя напряжения?



- Как в такой схеме получается требуемое напряжение (выходное напряжение)?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 24 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап с использованием интерактивного метода обучения под руководством учителя в следующих последовательных этапах:

1. Ученики делятся на группы и получают заранее подготовленные дидактические листы. Учащиеся обмениваются информацией, обсуждают материал и готовят постер для презентации. Объявляется время, отведенное на эту работу (≈ 10 мин.).

Примечание. Дидактические листы можно подготовить по примерам, показанным на рисунке 1. Количество листов соответствует количеству групп, а задаваемые вопросы охватывают различные части соответствующей темы.

Лист № 1

1. Что такое цепь распределения напряжения?
2. Из каких элементов состоит простейшая цепь делителя напряжения? Покажите принципиальную схему.
3. Цепь делителя напряжения состоит из источника тока с входным напряжением 10 В и резисторов сопротивлением $R_1 = 7 \text{ кОм}$ и $R_2 = 3 \text{ кОм}$, соединенных последовательно. Вычислите выходное напряжение.

Лист № 2

1. Из какого типа соединения состоит простейшая цепь делителя напряжения? Покажите это на схеме.
2. Цепь делителя напряжения состоит из источника тока с входным напряжением 12 В и резисторов сопротивлением $R_1 = 9 \text{ кОм}$ и $R_2 = 5 \text{ кОм}$, соединенных последовательно. Рассчитайте выходное напряжение.
3. Почему резисторы следует соединять последовательно, а не параллельно, для делителя напряжения? Объясните характеристики силы тока и распределения напряжения в последовательном соединении.

Лист № 3

1. Какова формула определения выходного напряжения в цепи делителя напряжения на основе входного напряжения и двух резисторов, соединенных последовательно?
2. Цепь делителя напряжения состоит из источника тока с входным напряжением 9 В и резисторов сопротивлением $R_1 = 5 \text{ кОм}$ и $R_2 = 1 \text{ кОм}$, соединённых последовательно. Рассчитайте выходное напряжение.
3. Почему резисторы следует соединять последовательно, а не параллельно, для делителя напряжения? Объясните характеристики силы тока и распределения напряжения в последовательном соединении.

Рисунок 1

2. Группам предоставляются листы формата A2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации.
3. Каждому руководителю группы отводится определенное время для презентации подготовленного постера (≈ 3 мин., всего 12 мин.).
4. На основе презентаций учащихся проводится краткий опрос (≈ 2 мин.):

Учитель: Что такое цепь делителя напряжения?

Учитель: Для каких целей используется эта цепь?

Учитель: По какой формуле рассчитывается выходное напряжение?

Учитель: Какой закон и какая схема подключения используются для определения выходного напряжения? Обоснуйте свой ответ примером.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 5 мин.)

Учащиеся решают “Задачу 1” на основе примера, приведенного в учебнике.

Ответы на вопросы задачи следующие: Вопрос 1.

Ответ. Для построения схемы цепи делителя напряжения необходимо соединить два резистора последовательно, так как показано на рисунке 2.

Вопрос 2. Ответ. Схема цепи делителя напряжения, построенная с использованием этих резисторов, обеспечивает выходное напряжение 5 В для микроконтроллера.

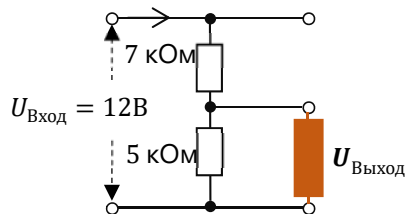


Рисунок 2

Дано	Решение	Вычисления
$U_{\text{Вход}} = 12 \text{ В},$ $R_1 = 7 \text{ кОм},$ $R_2 = 5 \text{ кОм}.$ $U_{\text{Выход}} = ?$	$U_{\text{Выход}} = U_{\text{Вход}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$	$U_{\text{Выход}} = 12 \text{ В} \cdot \frac{5 \text{ кОм}}{5 \text{ кОм} + 7 \text{ кОм}} \approx 12 \cdot 0,417 \text{ В} = 5 \text{ В}.$ Ответ. $U_{\text{Выход}} = 5 \text{ В}.$

Подумай•Обсуди•Поделись

- Аккумулятор мобильного телефона дает напряжение 4,2 В. Однако экран, датчики, микрофон и камера работают при различных напряжениях

Вопрос. Как в одном устройстве получают различные напряжения с помощью делителя напряжения?

Ответ: В цепи делителя напряжения напряжение на резисторах распределяется по-разному. Поэтому можно получить разные напряжения в разных частях цепи (см. рисунок 3).

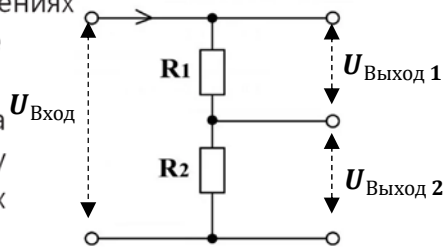


Рисунок 3

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 7 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы, данные в блоке “Проверьте полученные знания” учебника, и выполняют задания.

Ответы на вопросы следующие:

1. Вопрос 1. Ответ. Если Ариф соберет схему делителя напряжения из данных резисторов, он получит напряжение на выходе, равное 3 В.

Дано	Решение	Вычисления
$R_1 = 2 \text{ кОм},$ $R_2 = 1 \text{ кОм},$ $U_{\text{Вход}} = 9 \text{ В}$ $U_{\text{Выход}} = ?$	По условию, напряжение на выходе можно вычислить по следующей формуле: $U_{\text{Выход}} = U_{\text{Вход}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}.$	$U_{\text{Выход}} = 9 \text{ В} \cdot \frac{1 \text{ кОм}}{(1 + 2) \text{ кОм}} =$ $= 9 \cdot \frac{1}{3} \text{ В} = 3 \text{ В}$ Ответ: $U_{\text{Выход}} = 3 \text{ В}.$

Вопрос 2. Ответ. По условию задачи, можно сказать, что светодиодная лампа безопасно работает только при напряжении 3 В. Исходя из ответа на вопрос 1, можно сказать, что светодиодная лампа будет работать безопасно.

2. Ответ. Напряжение на входе равно 5 В.

Дано	Решение	Вычисления
$R_1 = 2 \text{ кОм},$ $R_2 = 3 \text{ кОм},$ $U_{\text{выход}} = 3 \text{ В.}$ $U_{\text{вход}} - ?$	По условию, напряжение на выходе, можно определить следующим образом: $U_{\text{выход}} = U_{\text{вход}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}.$ А отсюда можно определить напряжение на входе: $U_{\text{вход}} = \frac{U_{\text{выход}}(R_1 + R_2)}{R_2}.$	$U_{\text{вход}} = \frac{3 \text{ В} \cdot (2 + 3) \text{ кОм}}{3 \text{ кОм}} = 5 \text{ В}$ Ответ: 5 В.

• На втором этапе преподаватель оценивает успеваемость учащихся на основе заранее определенной рубрики оценивания.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физический механизм получения низкого напряжения из высокого в схеме распределителя напряжения.	Объясняет физический механизм получения низкого напряжения из высокого в схеме распределителя напряжения, приводя примеры.	Анализируя, объясняет физический механизм получения низкого напряжения из высокого в схеме распределителя напряжения.	Объясняет физический механизм получения низкого напряжения из высокого в схеме распределителя напряжения, подводя итоги.
Приведение примеров	Приводит примеры использования схемы распределителя напряжения в различных технологических устройствах (робототехнике), основываясь на декларативные знания.	Приводит ограниченные примеры использования схемы распределителя напряжения в различных технологических устройствах (робототехнике)	Приводит примеры использования схемы распределителя напряжения в различных технологических устройствах (робототехнике), используя их изображения.	Приводит примеры использования схемы распределителя напряжения в различных технологических устройствах (робототехнике), оценивая их значимость.
Решение задач	Решает простые различные задачи, связанные с расчетом выходного напряжения в схеме распределителя напряжения.	Решает различные задачи средней степени сложности, связанные с расчетом выходного напряжения в схеме распределителя напряжения.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с расчетом выходного напряжения в схеме распределителя напряжения.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с расчетом выходного напряжения в схеме распределителя напряжения, оценивая их результат.

Подстандарты	9-3.1.4. Комментирует цепи распределителей напряжения.
Цели обучения	- Анализирует физические свойства цепей распределения напряжения. - Решает различные задачи, связанные с цепями распределения напряжения.
Навыки XXI века	Ученик: - демонстрирует навыки понимания прочитанного; - общается; - сотрудничает; - анализирует и обобщает информацию; - решает проблемы качественно или количественно; - делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

В зависимости от содержания темы на уроке решаются количественные задачи. Решение количественных задач осуществляется на основе известной методики:

1. Изучение текста задачи. Оно включает в себя следующие последовательные шаги:

1.1. Чтение условия задачи.

1.2. Проведение опроса, связанного с условием задачи.

1.3. Краткое объяснение содержания задачи.

2. Анализ задачи. Проведение опроса, связанного с темой, к которой относится задача, и анализ ее решения.

3. Запись данных и перевод единиц измерения в единую систему. Данные записываются на доске, а единицы измерения переводятся в единую систему СИ.

4. Общее решение задачи и вычисления. Задача решается путем записи общей формулы (если задача количественная).

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 6 мин.)

1.1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

2. На рисунке 1 представлена схема цепи делителя напряжения.

Вопрос 1. Чему равно напряжение на выходе в этой цепи?

Вопрос 2. Как изменится напряжение на выходе, если резисторы в этой цепи поменять местами?

1.2. Проведение опроса, связанного с условием задачи. Организуется фронтальный опрос, связанный с содержанием задачи.

Учитель: Согласно рисунку, из каких элементов состоит цепь делителя напряжения?

Ученик: Согласно рисунку, цепь делителя напряжения состоит из источника постоянного тока и двух резисторов, соединенных последовательно.

Учитель: Каково напряжение на входе в данной цепи?

Ученик: Напряжение на входе в данной цепи равно 6 В.

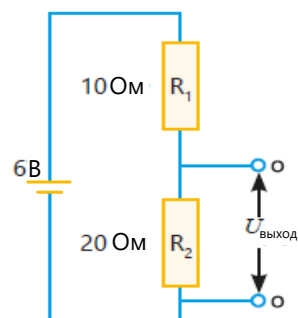


Рисунок 1

Учитель: Чему равно сопротивление резисторов в данной цепи делителя напряжения?

Ученик: Сопротивления резисторов в данной схеме делителя напряжения равны: $R_1 = 10$ Ом и $R_2 = 20$ Ом соответственно.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 1?

Ученик: В вопросе 1 спрашивается, чему равно напряжение на выходе.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 2?

Ученик: В вопросе 2 спрашивается, как изменится напряжение на выходе, если изменить положение резисторов в цепи.

1.3 Краткое объяснение содержания задачи. Ученику предлагается изложить условие задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 6 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: Что такое цепь делителя напряжения?

Учитель: Из каких элементов состоит простейшая цепь делителя напряжения?

Учитель: Что такое напряжение на выходе?

Учитель: Какой закон используется для вычисления напряжения на выходе?

Учитель: Какая формула используется для расчета напряжения на выходе?

Ученик, ответивший на вопрос, записывает формулу на доске.

НАПИСАНИЕ ДАННЫХ И ПЕРЕВОД ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ В ЕДИНУЮ СИСТЕМУ (≈ 3 мин.)

К доске вызывают одного из учеников, записывают условие задачи и, при необходимости, переводят единицы измерения величин в СИ.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩЕМ ВИДЕ И ВЫЧИСЛЕНИЯ (≈ 7 мин.)

Ученик, записавший условие задачи, решает её и выполняет вычисления, а остальные ученики решают задачу на местах. Учитель следит за деятельностью учеников, проходя между партами.

Вопрос 1. Ответ. Напряжение на выходе равно 4 В.

Дано	Решение	Вычисления
$R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $U_{\text{вход}} = 6$ В. $U_{\text{выход}} = ?$	По условию задачи, напряжение на выходе равно: $U_{\text{выход}} = U_{\text{вход}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$	$U_{\text{выход}} = 6\text{В} \cdot \frac{20\text{Ом}}{(10 + 20)\text{Ом}} = 6 \cdot \frac{20}{30}\text{В} = 4\text{В}.$ Ответ: 4 В.

Вопрос 2. Ответ: Если изменить положение резисторов, напряжение на выходе уменьшится в два раза.

Дано	Решение	Вычисления
$R_1 = 20$ Ом $R_2 = 10$ Ом $U_{\text{вход}} = 6$ В $U_{\text{выход}} = ?$	По условию задачи, изменяется положение резисторов и вычисляется напряжение на выходе: $U_{\text{выход}} = U_{\text{вход}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$	$U_{\text{выход}} = 6\text{В} \cdot \frac{10\text{Ом}}{(10 + 20)\text{Ом}} = 6 \cdot \frac{10}{30}\text{В} = 2\text{В}$ Ответ: Напряжение на выходе уменьшится в два раза.

Примечание: При использовании этой методики в ходе урока можно решить ещё одну или две задачи.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Анализ	Формально анализирует физические свойства цепей распределения напряжения.	Анализирует физические свойства цепей распределения напряжения, математическими выражениями.	Сравнивая, анализирует физические свойства цепей распределения напряжения.	Анализирует физические свойства цепей распределения напряжения, на основе физических законов.
Решение задач	Решает различные простые задачи, связанные с цепями распределения напряжения.	Решает различные задачи средней степени сложности, связанные с цепями распределения напряжения.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с цепями распределения напряжения.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с цепями распределения напряжения, оценивая их результат.

Урок 58/Тема: 3.1.4

ЗАВИСИМОСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах.
Цели обучения	• Комментирует зависимость сопротивления металлов от температуры. • Применяет на практике зависимость сопротивления металлов от температуры. • Решает различные задачи, на зависимость сопротивления металлов от температуры.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • может подготовить презентации на любую тему; • мыслит критически (дает иное объяснение/решение любого вопроса/проблемы, чем данное объяснение/все остальное, предполагает возможность ситуации или ситуаций, выходящих за рамки, выраженные каким-либо законом); • задает вопросы, обсуждает, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Источник постоянного тока, стальная спираль, амперметр, спиртовка (или свеча), зажигалка, штатив, соединительные провода, рабочая тетрадь, рабочий лист, бумага формата A2, набор маркеров, клейкая лента, ножницы, компьютер, проектор (или электронная доска)
Электронные ресурсы	1. https://www.new3jcn.com/Phyc240/heatResistance.html 2. https://www.youtube.com/watch?v=qb9-jV203fc 3. https://www.youtube.com/watch?v=Qh8C9n34H3k&t=109s

4. <https://www.youtube.com/watch?v=PIJTU8z0-U>

5. Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsliyi. Elektrodinamika. IV hissə. Bakınəşr-2007.

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация

- Как изменение температуры на поверхности спутника от -150°C до $+200^{\circ}\text{C}$ влияет на изменение электрического сопротивления медных проводов? Как изменение температуры влияет на изменение сопротивления металлов?
- Как изменения сопротивления проводов могут повлиять на работу устройств спутника?

Исследование

Проводится исследование "Исследование зависимости сопротивления проводника от температуры".

Объяснение

Под руководством преподавателя учащиеся в группах обмениваются информацией и обсуждают физические механизмы зависимости сопротивления металлического проводника от температуры.

Применение

Учащиеся вычисляют сопротивление медного проводника при различных температурах и графически изображают зависимость его сопротивления от температуры.

Оценивание

Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

На данном этапе рекомендуется ученикам рассмотреть ситуацию, представленную в учебнике, и организовать обсуждение с помощью соответствующих вопросов:

- Как изменение температуры на поверхности спутника от -150°C до $+200^{\circ}\text{C}$ влияет на изменение электрического сопротивления медных проводов? Как изменение температуры влияет на изменение сопротивления металлов?

Ожидаемый ответ. С повышением температуры колебания ионов в узлах кристаллической решетки металла усиливаются. В этом случае интенсивные колебания еще больше затрудняют упорядоченное движение свободных электронов, то есть сопротивление проводника увеличивается. Когда спутник перемещается на сторону, освещенную солнечными лучами, сопротивление медных проводников увеличивается из-за теплового действия лучей. Когда спутник перемещается в тень Земли, температура резко уменьшается (например, температура снижается с $+200^{\circ}\text{C}$ до -150°C), и сопротивление медных проводников уменьшается.

- Как изменения сопротивления проводов могут повлиять на работу устройств спутника?

Ожидаемый ответ. В результате увеличения сопротивления часть энергии, получаемой спутником от солнечных панелей, теряется, поскольку избыток энергии может привести к перегреву и выходу из строя чувствительных к теплу внутренних устройств. Изменение сопротивления делает нестабильной как вычислительную систему спутника, так и его систему питания. По этой причине космические инженеры используют специальные терморезисторы или изоляционные материалы для компенсации этого изменения температуры.

Примечание. В ответах учеников могут быть ошибки, но учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а только записывает ключевые слова из ответов на доске и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательский вопрос:

- Как сопротивление металлов зависит от температуры? Как это можно определить экспериментально?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 12 мин.)

Проводится исследование под названием “Исследование зависимости сопротивления проводника от температуры”. Рекомендуется организовать этот этап в следующей последовательности:

I. Ученики разделяются на группы, число которых соответствует количеству комплектов оборудования, и получают задание ознакомиться с рабочим процессом.

Внимание! Если комплект оборудования один, эксперимент демонстрирует сам преподаватель.

II. Проведение фронтального опроса по ходу выполнения работы.

Учитель: Какое оборудование будет использоваться при выполнении работы?

Ученик: При выполнении работы будет использоваться следующее оборудование: источник постоянного тока (выпрямитель), стальная спираль, амперметр, спиртовка (или свеча), зажигалка, штатив, соединительные провода.

Учитель: Что следует сделать в первую очередь?

Ученик: Сначала следует собрать последовательную цепь, изображенную на рис. 1а.

Учитель: В какой последовательности будет выполняться работа далее?

Ученик: Затем работа будет выполняться в следующей последовательности:

- включаем выпрямитель и измеряем силу тока в цепи (рис. 1а);
- включаем спиртовую лампу и нагреваем стальную спираль с током в течение 1–2 минут и, основываясь на показаниях амперметра, наблюдаем за изменением силы тока (рис. 1б).

Учитель: Что следует сделать в конце?

Ученик: Мы будем наблюдать за показаниями амперметра по мере охлаждения стальной спирали, по которой протекает ток, выключив спиртовую лампу.



Рисунок 1

III. Проводится работа.

IV. Обсуждение проводится по вопросам, приведенным в учебнике:

- Как изменилось значение силы тока в цепи при нагревании и охлаждении стальной спирали с электрическим током?
- Какой вывод вы сделали из проведенного исследования?

Опираясь на результаты эксперимента, учащиеся отвечают на вопросы в основном правильно.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 18 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап под руководством учителя и с использованием интерактивного метода обучения в следующих последовательных шагах:

1. Группам, сформированным на этапе исследования, раздаются дидактические листы с заранее подготовленными вопросами.

Примечание. Дидактические листы могут быть подготовлены по образцам, показанным на рисунке 2. Количество листов должно соответствовать числу групп.

Лист № 1

1. Как сопротивление металлов зависит от температуры и какой формулой выражается эта зависимость?
2. Что такое температурный коэффициент сопротивления и в каких единицах он измеряется в СИ?
3. Сопротивление медного проводника при температуре 0°C равно 4 Ом. Чему будет равно сопротивление медного проводника при температуре 80°C ($\alpha_{\text{Cu}} = 0,0043 \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)?

Лист № 2

1. Как сопротивление металлов зависит от температуры? Опишите эту зависимость графически.
2. Сопротивление алюминиевого проводника при температуре 0°C равно 4,8 Ом. Чему будет равно сопротивление алюминиевого проводника при температуре 50°C ($\alpha_{\text{Al}} = 0,0038 \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)?
3. Как удельное сопротивление металлического проводника зависит от температуры и какой формулой эта зависимость выражается?

Лист № 3

1. Как зависит сила тока через участок цепи при заданном напряжении от сопротивления этого участка? Опишите эту зависимость графически.
2. Сопротивление медного проводника при температуре 0°C равно 4 Ом. Чему будет равно сопротивление медного проводника при температуре 100°C ($\alpha_{\text{Cu}} = 0,0043 \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$)?
3. Как зависит удельное сопротивление металлического проводника от температуры и какова его единица измерения в СИ?

Рисунок 2

2. Группам выдается бумага формата А2 (по возможности) или двойные листы в клетку для подготовки презентации, и им дается определенное время (≈ 6 мин.)
3. Ученики обмениваются информацией в группах, обсуждают и готовят презентацию.
4. Каждому лидеру группы дается определенное время на презентацию (≈ 3 мин., всего ≈ 12 мин.).

Подумай•Обсуди•Поделись

- Астронавт ходит по поверхности Луны в обуви с металлическими подошвами и специальной системой подогрева. Температура на поверхности Луны в тени равна -150°C , а на участке, освещённом Солнцем, равна $+120^{\circ}\text{C}$.

Вопрос. Как, по-вашему, изменится ли сопротивление подошв обуви астронавта (увеличится или уменьшится) при переходе из тени на участок, освещённый Солнцем? Как это изменение может повлиять на работу системы подогрева?

Ответ. Если подошва ботинок астронавта оснащена системой электрического подогрева, то эта система содержит металлический нагреватель. Сопротивление металлического проводника зависит от температуры по закону: $R = R_0 (1 + \alpha t)$.

Следовательно, поскольку сопротивление уменьшается в тени, согласно закону Ома, сила тока через систему нагрева увеличится, и тепловое действие проводника увеличивается. На солнечной стороне сопротивление металлического проводника увеличивается, и электрический ток через систему обогрева уменьшается, тепловое действие тока уменьшится.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 5 мин.)

Ответы на вопросы представленной задачи следующие:

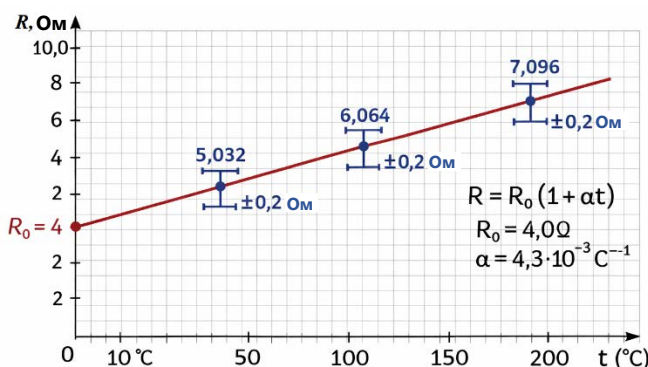
Задача 1. Сопротивление медного проводника при температуре 0°C равно 4 Ом.

Вопрос 1. Чему равно сопротивление проводника при 60°C , 120°C и 180°C соответственно (с учетом погрешности измерения сопротивления $\Delta R = \pm 0,2$ Ом)?

Решение.

Дано	Решение
$R_0 = 4 \text{ Ом}$, $t_1 = 60^\circ\text{C}$; $t_2 = 120^\circ\text{C}$; $t_3 = 180^\circ\text{C}$, $\alpha_{\text{Cu}} = 4,3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ $R_1 - ?$ $R_2 - ?$ $R_3 - ?$	Соппротивление металлического проводника изменяется с температурой в соответствии со следующим законом: $R = R_0(1 + \alpha t)$
Вычисления	
$R_1 = 4 (1 + 4,3 \cdot 10^{-3} \cdot 60) = 4 \cdot (1 + 0,258) = 5,032 \pm 0,2 \text{ Ом}$ $R_2 = 4 (1 + 4,3 \cdot 10^{-3} \cdot 120) = 4 \cdot (1 + 0,516) = 6,064 \pm 0,2 \text{ Ом}$ $R_3 = 4 (1 + 4,3 \cdot 10^{-3} \cdot 180) = 4 \cdot (1 + 0,774) = 7,096 \pm 0,2 \text{ Ом}$	

Вопрос 2. Ответ: Для изображения зависимости сопротивления от температуры, значения температуры следует отложить по горизонтальной оси, а значения сопротивления — по вертикальной оси.



ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы в разделе "Проверьте полученные знания" учебника и выполняют задания.

Ответы на вопросы следующие:

1. Вопрос 1. Ответ. Зависимость сопротивления металлов от температуры выражается следующим законом: $R = R_0(1 + \alpha t)$.

Вопрос 2. Ответ. Температурный коэффициент сопротивления металла равен $\alpha = 0,002 \text{ } 1/^\circ\text{C}$.

Дано	Решение	Вычисления
$R_0 = 100 \text{ Ом}$ $R = 160 \text{ Ом}$ $\Delta t = 300 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\alpha - ?$	Температурный коэффициент сопротивления равен: $\alpha = \frac{R - R_0}{R_0 \Delta t}$	$\alpha = \frac{(160 - 100) \text{ Ом}}{100 \text{ Ом} \cdot 300^\circ\text{C}} = \frac{60}{100 \cdot 300^\circ\text{C}} = 0,002 \frac{1}{^\circ\text{C}}$ Ответ: $\alpha = 0,002 \frac{1}{^\circ\text{C}}$

2. Решение задачи приведено в учебнике.

3. Вопрос. Ответ. $441,6^\circ\text{C}$.

Дано	Решение	Вычисления
$t_0 = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$ $R_0 = 14,2 \text{ Ом}$ $R_t = 14,8 \text{ Ом}$ $\alpha_{\text{нихром}} = 10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}}$ $t_2 - ?$	$\begin{cases} R_1 = R_0(1 + \alpha t_1) \\ R_2 = R_0(1 + \alpha t_2) \end{cases}$ $t_2 = \frac{R_2 \cdot (1 + \alpha t_1) - R_1}{\alpha R_1}$	$t_2 = \frac{14,8 \text{ Ом} \cdot \left(1 + 10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 18^\circ\text{C}\right) - 14,2 \text{ Ом}}{10^{-4} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 14,2 \text{ Ом}}$ $= \frac{0,627 \text{ Ом}}{0,00142 \frac{\text{Ом}}{^\circ\text{C}}} \approx 441,6 \text{ } ^\circ\text{C}.$

- На втором этапе преподаватель оценивает успеваемость учащихся на основе заранее определенной рубрики оценивания.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментарии	Наизусть комментирует зависимость сопротивления металлов от температуры.	Понимая комментирует зависимость сопротивления металлов от температуры.	Комментирует зависимость сопротивления металлов от температуры на основе электронной теории.	Анализируя комментирует зависимость сопротивления металлов от температуры.
Применение	Применяет на практике зависимость сопротивления металлов от температуры при работе в группах.	Самостоятельно применяет на практике зависимость сопротивления металлов от температуры.	Анализируя применяет на практике зависимость сопротивления металлов от температуры.	Применяет на практике зависимость сопротивления металлов от температуры, оценивая результат.
Решение задач	Решает различные простые задачи, на зависимость сопротивления металлов от температуры.	Решает различные задачи средней степени сложности, на зависимость сопротивления металлов от температуры.	Решает различные задачи высокой степени сложности, на зависимость сопротивления металлов от температуры.	Решает различные задачи высокой степени сложности, на зависимость сопротивления металлов от температуры, оценивая результат.

Урок 59/Тема:

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах.
Цели обучения	• Анализирует зависимость сопротивления металлов от температуры. • Решает различные задачи на зависимость сопротивления металлов от температуры.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает проблемы качественно или количественно; • делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

1. Изучение текста задачи.

1.1. Чтение условия задачи.

1.2. Организация фронтального опроса, связанного с условием задачи.

1.3. Краткое объяснение содержания задачи.

2. Анализ задачи. Организация фронтального опроса, связанного с темой, к которой относится задача, и анализ ее решения.

3. Запись данных и приведение единиц измерения в систему. Данные записываются на доске, а единицы измерения приводятся в систему СИ.

4. Решение задачи в общем виде и выполнение вычислений. Задача решается путем записи общей формулы (если задача количественная).

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 7 мин.)

1.1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть II, стр. 10, № 5). 5. Электрическое сопротивление нагревательного элемента, изготовленного из фехраля (FeCrAl) при температуре 18°C равно $15,0\ \text{Ом}$.

Вопрос 1. При какой температуре сопротивление данного элемента из фехраля будет равным $15,3\ \text{Ом}$ (Используй таблицу 3.2, учебник физики для 9 класса)?

Вопрос 2. Чему будет равно электрическое сопротивление данного элемента из фехраля при температурах 18°C и 36°C , соответственно?

Вопрос 3. Если температура элемента из фехраля повысится с 18°C до 118°C , как изменится сила тока в нём?

1.2. Организация фронтального опроса, связанного с условием задачи.

Проводится фронтальный опрос по содержанию задачи.

Учитель: Из каких элементов состоит фехраль?

Ученик: Фехраль состоит из железа (Fe), хрома (Cr) и алюминия (Al).

Учитель: Что утверждается в условии задачи?

Ученик: Утверждается, что электрическое сопротивление нагревательного элемента из фехраля (FeCrAl) равно $15,0\ \text{Ом}$ при температуре 18°C .

Учитель: Что спрашивается в вопросе 1?

Ученик: В вопросе 1 спрашивается, при какой температуре электрическое сопротивление фехраля станет равным $15,3\ \text{Ом}$.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 2?

Ученик: В вопросе 2 спрашивается, каково электрическое сопротивление данного элемента фехраля при температурах 18°C и 36°C соответственно.

Учитель: Что спрашивается в вопросе 3?

Ученик: В вопросе 3 спрашивается, как изменяется ток через элемент из фехраля, если его температура повышается с 18°C до 118°C .

1.3. Краткое объяснение содержания задачи. Одному ученику предлагается изложить условие задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 10 мин.)

На данном этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: Как зависит сопротивление металлов от температуры?

Учитель: Какова формула для выражения зависимости сопротивления металлов от температуры?

Учитель: Что называется температурным коэффициентом сопротивления?

Учитель: Какова формула температурного коэффициента сопротивления?

Учитель: В каких единицах измерения измеряется температурный коэффициент сопротивления в СИ?

Учитель: По какой формуле можно определить сопротивление элемента из фехраля при определенной температуре t_1 , если известны его начальная температура и соответствующее сопротивление?

Ученик: Сопротивление элемента из фехраля при определенной температуре t_1 , если известны его начальная температура и соответствующее сопротивление, можно определить по следующей формуле:

$$R_1 = R_0(1 + \alpha t_1).$$

Учитель: А по какой формуле можно определить сопротивление элемента из фехраля при температуре t_2 ?

Ученик: Сопротивление элемента из фехраля при определенной температуре t_2 можно определить по этой формуле:

$$R_2 = R_0(1 + \alpha t_2).$$

Учитель: Итак, как можно записать систему уравнений, образованную формулами сопротивлений?

Ученик: Систему уравнений, образованную формулами сопротивлений, мы можем записать следующим образом

$$\begin{cases} R_1 = R_0(1 + \alpha t_1) \\ R_2 = R_0(1 + \alpha t_2) \end{cases}.$$

Учитель: Как из этой системы уравнений определить t_2 ?

Ученик: Из этой системы уравнений t_2 определяется следующим образом:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_0(1 + \alpha t_2)}{R_0(1 + \alpha t_1)} = \frac{1 + \alpha t_2}{1 + \alpha t_1} \rightarrow t_2 = \frac{R_2 \cdot (1 + \alpha t_1) - R_1}{\alpha R_1}.$$

ЗАПИСЬ ДАННЫХ И ПРИВЕДЕНИЕ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ В ЕДИНУЮ СИСТЕМУ (≈ 3 мин.)

К доске вызывают одного из учеников, записывают условие задачи и, при необходимости, переводят единицы измерения величин в СИ.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩЕМ ВИДЕ И ВЫЧИСЛЕНИЯ (≈ 7 мин.)

Ученик, записавший условие задачи, решает её и выполняет вычисления, а остальные ученики решают задачу на местах.

Вопрос 1. Ответ. 118,3°C.

Дано	Решение	Вычисления
$t_0 = 18^{\circ}\text{C},$ $R_0 = 15 \text{ Ом};$ $R_t = 15,3 \text{ Ом},$ $\alpha = 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}.$ $t - ?$	$\begin{cases} R_1 = R_0(1 + \alpha t_1) \\ R_2 = R_0(1 + \alpha t_2) \end{cases}$ $t_2 = \frac{R_2 \cdot (1 + \alpha t_1) - R_1}{\alpha R_1}.$	$t_2 = \frac{15,3 \text{ Ом} \cdot \left(1 + 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \cdot 18^{\circ}\text{C}\right) - 15 \text{ Ом}}{2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \cdot 15 \text{ Ом}} =$ $= \frac{0,355 \text{ Ом}}{0,003 \frac{\text{Ом}}{^{\circ}\text{C}}} \approx 118,3^{\circ}\text{C}.$

Вопрос 2. Ответ. 15,05 Ом; 15,11 Ом.

Дано	Решение	Вычисления
$R_0 = 15,0 \text{ Ом},$ $\alpha = 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}},$ $t_1 = 18^{\circ}\text{C};$ $t_2 = 36^{\circ}\text{C}.$ $R_1 - ? R_2 - ?$	$\begin{cases} R_1 = R_0(1 + \alpha t_1) \\ R_2 = R_0(1 + \alpha t_2) \end{cases}$	$R_1 = 15 \cdot \left(1 + 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \cdot 18^{\circ}\text{C}\right) = 15,05 \text{ Ом}$ $R_2 = 15 \cdot \left(1 + 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \cdot 36^{\circ}\text{C}\right) = 15,11 \text{ Ом}.$ Ответ. 15, 05 Ом; 15,11 Ом

Вопрос 3. Ответ.

$$R_t = R_0(1 + \alpha \cdot \Delta t) = 15 \text{ Ом} \left[1 + 2 \cdot 10^{-4} \frac{1}{^{\circ}\text{C}} \cdot (118 - 18)^{\circ}\text{C}\right] = 15,3 \text{ Ом}.$$

Согласно закону Ома, сила тока обратно пропорциональна сопротивлению:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{15}{15,3} = 0,98 \Rightarrow I_2 = 0,98 I_1.$$

Примечание. С помощью этой методики в ходе урока можно решить одну или две дополнительные задачи.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Анализ	Формально анализирует значимость зависимости сопротивления металлов от температуры.	Анализирует значимость зависимости сопротивления металлов от температуры математическими выражениями.	Сравнивая анализирует значимость зависимости сопротивления металлов от температуры.	Анализирует значимость зависимости сопротивления металлов от температуры на основе соответствующих законов.
Решение задач	Решает различные простые задачи на зависимость сопротивления металлов от температуры.	Решает различные задачи средней степени сложности на зависимость сопротивления металлов от температуры.	Решает различные задачи высокой степени сложности на зависимость сопротивления металлов от температуры.	Решает различные задачи высокой степени сложности на зависимость сопротивления металлов от температуры, проводя анализ.

Подстандарты	9-3.1.5. Вычисляет работу, энергию и мощность в электрических цепях.
Цели обучения	• Комментирует физические величины, от которых зависит работа тока на участке цепи. • Объясняет количество теплоты, выделяемой в проводнике с током, на основе закона Джоуля- Ленца. • Решает различные задачи, связанные с практическим применением работы электрического тока.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • мыслит геометрически; • мыслит аналитически; • мыслит критически; • интегрирует знания с математикой; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, лабораторный амперметр, лабораторный вольтметр, источник постоянного тока, три комплекта резисторов с сопротивлениями 1 Ом, 2 Ом и 4 Ом, реостат, электрический ключ, соединительные провода, компьютер, проектор (или электронная доска).
Электронные ресурсы	1. https://credc.mste.illinois.edu/applet/peh 2. https://www.physics-chemistry-interactive-flash-animation.com/electricity_electromagnetism_interactive/power_fuse_overcurrent.htm 3. https://www.youtube.com/watch?v= 1nWGm Aleo 4. https://www.youtube.com/watch?v=Ta4lCYhCcbo 5. https://www.youtube.com/watch?v=iEqp6H6DeGo 6. Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsliyi. Elektrodinamika. IV hissə. Bakınəşr-2007.

Рекомендуется построить урок на основе модели 5Е.

Напоминание

Вспоминаются некоторые понятия, изученные в 7 классе по физике: "Электрический ток" и "Напряжение".

Мотивация

Ситуация, представленная в учебнике, обсуждается на основе двух вопросов:

- Можно ли измерить работу, совершаемую электрическим током?
- От каких физических величин она зависит?

Объяснение

Учащиеся распределяются по группам. В группах организуется обмен информацией и обсуждение вопросов: "Что такое работа тока в цепи?", "По какой формуле вычисляется

работа, совершаемая электрическим током?”, “Что гласит закон Джоуля-Ленца и какова его формула?”. Учащиеся готовят плакат и делают презентацию.

Применение

Приобретенные знания применяются для решения задач.

Оценивание

Учащиеся оценивают свои знания и навыки по теме, решая различные задачи из учебника.

НАПОМИНАНИЕ (≈ 6 мин.)

В ходе опроса вспоминаются понятия, рассмотренные в 7-ом классе: “сила тока”, “напряжение”, “количество энергии”, “ампер”, “вольт”, а также математические соотношения между ними:

Учитель: Какая физическая величина характеризует электрический ток?

Ученик: Электрический ток характеризуется физической величиной, называемой “силой тока”.

Учитель: Чему равна сила тока?

Ученик: Сила тока равна количеству электрического заряда, проходящего через поперечное сечение проводника за единицу времени: $I = \frac{q}{t}$.

Здесь I – сила тока, q – электрический заряд, t – время.

Учитель: Какова единица измерения силы тока в СИ?

Ученик: Сила тока – скалярная величина, и ее единица измерения в СИ – ампер (1 А):

$$[I] = \frac{[q]}{[t]} = 1 \frac{\text{Кл}}{\text{с}} = 1 \text{ А}.$$

Учитель: Какая физическая величина характеризует количество энергии, которое источник тока передает электрическим зарядам?

Ученик: Количество энергии, передаваемой источником тока электрическим зарядам, характеризуется физической величиной, называемой напряжением.

Учитель: Каков физический смысл электрического напряжения?

Ученик: Электрическое напряжение выражает работу, совершаемую полем для перемещения единичного заряда между двумя точками электрического поля:

$$U = \frac{W}{q}.$$

Здесь U – напряжение, q – электрический заряд, W – количество энергии.

Учитель: Какова единица измерения напряжения в СИ?

Ученик: Напряжение – это скалярная величина, и ее единица измерения в СИ – вольт (1 В):

$$[U] = \frac{[W]}{[q]} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = 1 \text{ В}.$$

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

Ситуация, представленная в учебнике, обсуждается на основе двух вопросов:

- Можно ли измерить работу, совершаемую электрическим током?

Ожидаемый ответ. Да, работу, совершаемую электрическим током, можно как измерить, так и вычислить. Её можно измерить, а также и вычислить. Прямой метод заключается в измерении работы, совершаемой током, с помощью электроизмерительного прибора.

- От каких физических величин она зависит?

Ученики могут лишь предположить ответ на этот вопрос. Конечно, их предположения могут быть неверными. Однако учитель, не реагируя ни на правильные, ни на неправильные ответы, записывает на доске только ключевые слова из ответов и формулирует исследовательский вопрос:

Исследовательский вопрос

- От каких физических величин зависит работа, совершаемая электрическим током в цепи?

Объяснение (≈ 18 мин.)

Учитывая, что в рамках темы изучаются новые понятия, рекомендуется построить этап на основе обмена информацией и обсуждения с учителем по методу "Устное объяснение".

Учитель: Что такое электрический ток?

Ученик: Электрический ток – это направленное движение свободных носителей заряда, например, свободных электронов в металлических проводниках, под действием электрического поля.

Учитель: Чему равна работа, совершаемая электрическим током, из формулы напряжения?

Ученик: Из формулы напряжения ($U = \frac{W}{q}$), работа, совершаемая электрическим током, равна: $A = qU$.

Учитель: Если учесть значение q из формулы $I = \frac{q}{t}$ в формуле работы, то какова будет работа, совершаемая током?

Ученик: Если учесть значение q из формулы $I = \frac{q}{t}$ в формуле работы, то работа, совершаемая током, равна: $A = IUt$.

Учитель: Итак, чему равна полная работа, совершаемая током в цепи?

Ученик: Работа, совершаемая током на участке цепи, равна произведению силы тока, напряжения на концах этого участка и времени его протекания.

Учитель отмечает, что единицей измерения работы в СИ является (1Дж):

$$[A] = [I] \cdot [U] \cdot [t] = 1\text{А} \cdot \text{В} \cdot \text{с} = 1\text{Дж}.$$

Учитель: Если подставить выражения закона Ома $U = IR$ или $I = \frac{U}{R}$ в общей формуле работы, какие еще выражения мы получим для работы, совершаемой электрическим током?

Ученик: Если подставить выражения закона Ома $U = IR$ или $I = \frac{U}{R}$ в общей формуле работы, мы получим еще два выражения для работы, совершаемой электрическим током: $A = I^2 R t$, $A = \frac{U^2}{R} t$.

Учитель сообщает и отмечает, что согласно закону сохранения энергии, при отсутствии каких-либо других преобразований энергии работа, совершаемая током в проводнике, расходуется только на увеличение его внутренней энергии, то есть на нагревание проводника. В результате этого проводник выделяет количество теплоты Q , то есть работа тока расходуется на выделение количества теплоты: $A = Q$.

Учитель: Чему будет равно количество выделяемой теплоты в этом случае?

Ученик: В этом случае количество выделяемой теплоты будет равно $Q = IUt$

Учитель отмечает, что поскольку эту зависимость между величинами экспериментально впервые открыли английский физик Дж. Джоуль и русский ученый Э. Ленц, она называется законом Джоуля – Ленца:

- *Количество теплоты, выделяющееся в проводнике с током, равно произведению силы тока, напряжения и времени протекания тока.*

Полученное для закона Джоуля – Ленца последнее выражение в зависимости от опытов с электрическими цепями может быть представлено двумя различными способами.

1. Количество теплоты, выделяющееся при прохождении тока через проводники, соединенные последовательно, прямо пропорционально общему сопротивлению этих проводников (поскольку сила тока в последовательном соединении не изменяется): $Q = I^2 R t$. Количество теплоты, выделяющееся в проводнике с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени его протекания.

Примечание. Определение повторяется одним или двумя учениками.

2. Количество теплоты, выделяемой при прохождении тока через параллельно соединённые проводники, обратно пропорционально общему сопротивлению этих проводников (поскольку напряжение в параллельном соединении не изменяется): $Q = \frac{U^2}{R} t$.

Количество теплоты, выделяемой в параллельно соединённых проводниках с током, равно произведению квадрата напряжения и длительности прохождения тока, делённому на сопротивление проводников.

Примечание. Определение повторяется одним или двумя учениками.

Подумай•Обсуди•Поделись

- На зарядку аккумулятора телефона и нагревание металлической спирали может расходоваться одинаковое количество электроэнергии.

Вопрос. Почему результаты действия тока в этих случаях совершенно различны?

Ответ. Электрическая энергия преобразуется в разные виды энергии в разных устройствах. В батарее энергия накапливается в виде химической энергии, а в металлической катушке она преобразуется в тепловую энергию. Следовательно, результаты различаются.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Учащиеся применяют полученные знания для решения задачи, приведенной в учебнике.

Задача. Напряжение на участке электрической цепи с двумя параллельно соединёнными резисторами сопротивлением $R_1 = 30 \text{ Ом}$ и $R_2 = 10 \text{ Ом}$ равно 4 В.

Вопрос 1. Какую работу совершает электрический ток в каждом резисторе за 1 минуту?

Ответ.

Дано	Решение	Вычисления
$R_1 = 30 \text{ Ом}$ $R_2 = 10 \text{ Ом}$ $U = 4 \text{ В}$ $t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$ $A_1 - ?$ $A_2 - ?$	$A = \frac{U^2}{R} t$	$A_1 = \frac{U^2}{R_1} t = \frac{4^2 \text{ В}^2}{30 \text{ Ом}} \cdot 60 \text{ с} = 32 \text{ Дж};$ $A_2 = \frac{U^2}{R_2} t = \frac{4^2 \text{ В}^2}{10 \text{ Ом}} \cdot 60 \text{ с} = 96 \text{ Дж}$

Вопрос 2. Какое количество теплоты выделяется на этом участке цепи за 10 минут протекания тока?

Ответ: Количество теплоты, выделяемое частью цепи с параллельным соединением, равно $Q = 1280 \text{ Дж}$

Дано	Решение	Вычисления
$R_1 = 30 \text{ Ом},$ $R_2 = 10 \text{ Ом},$ $U = 4 \text{ В},$ $t = 10 \text{ мин} = 600 \text{ с}.$ $Q - ?$	$Q = \frac{U^2}{R_p} t$ $R_p = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ $Q = \frac{U^2 \cdot (R_1 + R_2)}{R_1 R_2} \cdot t$	$Q = \frac{4^2 \cdot (30 + 10)}{30 \cdot 10} \cdot 600 \frac{\text{В}^2 \text{ Ом}}{\text{Ом}^2} \cdot \text{с} =$ $= \frac{16 \cdot 40}{300} \cdot 600 \text{ Дж} = 1280 \text{ Дж}.$ Ответ. $Q = 1280 \text{ Дж}.$

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 10 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

• На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы в разделе “Проверьте полученные знания” учебника и выполняют задания. Ответы на вопросы следующие:

1. Напишите три формулы для расчёта работы электрического тока и объясните, в каких случаях их удобно использовать.

Ответ. Работу, совершаемую электрическим током, можно определить, используя следующие формулы:

- когда известны сила тока, напряжение и время, то формула $A = IUt$;
- когда ток проходит через проводники, соединенные последовательно (в этом случае сила тока одинакова), формула $A = I^2Rt$;
- когда ток проходит через проводники, соединенные параллельно (в этом случае напряжение одинаково), удобно использовать формулу $A = \frac{U^2}{R} \cdot t$.

2. Вопрос 1. В течение какого времени через кабель должен протекать ток силой 5 А, чтобы выделилось указанное количество теплоты?

Ответ: 472,7 секунды.

Дано	Решение	Вычисления
$U = 110 \text{ В}$ $Q = 260 \text{ к Дж} = 2,6 \cdot 10^5 \text{ Дж}$ $I = 5 \text{ А}$ $t = ?$	$Q = IUt,$ $t = \frac{Q}{IU}.$	$t = \frac{2,6 \cdot 10^5 \text{ Дж}}{5 \text{ А} \cdot 110 \text{ В}} \approx 472,7 \text{ с}$

Вопрос 2. Где еще можно использовать эту технологию зимой?

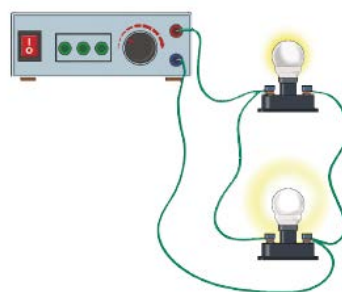
Ответ. Этими технологиями пользуются для:

- предотвращения образования ледяных скоплений на крышах зданий, а также замерзания и разрыва водопроводных труб;
- нагревания металлических конструкций мостов, чтобы предотвратить замерзание и обледенение поверхности автомобильных мостов зимой и т. д.

Вопрос 3. В какой лампе работа электрического тока больше? Обоснуйте свой ответ.

Ответ: Работа, совершаемая током в ярко горящей лампе, больше. Это объясняется тем, что сопротивление ярко горящей лампы меньше, а сила тока, проходящего через неё, больше. Следовательно, в ярко светящей лампе работа электрического тока больше.

- На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее разработанной им рубрики.



Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментарии	Формально комментирует физические величины, от которых зависит работа тока на участке цепи.	Комментирует своими словами физические величины, от которых зависит работа тока на участке цепи.	Анализируя, комментирует физические величины, от которых зависит работа тока на участке цепи.	Комментирует физические величины, от которых зависит работа тока на участке цепи, оценивая результат.
Объяснение	Не понимая, объясняет количество теплоты, выделяемой в проводнике с током, на основе закона Джоуля–Ленца.	Понимая, объясняет количество теплоты, выделяемой в проводнике с током, на основе закона Джоуля–Ленца.	Анализируя, объясняет количество теплоты, выделяемой в проводнике с током, на основе закона Джоуля–Ленца.	Объясняет количество теплоты, выделяемой в проводнике с током, на основе закона Джоуля–Ленца, оценивая результат.
Решение задач	Решает различные простые задачи, связанные с практическим применением работы электрического тока.	Решает различные задачи средней степени сложности, связанные с практическим применением работы электрического тока.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с практическим применением работы электрического тока.	Решает различные задачи высокой степени сложности, связанные с практическим применением работы электрического тока, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.1.5. Вычисляет работу, энергию и мощность в электрических цепях.
Цели обучения	• Объясняет физическую сущность работы тока. • Решает различные задачи на работу электрического тока.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает проблемы качественно или количественно; • делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Поскольку задачи по данной теме носят преимущественно количественный характер, их решение осуществляется в соответствии со следующими установленными этапами.

1. Изучение текста задачи. Этап включает в себя следующие последовательные шаги:

1.1. Чтение условия задачи.

1.2. Проведение опроса, связанного с условием задачи.

1.3. Краткое объяснение содержания задачи.

2. Анализ задачи. Проведение опроса, связанного с темой, к которой относится задача, и анализ ее решения.

3. Запись данных и перевод единиц измерения в единую систему. Данные записываются на доске, а единицы измерения переводятся в единую систему СИ.

4. Решение задачи в общем виде и вычисления. Задача решается путем записи общей формулы (если задача количественная).

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 6 мин.)

1.1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Текст задачи сначала один раз читает учитель, а затем один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть II, с. 12, № 5). При запуске двигателя автомобиля сила тока в цепи стартера за 2 секунды равна 150 А. Стартер питается от батареи напряжением 12 В.

Вопрос 1. Какую работу совершает стартер?

Вопрос 2. Известно, что работа, совершенная стартером, равна 20 000 Дж, сила тока равна 150 А, а напряжение на его концах равно 12 В, определи сколько секунд работал стартер?

1.2. Проведение опроса, связанного с условием задачи. Проводится фронтальный опрос по содержанию задачи.

Учитель: Чему равна сила тока в цепи стартера за те 2 секунды, которые требуются для запуска автомобиля?

Ученик: В цепи стартера за 2 секунды запуска автомобиля сила тока равна 150 А.

Учитель: Что служит источником питания для стартера?

Ученик: Стартер питается от аккумулятора напряжением 12 В.

Учитель: О чем спрашивается в первом вопросе задачи?

Ученик: В первом вопросе требуется определить величину работы (в джоулях), совершаемой стартером.

Учитель: О чем спрашивается во втором вопросе?

Ученик: Во втором вопросе требуется определить продолжительность работы (в секундах), если совершенная стартером работа равна 20 000 Дж, сила тока — 150 А, а напряжение на его клеммах — 12 В.

1.3. Краткое объяснение содержания задачи. Ученика просят пересказать условия задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 6 мин.)

На этом этапе проводится опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: От каких физических величин зависит работа, совершаемая электрическим током? Ученик, ответивший на вопрос, записывает соответствующую формулу на доске.

Учитель: В каких единицах измеряется работа, совершаемая электрическим током?

Учитель: Учитывая данные, приведенные в условии задачи, какую формулу можно использовать для расчета работы, совершаемой стартером?

Ученик, ответивший на вопрос, записывает формулу на доске: $A = IUt$.

Учитель: Если работа, совершаемая стартером, равна 20 000 Дж, сила тока равна 150 А, а напряжение на его клеммах равно 12 В, как можно определить продолжительность работы стартера (в секундах)?

Ученик, ответивший на вопрос, записывает формулу на доске: $t = A/IU$.

ЗАПИСЬ ДАННЫХ И ПЕРЕВОД ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ В ЕДИНУЮ СИСТЕМУ (≈ 3 мин.)

Одного ученика вызывают к доске записать условие задачи, и, при необходимости, единицы измерения величин переводят в систему СИ.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩЕМ ВИДЕ И ВЫЧИСЛЕНИЯ (≈ 7 мин.)

Ученик, записавший условие задачи, решает её и выполняет вычисления, а остальные ученики решают задачу на местах.

Вопрос 1. Ответ: 3600 Дж.

Дано	Решение	Вычисления
$t = 2 \text{ с},$ $I = 150 \text{ А},$ $U = 12 \text{ В}.$ $A = ?$	$A = IUt$	$A = 150 \text{ А} \cdot 12 \text{ В} \cdot 2 \text{ с} = 3600 \text{ Дж}$ Ответ: 3600 Дж.

Вопрос 2. Ответ. ≈ 11 с.

Дано	Решение	Вычисления
$A = 20000 \text{ Дж},$ $I = 150 \text{ А},$ $U = 12 \text{ В}.$ $t = ?$	$t = \frac{A}{IU}$	$t = \frac{20000 \text{ Дж}}{150 \text{ А} \cdot 12 \text{ В}} \approx 11 \text{ с}.$ Ответ: ≈ 11 с.

Примечание 1. По данной методике на уроке можно решить ещё одну или две задачи.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физическую сущность работы тока.	Объясняет физическую сущность работы тока по математическим выражениям	Объясняет физическую сущность работы тока, проводя сравнение.	Объясняет физическую сущность работы тока по соответствующим законам.
Решение задач	Решает различные простые задачи на работу электрического тока.	Решает различные задачи средней степени сложности на работу электрического тока.	Решает различные задачи высокой степени сложности на работу электрического тока.	Решает различные задачи высокой степени сложности на работу электрического тока, проводя анализ.

Подстандарты	9-3.1.5. Вычисляет работу, энергию и мощность в электрических цепях.
Цели обучения	• Объясняет физический смысл электрической мощности. • Вычисляет стоимость потребленной электроэнергии в зависимости от объема потребления. • Решает различные типы задач на вычисление электрической мощности.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • мыслит геометрически; • мыслит аналитически; • мыслит критически; • интегрирует знания с математикой; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Источник тока (батарея 4,5 В или выпрямитель 4 В), маленькие лампы (2 разных типа: яркий светодиод и лампа с тонкой нитью накала), маломощный электродвигатель (2 варианта мощности), амперметр, вольтметр, секундомер, ключ, соединительные провода, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор (или интерактивная доска)
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=DoZbShPfM-8 2. https://www.youtube.com/watch?v=kTaVE0npt-c 3. https://credc.mste.illinois.edu/applet/peh 4. Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsliyi. Elektrodinamika. IV hissə. Bakınəşr, 2007.

План урока.

Рекомендуется строить урок на основе модели 5Е.

Мотивация.

Рассматривается ситуация, приведённая в учебнике, и проводится обсуждение следующих вопросов:

- Сам телефон не меняется, источник питания не меняется – как же получается, что один адаптер заряжает разряженную батарею телефона быстрее, а другой – медленнее?
- В чём причина этой разницы?

Исследование. Почему же процессы происходят с разной скоростью, при неизменной батарее?

Объяснение. Устные объяснения учителя.

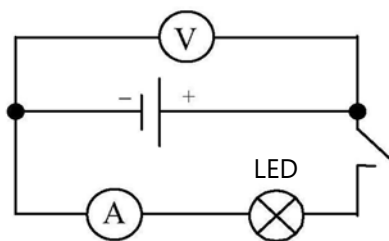


Таблица 1.

№	Прибор	t, с	I, А	U, В	A, Дж
1	LED лампа	20			
2	Лампа накаливания				
3	Электродвигатель				

Применение. Учащиеся вычисляют стоимость потребленной электроэнергии в зависимости от объема потребления.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая различные задачи из учебника.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

На данном этапе рекомендуется рассмотреть ситуацию, представленную в учебнике. Мобильный телефон работает при напряжении 5 В. Но при смене адаптера скорость накопления энергии может резко увеличиться или уменьшиться.

- Сам телефон не меняется, источник питания не меняется – как же получается, что один адаптер заряжает разряженную батарею телефона быстрее, а другой – медленнее?

Ожидаемый ответ: Разные адаптеры передают энергию батарее телефона с разной мощностью. Адаптер с большей мощностью и силой тока заряжает батарею за меньшее время.

- В чём причина этой разницы?

Ожидаемый ответ: Мощность адаптера вызывает это различие.

Примечание: Большинство учеников могут ответить неправильно, что естественно. Однако учитель не должен реагировать ни на правильные, ни на неправильные ответы; вместо этого он должен просто записать ключевые слова из предложенных гипотез на доске и сформулировать исследовательский вопрос.

Исследовательский вопрос

- Какая физическая величина характеризует скорость, с которой электрический ток совершает работу?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 18 мин.)

Проводится исследование на тему “Почему же процессы происходят с разной скоростью, при неизменной батарее?”. Этот этап рекомендуется организовать, следуя приведенной ниже последовательности действий:

I. Учащиеся делятся на группы в зависимости от количества комплектов оборудования; им предоставляется время для ознакомления с ходом работы (5 мин.).

II. Проведение вводного опроса (4 мин.). В это время задаются вопросы, касающиеся порядка выполнения работы и комплекта оборудования:

Учитель: Какой комплект оборудования будет использоваться для выполнения задания?

Учитель: Что нужно сделать в первую очередь?

Учитель: Какие два действия необходимо выполнить после сборки электрической цепи?

Учитель: С какими компонентами следует повторить задание на следующем этапе?

III. Выполнение работы (6 мин.). Учитель подходит к каждой группе, чтобы проконтролировать ход работы и при необходимости дать советы или указания.

Примечание! Если имеется только один комплект оборудования, учитель проводит работу в формате демонстрационного эксперимента.

IV. Организация обсуждения (3 мин). Обсуждение проводится вокруг вопросов, приведенных в учебнике:

- Какие отличия вы заметили в проведенных экспериментах?

- Батарея не меняется, так почему же процессы происходят с разной скоростью: например, LED лампа светится ярко, лампа накаливания загорается относительно медленно, а двигатель вращается быстро?
- В чём заключается различие в работе, совершаемой током в этих устройствах?

Примечание. Учащиеся фиксируют свои наблюдения относительно причинно-следственных связей в экспериментах. Однако велика вероятность того, что их ответы будут неточными (поскольку они еще не знакомы с содержанием новой темы). Тем не менее, в ходе эксперимента учащиеся открывают для себя интересный факт: несмотря на подключение к одному и тому же источнику тока, работа, совершаемая током в разных устройствах, происходит с разной скоростью.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 15 мин.)

Для эффективного использования учебного времени этот этап рекомендуется провести методом устного объяснения. С этой целью учитель может организовать в классе следующий опрос:

Учитель: В курсе физики 8-го класса вы познакомились с понятиями “механической работы”, “мощности” и “энергии”. Как называется отношение совершенной работы ко времени, затраченному на её выполнение?

Ученик: Отношение совершенной работы ко времени, затраченному на её выполнение, называется мощностью: $N = \frac{A}{t}$.

Учитель: Итак, что же означает мощность с физической точки зрения?

Ученик: С физической точки зрения мощность характеризует быстроту совершения работы.

Учитель: Какова единица измерения мощности в системе СИ?

Ученик: Единицей измерения мощности в СИ является ватт; то есть:

$$[N] = \frac{[A]}{[t]} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ Вт.}$$

Учитель объясняет учащимся, что быстрота, с которой электрическая энергия поступает или преобразуется в другие виды энергии, характеризуется физической величиной, называемой мощностью электрического тока.

- Мощность электрического тока численно равна отношению работы, совершаемой током, ко времени, затраченному на её выполнение: $P = \frac{A}{t}$.

Здесь P — это мощность электрического тока.

Учитель просит одного или двух учеников повторить определение.

Учитель: По какой формуле определяется работа, совершенная током?

Ученик: Работа, совершенная током, определяется по формуле $A = IUt$

Учитель: Если подставить формулу работы в выражение для мощности электрического тока, чему будет равна мощность электрического тока?

Ученик: Подставляя формулу работы в выражение для электрической мощности, получаем: $P = \frac{IUt}{t} = IU$.

Учитель: Итак, чему равна мощность электрического тока?

Ученик: Мощность электрического тока равна произведению силы тока и напряжения.

Учитель: Какова единица измерения мощности электрического тока в системе СИ?

Ученик: Единицей измерения мощности электрического тока в системе СИ является Ватт:

$$[P] = \frac{[A]}{[t]} = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} = 1 \text{ Вт.}$$

Учитель: Чему равен 1 Вт согласно последней формуле мощности электрического тока?

Ученик: Согласно последней формуле мощность электрического тока: $1\text{Вт} = 1\text{А} \cdot \text{В}$.

Учитель: Если электрическая цепь состоит из участков, на которых проводники соединены параллельно или последовательно, какие формулы используются для определения работы тока на этих участках?

Ученик: Если электрическая цепь состоит из участков, на которых проводники соединены параллельно или последовательно, то работа тока на этих участках определяется следующим образом: $A = I^2 R t$; $A = \frac{U^2}{R} t$.

Учитель: Если подставить эти выражения в формулу для мощности электрического тока, то по каким формулам можно рассчитать мощность на соответствующих участках цепи?

Ученик: Если подставить эти выражения в формулу для мощности электрического тока, то мощность на соответствующих участках цепи можно рассчитать по следующим формулам:

$$P = \frac{U^2}{R}; P = I^2 R.$$

Учитель: Если известна мощность электрического устройства- то есть известны мощность P и время t , то какую формулу можно использовать для вычисления работы, совершаемой электрическим током?

Ученик: Зная мощность электрического прибора, работу электрического тока, совершённую за данный промежуток времени, можно вычислить по формуле

$$A = P t.$$

Затем учитель отмечает, что эта работа равна электрической энергии W , которую устройство получает от источника питания. Например, если электрический обогреватель мощностью $P=1800$ Вт работает непрерывно в течение одного месяца (30 суток), то потребляемая им энергия от источника питания рассчитывается следующим образом:

$$W = P t = 1800 \text{ Вт} \cdot 1 \text{ мес.} = 1,8 \text{ кВт} \cdot 30 \text{ суток} = 1,8 \text{ кВт} \cdot 30 \cdot 24 \text{ часа} = 1296 \text{ кВт} \cdot \text{час}.$$

Подумай•Обсуди•Поделись

Аккумулятор электромобиля можно зарядить за 20 минут на станции быстрой зарядки, а дома – за 10 часов.

Вопрос. Почему станция быстрой зарядки передает электромобилю гораздо больше энергии в секунду, чем домашняя сеть?

Ответ. Станция быстрой зарядки передает аккумулятору электромобиля больше энергии в единицу времени, чем бытовая электросеть. Иными словами, скорость передачи энергии (мощность) выше. В результате аккумулятор заряжается за меньшее время.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

Ответы на вопросы представленной задачи, 176,20 манат.

Дано	Решение
$P = 1800 \text{ Вт},$ $t = 1 \text{ месяц}$ $W - ? N_{\text{оплата}} - ?$	$W = P t$
Вычисления	
$W = P t = 1800 \text{ Вт} \cdot 1 \text{ мес.} = 1,8 \text{ кВт} \cdot 30 \text{ суток} = 1,8 \text{ кВт} \cdot 30 \cdot 24 \text{ часа} = 1296 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$	

Первые $200 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot 8,4 \text{ гяпика} = 1680 \text{ гяпиков}$; следующие $100 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot 10 \text{ гяпиков} = 1000 \text{ гяпиков}$; оставшиеся $996 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot 15 \text{ гяпиков} = 14940 \text{ гяпиков}$. Таким образом, для использованных $1296 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ электрической энергии оплата будет:
 $N_{\text{оплата}} = (1680 + 1000 + 14940) \text{ гяпиков} = 17620 \text{ гяпиков} = 176,20 \text{ манат}$.

Вопрос 2. Ответ: 565 манат

Дано	Решение
$P = 1800 \text{ Вт} = 1,8 \text{ кВт}$ $t = 3 \text{ месяца}$ $W - ?, N_{\text{оплата}} - ?$	$W = Pt$
Вычисления	
$W = Pt = 1800 \text{ Вт} \cdot 3 \text{ мес.} = 1,8 \text{ кВт} \cdot 3 \cdot 30 \text{ суток} = 1,8 \text{ кВт} \cdot 90 \cdot 24 \text{ часа} = 3888 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ Первые $200 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot 8,4 \text{ гяпика} = 1680 \text{ гяпиков}$; следующие $100 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot 10 \text{ гяпиков} = 1000 \text{ гяпиков}$; оставшиеся $3588 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot 15 \text{ гяпиков} = 53820 \text{ гяпиков}$. Таким образом, для использованных $3888 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ электрической энергии оплата будет: $N_{\text{оплата}} = (1680 + 1000 + 53820) \text{ гяпиков} = 56500 \text{ гяпиков} = 565,00 \text{ манат}$.	

ОЦЕНИВАНИЕ ($\approx 4 \text{ мин.}$)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы и выполняют задания из раздела учебника **“Проверьте полученные знания”**.

Ответы на вопросы следующие:

1. Вопрос. Чему равна мощность тока, проходящего через лампу?

Ответ. Задача решается в следующей последовательности:

- Определяется цена деления шкал амперметра и вольтметра;
- Мощность рассчитывается на основе показаний амперметра и вольтметра по формуле $P = IU$.

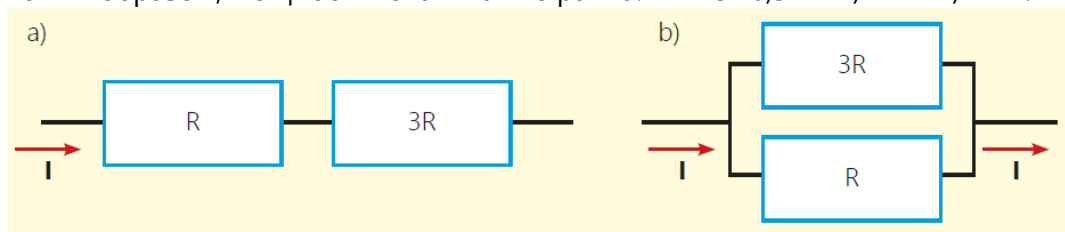
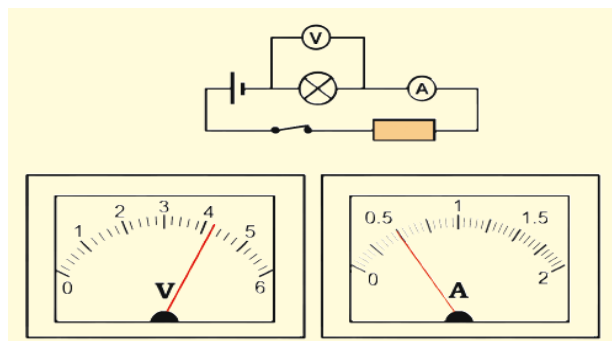
Таким образом, цена деления шкалы вольтметра равна: $\Delta U = \frac{5-4}{5} \text{ В} = 0,2 \text{ В}$.

Цена деления шкалы амперметра составляет: $\Delta I = \frac{1-0,5}{10} \text{ А} = 0,05 \text{ А}$.

С учетом цены деления шкалы показания приборов равны соответственно:

$U = 4,2 \text{ В}$ и $I = 0,5 \text{ А}$.

Таким образом, мощность тока в лампе равна: $P = IU = 0,5 \text{ А} \cdot 4,2 \text{ В} = 2,1 \text{ Вт}$.



2. Вопрос. На каком участке цепи выделяется большая мощность?

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

При последовательном соединении общее сопротивление участка цепи равно $R_{\text{посл}} = R + 3R = 4R$, тогда как при параллельном соединении оно равно

$$R_{\text{пар}} = \frac{R \cdot 3R}{R + 3R} = \frac{3}{4}R$$

Поскольку мощность обратно пропорциональна сопротивлению, сравнение выражений для мощности показывает, что во второй цепи мощность больше:

$$P_{\text{посл}} = \frac{U^2}{4R} \quad \text{и} \quad P_{\text{пар}} = \frac{U^2}{\frac{3}{4}R} = \frac{4U^2}{3R}$$

$$P_{\text{пар}} > P_{\text{посл}}$$

- На втором этапе преподаватель оценивает успеваемость учащихся на основе заранее определенной рубрики оценивания.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физический смысл электрической мощности.	Понимая объясняет физический смысл электрической мощности.	Объясняет физический смысл электрической мощности, обосновывая при помощи формул.	На основании анализа объясняет физический смысл электрической мощности.
Вычисление	Неверно вычисляет стоимость потребленной электроэнергии в зависимости от объема потребления.	Верно вычисляет стоимость потребленной электроэнергии в зависимости от объема потребления.	Вычисляет стоимость потребленной электроэнергии в зависимости от объема потребления на основании анализа.	Вычисляет стоимость потребленной электроэнергии в зависимости от объема потребления, оценивая результат.
Решение задач	Решает различные простые задачи на вычисление электрической мощности.	Решает различные задачи средней степени сложности на вычисление электрической мощности.	Решает различные задачи высокой степени сложности на вычисление электрической мощности.	Решает различные задачи высокой степени сложности на вычисление электрической мощности, оценивая результат

Домашнее задание

Прочитать и подготовиться к выполнению практической работы № 3.1 “Измерение работы и мощности тока в электрической лампе”.

Урок 63/Тема:**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.1. ИЗМЕРЕНИЕ РАБОТЫ И МОЩНОСТИ ТОКА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЛАМПЕ**

Подстандарты	9-1.2.1. Определяет систематические и случайные погрешности при измерении. 9-1.3.5. Подводит итоги практической работы 9-3.1.5. Вычисляет работу, энергию и мощность в электрических цепях.
Цели обучения	• Объясняет физическую сущность работы и мощности электрического тока. • Применяет полученные знания для определения работы и мощности тока в электрических цепях в ходе проведения экспериментов.
Навыки XXI века	Учащийся: • формулирует проблему; • выстраивает взаимодействие и обратную связь по схеме "учитель ↔ учащийся ↔ учащийся"; • планирует и выполняет практическую работу; • экспериментально определяет численные значения физических величин; • оформляет плакат с результатами эксперимента и делает обобщения.
Вспомогательные средства	Источник постоянного тока, амперметр, вольтметр, лампа, ключ, соединительные провода, секундомер (можно использовать функцию секундомера в мобильном телефоне), рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор (или электронная доска)
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=zTD-1MMzPiM 2. https://www.youtube.com/watch?v=dXTADM3meoU 3. https://www.youtube.com/watch?v=NEfmVAFy9Nk 4. Fizikadan yeni nəsil multimedia dərslisi. Elektrodinamika. IV hissə. Bakınəşr-2007.

Краткий план урока

Организация вводного опроса. Он проводится в три этапа:

1. Опрос теоретических основ практического задания.
2. Планирование работы: фронтальный опрос последовательности выполнения этапов.
3. Опрос по принадлежностям, необходимым для выполнения задания.

Организация выполнения работы. Контроль за тем, чтобы задание выполнялось в соответствии с запланированной последовательностью.

Организация заключительного опроса. Презентации и обсуждение результатов на основе плакатов, подготовленных руководителями групп.

Оценивание. Индивидуальное оценивание работы учащихся по рубрикам.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДНОГО ОПРОСА (≈ 15 мин.)

1. Опрос теоретических основ практического задания (3 мин.).
Опрос можно провести по следующим вопросам:

Учитель: Что называют работой электрического тока?

Учитель: Какие формулы используются для вычисления работы электрического тока?

Ученика вызывают к доске записать формулы работы тока.

Учитель: Чему равна электрическая мощность?

Формула записывается на доске.

Учитель: В чем заключается физический смысл электрической мощности?

2. Планирование работы: фронтальный опрос последовательности выполнения этапов (7 мин.).

Опрос может продолжаться следующими вопросами:

Учитель: Что необходимо сделать перед выполнением задания?

Учитель: Что следует сделать после составления схемы?

Учитель: Что следует сделать дальше?

Учитель: Что необходимо определить после определения значения цены деления шкалы прибора?

Учитель: Что еще необходимо сделать с амперметром?

Учитель: Какие шаги следуют за определением значения цены деления шкалы амперметра, предела измерения и погрешности прибора?

Учитель: После повторения всех этих шагов и для вольтметра, какие измерения будут произведены после замыкания цепи?

Учитель: Какие расчеты будут выполнены после измерения силы тока, напряжения и времени (t)?

Учитель: В какой таблице будут записаны все результаты? (Одному из учеников предлагается нарисовать таблицу 3.1 на доске.)

Учитель: С какими номинальными значениями будут сравниваться результаты, полученные в результате измерений и расчетов?

3. Опрос по принадлежности, необходимым для выполнения задания (2 мин.)

Перечисляются принадлежности, необходимые для выполнения работ.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ (≈ 16 мин.)

Этот этап можно организовать в следующей последовательности:

1. Учащиеся делятся на группы в зависимости от количества имеющихся комплектов оборудования.

2. Группы получают необходимое оборудование и бумагу формата А2 (или двойные листки в клетку) для создания постера.

3. Даются инструкции по проведению эксперимента согласно плану. Группы информируют о том, что на выполнение работы и подготовку постера с результатами им отводится 16 минут.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО ОПРОСА (≈ 12 мин.)

На этом этапе лидеры групп выступают с презентациями, опираясь на подготовленные ими плакаты. Объявляется, что на выступление каждой группе отводится 2–3 минуты. Презентация включает таблицу с результатами измерений и формулу, использованную для расчетов.

После выступлений проводится краткое обсуждение и подведение итогов:

Учитель: Какие различия вы заметили между значениями работы и мощности тока в лампе (полученными экспериментально), и номинальными характеристиками лампы?

Учитель: Как бы вы объяснили это различие?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Оценивание (2 мин.)

Оценивание организовано в соответствии с ожидаемыми результатами обучения с использованием четырехуровневой системы критериев.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Наизусть объясняет физическую сущность работы и мощности электрического тока.	Понимая объясняет физическую сущность работы и мощности электрического тока.	Объясняет физическую сущность работы и мощности электрического тока, проводя анализ.	Объясняет физическую сущность работы и мощности электрического тока, делая обобщение.
Применение	Применяет полученные знания для определения работы и мощности тока в электрических цепях в ходе проведения экспериментов лишь в группах.	Самостоятельно применяет полученные знания для определения работы и мощности тока в электрических цепях в ходе проведения экспериментов	Применяет полученные знания для определения работы и мощности тока в электрических цепях в ходе проведения экспериментов, проводя анализ.	Применяет полученные знания для определения работы и мощности тока в электрических цепях в ходе проведения экспериментов, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.1.6. Объясняет влияние электрического тока на живые организмы.
Цели обучения	• Объясняет риски, связанные с использованием электроприборов в быту и окружающей среде, и объясняет способы предотвращения поражения электрическим током. • Решает различные задачи на действие электрического тока на живые организмы.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • готовит презентацию по теме; • мыслит критически; • задает вопросы, обсуждает и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор (или интерактивная доска)
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=ISKLIjMDZ8k 2. https://www.youtube.com/watch?v=T1Wveh7QVK8 3. https://www.youtube.com/watch?v=HgO-OSHsleA 4. https://www.youtube.com/watch?v=y_cWTWB-N_I 5. Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsliyi. Elektrodinamika. IV hissə. Bakinəşr-2007.

Краткий план урока

Рекомендуется строить урок на основе модели 3Е. Такой урок состоит из трех этапов.

Мотивация.

Организуется обсуждение двух ситуаций, представленных в учебнике и ответов на вопросы:

- Что должен сделать Тогрул для обеспечения своей безопасности?
- Чье предложение более целесообразно с точки зрения безопасности? Укажите две причины.

Объяснение. Учащиеся делятся на группы. Внутри групп происходит обмен информацией и обсуждение следующих тем: “Негативное действие электрического тока на живые организмы”, “Положительное действие электрического тока на живые организмы” и “Первая помощь пострадавшим от поражения электрическим током”. Учащиеся готовят плакаты и выступают с презентациями.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и навыки по данной теме, решая задачи различных типов, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 7 мин.)

На данном этапе рекомендуется вынести на обсуждение две ситуации, представленные в учебнике.

1. Тогрул вынужден мыться в то время, когда по телевизору показывают его любимый фильм «Волшебный халат», поэтому он обу-страивает свою ванную комнату так, как изображено на рисунке. Он думает, что этим он добился своего.

- Что должен сделать Тогрул для обеспече-ния своей безопасности?

Ожидаемый ответ. Для обеспечения элек-тробезопасности в ванной комнате Тогрул должен строго соблюдать следующие правила:

- не вносить в ванную комнату подключенный к электросети телевизор во время купания;
- не пользоваться электрическим феном мокрыми руками, стоя босиком на мокром полу;
- ни в коем случае не прикасаться к электрическим выключателям или приборам мокрым телом или мокрыми руками.

2. Родители Тогрула обсуждали, куда поставить недавно купленную стиральную машину. Отец предложил установить её на кухне, а мать – в ванной. Тогрул вмешался в дискуссию и встал на защиту предложения матери.

- Чье предложение более целесообразно с точки зрения безопасности? Укажите две при-чины.

Ожидаемый ответ. С точки зрения безопасности более целесообразным является пред-ложение отца – установить стиральную машину на кухне. Одна из основных причин – влажность: поскольку в ванной комнате уровень влажности постоянно высок, водяной пар может проникать к внутренним электрическим цепям прибора, создавая риск корот-кого замыкания или утечки тока, тогда как на кухне условия более сухие. Еще одна важная причина связана со снижением электрического сопротивления: так как тело человека в ванной часто бывает мокрым, его сопротивление падает до 1000–1500 Ом; это означает, что даже незначительная утечка тока из прибора может привести к воздействию на ор-ганизм электрического тока смертельной силы.

Примечание. Ошибки учащихся в ответах – явление естественное; однако учитель воз-держивается от оценки правильности ответов, а вместо этого просто записывает на доске ключевые слова из высказываний учеников, чтобы сформулировать исследовательские вопросы:

Исследовательские вопросы

- Каково негативное и позитивное действие электрического тока на живой организм?
- Как следует оказывать первую помощь пострадавшим от удара электрическим током?

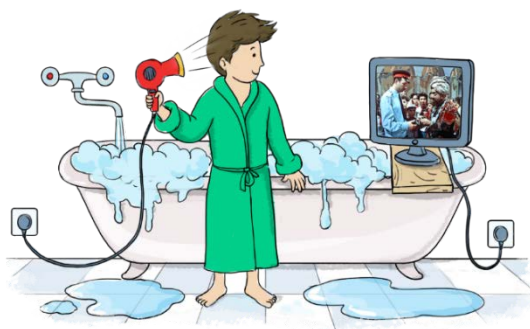
ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 33 мин.)

Этот этап рекомендуется проводить с использованием интерактивного метода обучения под руководством преподавателя, следуя приведенной ниже последовательности:

1. Учащиеся делятся на три группы; каждой группе дается задание, состоящее из одного вопроса (≈ 3 мин):

Группа I. Каково негативное действие электрического тока на живые организмы и как можно от него защититься?

Группа II. Каково позитивное действие электрического тока на живые организмы и в ка-ких сферах оно используется?



Группа III. В какой последовательности следует оказывать первую помощь пострадавшим от поражения электрическим током?

2. Группы должны изучить соответствующий материал в учебнике и подготовить плакат с ответом на свой вопрос, сформулированным своими словами. Для этого им выдаются листы формата А2 (при наличии) или двойные листы в клетку, а также цветные маркеры. Объявляется время, отведенное группам на обмен информацией и обсуждение задания (≈ 15 мин).

3. Лидеру каждой группы предоставляется время для выступления (≈ 4 мин; всего 12 мин).

4. Проводится краткий опрос для обобщения основных положений, озвученных в ходе презентаций (≈ 3 мин):

Учитель: В каких сферах применяется электрический ток?

Учитель: Каково положительное и отрицательное воздействие электрического тока на живые организмы?

Учитель: Как оказывается первая помощь пострадавшим от поражения электрическим током? Приведите примеры.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы и выполняют задания из раздела учебника "Проверьте полученные знания". Ответы на вопросы приведены ниже:

1. Какие части тела хорошо проводят электрический ток?

Ответ. Ткани организма, богатые водой и солями, лучше проводят электрический ток. К ним относятся кровь, мышцы и влажная кожа.

2. Прокомментируйте следующие рисунки.

Ответ. На изображениях показаны правила электробезопасности.



- На двух первых изображениях слева показан правильный порядок действий для предотвращения несчастного случая, связанного с электричеством. В частности, загоревшийся телевизор необходимо сначала осторожно отключить от электросети. Затем горящий участок накрывают плотным одеялом, чтобы перекрыть доступ кислорода.

- На третьем изображении показан правильный способ отделения человека, получившего удар током, от источника электричества.

- На последнем изображении в верхней части показаны смертельно опасные последствия нахождения под оборванным высоковольтным проводом.

Знаки, показанные на изображениях внизу, служат предупреждением и призывают людей соблюдать осторожность и правила безопасности в соответствующих зонах.

- Первый знак слева указывает на наличие высокого напряжения и опасность поражения электрическим током.

- Второй знак указывает на обстановку, представляющую смертельную опасность.

- Третий знак предупреждает о риске поражения электрическим током; приближение к этой зоне или прикосновение к ней может привести к серьезной травме.

3. Вопрос 1. Ответ.

Дано	Решение	Вычисления
$U = 220 \text{ В}$ $R = 1,5 \text{ кОм} = 1500 \text{ Ом}$	По закону Ома $I = \frac{U}{R}$	$I = \frac{220 \text{ В}}{1500 \text{ Ом}} = 0,1467 \text{ А} = 146,7 \text{ мА}$

Вопрос 2. Ответ. Сопротивление организма не является постоянным; оно зависит от состояния человека — например, от того, влажная ли кожа (покрыта ли она потом). Сухая, огрубевшая кожа обладает очень высоким сопротивлением, тогда как тонкая, нежная и влажная кожа имеет низкое сопротивление. Опираясь на информацию из учебника, можно утверждать, что ток силой 100 мА может быть смертельным. В этом случае электрическое сопротивление можно определить следующим образом: $R = \frac{U}{I} = \frac{220 \text{ В}}{0,1 \text{ А}} = 2200 \text{ Ом}$.

- На втором этапе преподаватель оценивает работу учащихся на основе заранее установленных рубрик.

Рубрики оценки (рекомендательного характера)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснения	Формально объясняет риски, связанные с использованием электроприборов в быту и окружающей среде, и объясняет способы предотвращения поражения электрическим током.	Понимая объясняет риски, связанные с использованием электроприборов в быту и окружающей среде, и объясняет способы предотвращения поражения электрическим током.	Объясняет риски, связанные с использованием электроприборов в быту и окружающей среде, и объясняет способы предотвращения поражения электрическим током, приводя примеры.	Объясняет риски, связанные с использованием электроприборов в быту и окружающей среде, и объясняет способы предотвращения поражения электрическим током, проводя анализ.
Решение задач	Решает различные простые задачи на действие электрического тока на живые организмы.	Решает различные задачи средней степени сложности на действие электрического тока на живые организмы.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие электрического тока на живые организмы.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие электрического тока на живые организмы, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.1.5. Вычисляет работу, энергию и мощность в электрических цепях. 9-3.1.6. Объясняет влияние электрического тока на живые организмы.
Цели обучения	• Объясняет физическую сущность работы и мощности электрического тока. • Комментирует действие электрического тока на живые организмы. • Решает различные типы задач по данной теме.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает проблемы качественно или количественно; • делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, график потребления электроэнергии, адаптер для телефона (или его изображение), фен, электрочайник (или их изображения), калькулятор, маркеры, плакат (лист формата A2), скотч, ножницы, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Поскольку данный урок посвящен решению задач в рамках подраздела “Электропроводность металлов”, его целесообразно проводить с использованием интерактивного метода обучения. Для такого урока рекомендуется следующий план:

1. **Формирование групп.**
2. **Распределение заданий.**
3. **Обмен информацией и обсуждение в группах.**
4. **Презентация.**
5. **Подведение итогов.**
6. **Оценивание.**

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП (≈ 2 мин.)

В зависимости от числа учащихся в классе, произвольно формируются группы по 4–5 человек.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ (≈ 4 мин.)

Каждой группе раздаются заранее подготовленные учителем дидактические рабочие листы. Каждый лист содержит три задания. Рекомендуется включать в них задачи, предполагающие количественный, качественный и практически-ситуационный анализ. Примеры таких заданий приведены ниже.

Лист № 1

1. Электрический чайник мощностью 1000 Вт, подключённый к напряжению 220 В, работает в течение 3 минут. Вычислите работу, совершенную электрическим током.
2. Что характеризует работа, совершаемая электрическим током?
3. Почему электрический чайник считается прибором с высоким энергопотреблением?

Лист № 2

1. Что характеризует электрическая мощность?
2. Фен мощностью 1200 Вт работает в течение 10 минут. Сколько энергии он потребляет за это время?
3. Почему адаптер для быстрой зарядки заряжает телефон быстрее?

Лист № 3

1. От чего зависит сопротивление человеческого тела?
2. Почему влажная кожа представляет большую опасность при воздействии электрического тока?
3. Сопротивление человеческого тела равно примерно 100 кОм в сухом состоянии и 1 кОм — во влажном. Рассчитайте силу тока, протекающего через тело человека, если он коснется цепи с напряжением 220 В в обоих случаях. Какой из этих случаев более опасен?

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ И ОБСУЖДЕНИЕ В ГРУППАХ (≈ 14 мин.)

Учащиеся совместно решают задачи, обмениваясь информацией и обсуждая варианты, обосновывают свои ответы и оформляют постер. Учитель объявляет время, отведенное группам на выполнение задания и подготовку постера.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 15-18 мин.)

Объявляется, что на презентации лидеров групп отводится определенное время (≈ 5–6 мин. на каждое выступление, ≈ 15–18 мин.). Проводятся презентации, в ходе которых преподаватель и другие участники групп при необходимости задают выступающим вопросы.

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 5 мин.)

Учитель завершает презентации обобщающими вопросами:

Учитель: Что характеризует работа, совершаемая электрическим током?

Учитель: Каков физический смысл электрической мощности?

Учитель: Почему опасно прикасаться к электроприбору мокрыми руками?

Учитель: К какому главному выводу об электрической энергии мы пришли на сегодняшнем уроке?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физическую сущность работы и мощности электрического тока.	Понимая объясняет физическую сущность работы и мощности электрического тока.	Объясняет физическую сущность работы и мощности электрического тока, приводя примеры.	Объясняет физическую сущность работы и мощности электрического тока, оценивая результат.

Комментарии	Наизусть комментирует действие электрического тока на живые организмы.	Комментирует действие электрического тока на живые организмы своими словами.	Комментирует действие электрического тока на живые организмы, приводя примеры.	Комментирует действие электрического тока на живые организмы, анализируя результат.
Решение задач	Решает различные простые задач по данной теме.	Решает различные типы задач средней степени сложности по данной теме.	Решает различные типы задач высокой степени сложности по данной теме.	Решает различные типы задач высокой степени сложности по данной теме, проводя анализ.

3.2. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ГАЗОВ

Урок 66/Тема:

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ГАЗАХ: НЕСАМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах.
Цели обучения	• Объясняет физическую природу перехода газов из состояния диэлектрика в состояние проводника. • Решает различные типы задач, связанных с электропроводностью газов.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • мыслит геометрически; • мыслит аналитически; • интегрирует знания с математикой; • готовит плакаты и делает презентации по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	эбонитовая (или стеклянная) палочка, шелковая (или шерстяная) ткань, параллельные плоские пластины (2 шт.), электрометр, свеча (или спичка), соединительные провода, рабочая тетрадь, рабочий лист, деревянная доска, лист бумаги формата A2, набор маркеров, клейкая лента, ножницы, компьютер, проектор (или интерактивная доска)
Электронные ресурсы	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=elplyn_vyboj_nesam&l=en 2. https://www.youtube.com/watch?v=p4LH3wwFESw 3. https://www.youtube.com/watch?v=GLWqjRMQHcE 4. https://www.youtube.com/watch?v=79qwgEQB6b8 5 Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsliyi. 4 SD, III-IV SD-lər. Bakınəşr, 2007.

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5Е. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация

Рассматривается ситуация, представленная в учебнике, и организуется обсуждение следующих вопросов:

- **Как вы думаете, почему пламя проводит электрический ток?**
- **Какие свободные носители заряда позволяют электрическому току проходить через пламя?**

Этот этап также можно провести с использованием внутрипредметной интеграции.

Исследование

Учитель проводит исследование на тему **“За счёт каких носителей заряда воздух, являющийся диэлектриком, проводит электрический ток?”** с использованием метода “Демонстрация эксперимента”.

Объяснение

Рекомендуется, чтобы учитель объяснил тему в устной форме.

Применение

Учащиеся решают количественную задачу на возникновение несамостоятельного газового разряда в трубке и определение силы тока.

Оценивание

Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая задачи различных типов, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 6 мин.)

Этап мотивации можно выстраивать не только на основе материала из учебника, но и реализовав внутрипредметную интеграцию, используя знания, полученные учащимися при изучении предыдущих тем. Например, следующие вопросы могут служить как для начала опроса, так и в качестве исследовательских вопросов к новой теме:

Учитель: Почему металлы хорошо проводят электрический ток?

Учитель: От чего зависит электропроводность металлов?

Учитель: Почему газы являются хорошими изоляторами (диэлектриками) в обычных условиях?

Учитель: При каких условиях газы могут проводить электрический ток?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 12 мин.)

Учитель демонстрирует опыт, позволяющий выяснить, какие носители заряда обеспечивают наличие электрического тока в воздухе, который в обычных условиях является диэлектриком. Сначала учитель собирает установку, состоящую из алюминиевых пластин и электрометра с металлическим шариком, прикрепленным к его металлическому стержню (как показано на рисунке 1). Затем учитель заряжает пластины, касаясь одной из них эбонитовой или стеклянной палочкой, предварительно наэлектризованной трением. Это действие повторяется несколько раз. Учитель обращает внимание учащихся на то, как изменяется положение стрелки электрометра.

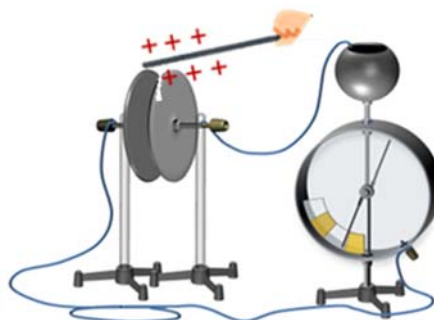


Рисунок 1

Учитель: Как изменилось положение стрелки электрометра, когда заряженная эбонитовая палочка коснулась одной из металлических пластин?

Учитель: О чем свидетельствует тот факт, что при каждом таком действии стрелка электрометра отклоняется от нулевого деления все дальше?

Затем учитель приводит металлические пластины в соприкосновение и спрашивает учеников:

Учитель: Почему стрелка электрометра вернулась к нулевому делению, когда заряженные пластины соприкоснулись друг с другом?

Пластины разводят и снова заряжают, после чего учитель обращается к классу:

Учитель: Почему пластины не разрядились, хотя и оставались заряженными в течение длительного времени — то есть почему стрелка электрометра не вернулась к нулевому делению?

Далее между заряженными пластинами помещают пламя свечи (или спички), чтобы продемонстрировать возвращение стрелки к нулевому делению. Учитель обращается к классу:

Учитель: Что вы наблюдали, когда пламя свечи или спички кратковременно внесли в воздушный промежуток между заряженными пластинами, а затем быстро убрали (рис. 2)? Сформулируйте предположение о причине этого явления.

Ученики высказывают свои предположения, но учитель отвечает общей фразой: "Давайте выясним причину наблюдаемых нами явлений".

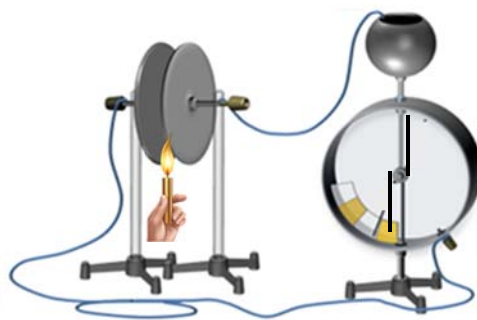


Рисунок 2

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 15 мин.)

Поскольку данная тема новая и посвящена объяснению совершенно нового физического явления, учителю рекомендуется изложить материал методом устного объяснения. С этой целью в классе можно организовать обсуждение:

Учитель: Являются ли газы (например, воздух) в обычных условиях проводниками или диэлектриками? Обоснуйте свой ответ.

Учитель: Каково же тогда может быть главное условие для того, чтобы газы проводили электрический ток?

Учитель объясняет, что действительно главным условием электропроводности газов является наличие в них свободных носителей заряда. Прохождение электрического тока через газ называют газовым разрядом.

- Газовый разряд – это упорядоченное движение электронов, положительных и отрицательных ионов в газе под воздействием электрического поля.

Учитель просит одного или двух учеников повторить это определение.

Далее объясняется, что электропроводность газов может быть обеспечена двумя способами: путем ионизации молекул газа под внешним воздействием и путем введения заряженных частиц (электронов, положительных и отрицательных ионов) в газовую среду из внешнего источника.

В завершение разъясняется механизм ионизации газа под внешним воздействием, вводятся понятия “ионизатор” и “рекомбинация”, а также формулируется определение несамостоятельного газового разряда.

Учеников просят повторить изученные понятия и определение.

Подумай•Обсуди•Поделись

Когда вы трете спичку о коробку, химические вещества на кончике спички воспламеняются, вызывая быструю ионизацию и нагрев.

Вопрос. Какой этап этого процесса соответствует несамостоятельному разряду? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Процесс трения спички о коробок соответствует несамостоятельному разряду. Это объясняется тем, что ионизация происходит исключительно под действием внешнего фактора — трения и нагрева. При прекращении внешнего воздействия ионизация также прекращается. Следовательно, этот процесс соответствует несамостоятельному разряду.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 5 мин.)

Ученики демонстрируют умение применять полученные теоретические знания для решения количественной задачи. В помощь им приведено решение “Задачи 1”, аналогичной по содержанию.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 7 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы и выполняют задания из раздела учебника “Проверьте полученные знания”.

Ответы на вопросы следующие:

1. Учащиеся без труда ответят на первый вопрос, так как изучили этот материал на уроке.

2. **Вопрос 1. Ответ.** Газовый разряд возникает, когда воздух между заряженными параллельными пластинами облучается ультрафиолетовым излучением. Это происходит потому, что ультрафиолетовые лучи обладают высокой энергией, вызывающей ионизацию молекул воздуха между пластинами и образование свободных электронов и положительных ионов в газе.

Вопрос 2. Ответ. Если прекратить облучение, процесс образования новых электронов и ионов в воздухе останавливается. Происходит рекомбинация имеющихся свободных электронов и положительных ионов, и газ снова становится диэлектриком.

3. **Ответ.** Причина разрядки электроскопа во время электросварки заключается в том, что сварочная дуга ионизирует окружающий воздух, превращая его в проводник. Дуга, возникающая при электросварке, является источником как очень большой температуры, так и интенсивного ультрафиолетового излучения. Большая температура и излучение ионизируют молекулы воздуха вокруг электроскопа, образуя свободные электроны и положительные ионы. Таким образом, воздух, который в обычных условиях является изолятором, превращается в проводящую среду. Поскольку воздух становится проводящим, заряд электроскопа “стекает”, и он мгновенно разряжается.

4. Учащиеся могут легко объяснить понятия ионизации и рекомбинации.

- На втором этапе учитель оценивает работу учащихся на основе заранее установленных рубрик.

Рубрики оценки (рекомендательного характера)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснения	Формально объясняет физическую природу перехода газов из состояния диэлектрика в состояние проводника.	Понимая объясняет физическую природу перехода газов из состояния диэлектрика в состояние проводника.	Объясняет физическую природу перехода газов из состояния диэлектрика в состояние проводника, проводя анализ.	Объясняет физическую природу перехода газов из состояния диэлектрика в состояние проводника, проводя обобщение.
Решение задач	Решает различные простые задачи, связанные с электропроводностью газов.	Решает различные задачи средней степени сложности, связанные с электропроводностью газов.	Решает различные типы задач высокой степени сложности, связанных с электропроводностью газов.	Решает различные типы задач высокой степени сложности, связанных с электропроводностью газов, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах.
Цели обучения	• Комментирует условия, при которых газ проводит электрический ток в отсутствие внешнего воздействия. • Различает виды самостоятельного газового разряда. • Решает различные задачи на самостоятельный газовый разряд.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программы на основе искусственного интеллекта; • мыслит геометрически; • мыслит аналитически; • интегрирует знания с математикой; • готовит плакаты и делает презентации по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией по теме и обсуждает её, работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	плазменный шар, сухие бумажные обрывки, люминесцентная лампа, рабочая тетрадь, рабочий лист, классная доска, лист бумаги формата A2, набор маркеров, клейкая лента, ножницы, компьютер, проектор (или интерактивная доска)
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=uYCXe6kIULE 2. https://www.youtube.com/watch?v=hMnAL4PO_5E 3. https://www.youtube.com/watch?v=wflHjeQn3n8 4. https://www.youtube.com/watch?v=nqCGnGg44IA 5. https://www.youtube.com/watch?v=GLWqjRMQHcE&t=39s 6. https://www.youtube.com/watch?v=VCsORne8qs4

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация

Рассматривается ситуация, представленная в учебнике, и проводится обсуждение следующих вопросов:

- Под действием каких факторов происходит первичная ионизация атомов и молекул воздуха?
- Как процесс ионизации может продолжаться самостоятельно?

Исследование

Проводится исследование "*Plasma globe* (Плазменный шар)"

Объяснение

Учителю рекомендуется изложить материал, используя метод устного объяснения.

Применение

Рассматривается качественная задача: "Как перевести несамостоятельный газовый разряд в самостоятельный?"

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая различные задачи, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 6 мин.)

Молния – это мощный газовый разряд, происходящий в воздухе, который в обычных условиях является диэлектриком, и обсуждение строится на двух вопросах:

• **Под действием каких факторов происходит первичная ионизация атомов и молекул воздуха?**

Ожидаемый ответ: Первичная ионизация атомов и молекул воздуха происходит в основном за счет космических лучей, обладающих большой энергией, ультрафиолетового излучения Солнца и влияния сильного электрического поля. Эти факторы выбивают электроны из молекул воздуха, создавая свободные электроны и ионы.

• **Как процесс ионизации может продолжаться самостоятельно?**

Ответ: Первоначально возникшие свободные электроны ускоряются сильным электрическим полем; они сталкиваются с другими молекулами и также ионизируют их. Это приводит к цепной реакции ионизации, в результате чего количество носителей заряда быстро увеличивается. Этот самопроизвольный процесс приводит к самостоятельному газовому разряду – а именно, к удару молнии.

Примечание: Естественно, что большинство учеников отвечают на вопросы неправильно. Однако учитель не должен реагировать ни на правильные, ни на неправильные ответы; вместо этого ему следует просто записать на доске ключевые слова из предложенных гипотез и сформулировать исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы

- Каковы физические условия и механизмы внутренней ионизации, позволяющие газовому разряду продолжаться самостоятельно и непрерывно после устранения внешних ионизирующих факторов?
- Как самостоятельный газовый разряд проявляется в природе и повседневной жизни?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 12 мин.)

Проводится исследование *Plasma globe* (Плазменный шар). Этот этап рекомендуется организовать, следуя приведенному ниже порядку действий:

I. Учащиеся делятся на группы в зависимости от количества имеющихся комплектов оборудования.

II. Учащиеся знакомятся с устройством плазменного шара (рис. 2, а) и порядком выполнения работы.

III. Проводится обсуждение хода работы.

Учитель: Какое оборудование необходимо для проведения исследования?

Учитель: Каковы устройство и принцип действия плазменного шара?

Учитель: С чего следует начать работу?

Учитель: Как будет проводиться эксперимент с люминесцентной лампой?

Учитель: Как будет проходить эксперимент на следующем этапе?

Учитель: И наконец, как будет проводиться эксперимент с кусочками бумаги?

IV. Выполнение работы.

Примечание! Если имеется только один комплект оборудования, эксперимент демонстрирует учитель.

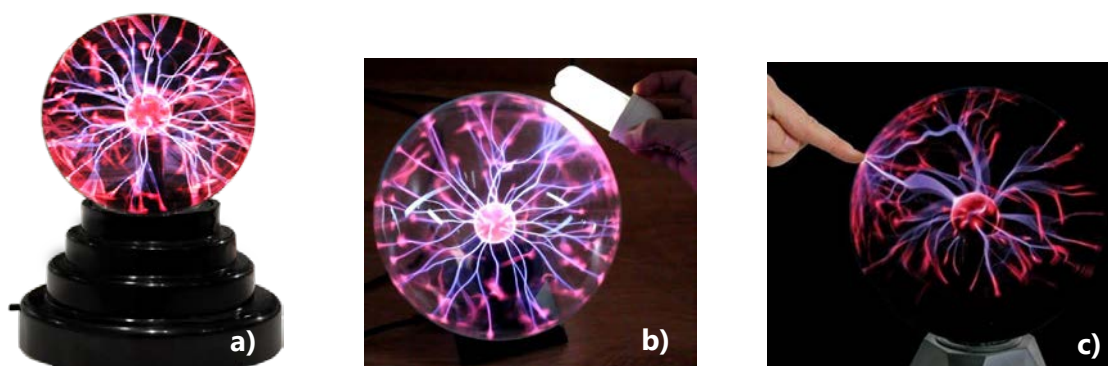


Рисунок 1

V. Анализ эксперимента основан на вопросах, приведенных в учебнике:

1. Почему люминесцентная лампа начинает светиться рядом с плазменным шаром, даже если она не подключена к сети (см. рис. 2, b)?
2. Почему плазменные нити стягиваются к вашему пальцу, когда вы касаетесь стекла (см. рис. 2, c)?
3. Почему кусочки бумаги движутся к потоку плазмы?
4. Какой вывод можно сделать о природе газового разряда на основе всех этих экспериментов?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 17 мин.)

Тема “Самостоятельный газовый разряд” представляет большой интерес в рамках школьной программы по физике, однако с методической точки зрения она является одной из самых сложных. Это обусловлено тем, что обсуждение и объяснение физического механизма самостоятельного газового разряда опираются на явления, кажущиеся учащимся абстрактными, а именно:

- невидимые микроскопические процессы;
- механизм ионизации;
- цепные микропроцессы;
- роль электрического поля.

В связи с этим учителю рекомендуется излагать новый материал методом устного объяснения. Такое объяснение целесообразно проводить в следующей последовательности:

1. Сравнение несамостоятельного и самостоятельного газовых разрядов.

Ученик должен понимать:

Несамостоятельный газовый разряд	Самостоятельный газовый разряд
Требуется внешний ионизатор.	Процесс продолжается без внешнего ионизатора.
Когда внешнее воздействие прекращается, процесс останавливается.	Процесс идет самостоятельно.

2. Объяснение механизма самостоятельного газового разряда.

Ученик должен понимать ключевые этапы этого механизма.

Этап 1: Возникает первичный свободный электрон.

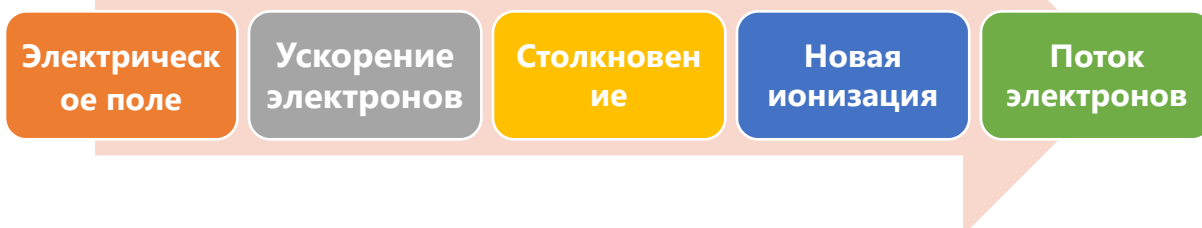
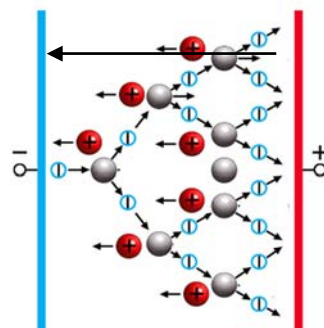
Этап 2: Электрон ускоряется в электрическом поле.

Этап 3: Электроны сталкиваются с нейтральными атомами.

Этап 4: Образуются новые электроны и ионы.

Этап 5: Процесс нарастает по типу цепной реакции. Это процесс ударной ионизации.

Учитель рисует на доске упрощенную схему этого механизма, и демонстрируется рисунок 3.16 из учебника;



3. Объяснение роли электрического поля.

Учащийся должен понимать, что электроны движутся не просто сами по себе, а под воздействием внешнего электрического поля.

4. Объяснение физических механизмов видов самостоятельного газового разряда.

Не следует просто перечислять виды самостоятельного газового разряда (тлеющий разряд, искровой разряд, дуговой разряд, коронный разряд); вместо этого необходимо объяснить процессы ионизации, происходящие в этих разрядах.

Внимание! Если физические механизмы самостоятельного разряда не будут объяснены, у учащихся могут возникнуть следующие типичные заблуждения:

Заблуждение	Правильный подход
Воздух является проводником тока	Воздух обычно является диэлектриком.
Молния возникает внезапно.	Требуется начальная ионизация.
Сами электроны генерируют энергию.	Электроны получают энергию от электрического поля.
Ионизация происходит только при нагревании.	Существует также ударная ионизация.

5. Обобщение.

Обобщение можно провести, задав всему классу следующие вопросы:

Учитель: Что такое несамостоятельный газовый разряд?

Учитель: При каких условиях возникает самостоятельный газовый разряд?

Учитель: В чем заключается основное различие между самостоятельным и несамостоятельным газовым разрядом?

Учитель: Какие существуют виды самостоятельного газового разряда?

Учитель: Что такое ударная ионизация?

Учитель: Как возникает искровой разряд и каковы примеры его проявления?

Учитель: Что такое тлеющий разряд и где он применяется?

Учитель: Как возникает дуговой разряд и где он применяется на практике?

Подумай•Обсуди•Поделись

• Согласно современным научным представлениям, начальная ионизация атмосферы также происходит под воздействием высокоэнергетического космического излучения.

Вопрос. Какую роль играют космические частицы в возникновении самостоятельного разряда в атмосфере? Как бы вы объяснили этот процесс?

Ответ. Проходя через атмосферу, космические частицы ионизируют молекулы воздуха и освобождают электроны. В сильном электрическом поле, возникающем между облаками и Землей, эти электроны ускоряются, сталкиваются с другими молекулами и вызывают дальнейшую ионизацию. В результате ионизация нарастает по цепной реакции, приводя к возникновению самостоятельного газового разряда.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

Необходимо решить задачу, представленную в учебнике.

Задача. Как перевести несамостоятельный газовый разряд в самостоятельный?

Ответ. Чтобы перевести несамостоятельный газовый разряд в самостоятельный, процесс ионизации газа должен продолжаться без внешнего воздействия. Для этого в газе сначала необходимо создать достаточное количество свободных электронов и ионов. Затем сильное электрическое поле ускоряет эти электроны, заставляя их ионизировать другие молекулы. В результате возникает цепная реакция ионизации. Если этот процесс ионизации становится самопроизвольным и непрерывно возникают новые носители заряда, отпадает необходимость во внешнем источнике ионизации. В этом случае несамостоятельный разряд переходит в самостоятельный газовый разряд.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

• На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы и выполняют задания из раздела учебника "Проверьте полученные знания".

Ответы на вопросы:

1. Вопрос 1. Ответ. При несамостоятельном газовом разряде ионизация происходит только под действием внешнего ионизатора, и разряд прекращается, как только это действие прекращается. В случае самостоятельного газового разряда процесс продолжается и без внешнего ионизатора, поскольку заряженные частицы, ускоряемые электрическим полем, вызывают дальнейшую ионизацию.

Вопрос 2. Ответ. В обоих случаях носителями заряда в газе являются преимущественно свободные электроны и положительные ионы, а в некоторых ситуациях — и отрицательные ионы. Иными словами, тип носителей заряда при переходе от одного вида газового разряда к другому фактически не меняется.

Основное различие заключается в способе их образования. Так, при несамостоятельном разряде носители заряда возникают под действием внешнего ионизатора. При самостоятельном разряде возникновение носителей заряда поддерживается за счет ударной ионизации и других процессов, происходящих в самом газе.

2. Вопрос 1. Ответ. Это тлеющий, искровой, коронный и дуговой разряды.

Вопрос 2. Ответ. Искровой и дуговой разряды возникают при атмосферном давлении.

Вопрос 3. Ответ. Тлеющий разряд возникает в разреженных газах.

Вопрос 4. Ответ. Электропроводность плазмы обеспечивается главным образом свободными электронами и положительными ионами. Поскольку эти заряженные частицы движутся в определенном направлении под действием электрического поля, плазма хорошо проводит электрический ток.

- На втором этапе учитель оценивает работу учащихся на основе заранее установленных критериев.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментарии	Формально комментирует условия, при которых газ проводит электрический ток в отсутствие внешнего воздействия	Комментирует условия, при которых газ проводит электрический ток в отсутствие внешнего воздействия своими словами	Комментирует условия, при которых газ проводит электрический ток в отсутствие внешнего воздействия, приводя примеры	Комментирует условия, при которых газ проводит электрический ток в отсутствие внешнего воздействия, проводя анализ
Различия	Наизусть различает виды самостоятельного газового разряда	Понимая различает виды самостоятельного газового разряда	Различает виды самостоятельного газового разряда, приводя примеры	Объясняет виды самостоятельного газового разряда, приводя примеры на основе анализа
Решение задач	Решает различные простые задачи на самостоятельный газовый разряд.	Решает различные задачи средней степени сложности на самостоятельный газовый разряд.	Решает различные задачи высокой степени сложности на самостоятельный газовый разряд.	Решает различные задачи высокой степени сложности на самостоятельный газовый разряд, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах.
Цели обучения	- Анализирует механизмы самостоятельных и несамостоятельных газовых разрядов. - Решает различные задачи на электропроводность газов.
Навыки XXI века	Ученик: - демонстрирует навыки понимания прочитанного; - общается; - сотрудничает; - анализирует и обобщает информацию; - решает проблемы качественно или количественно; - делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, маркеры, плакат (бумага формата A2), клейкая лента, ножницы, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Поскольку данный урок посвящен решению задач в рамках подраздела “Электропроводность металлов”, его целесообразно проводить с использованием интерактивного метода обучения. Для такого урока рекомендуется следующий план:

- 1. Формирование групп.**
- 2. Распределение заданий.**
- 3. Обмен информацией и обсуждение в группах.**
- 4. Презентация.**
- 5. Подведение итогов.**
- 6. Оценивание.**

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП (≈ 2 мин.)

В зависимости от общего числа учащихся в классе, произвольно формируются группы по 4–5 человек.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ (≈ 4 мин.)

Каждой группе раздаются заранее подготовленные учителем дидактические рабочие листы. Каждый лист содержит три задания. Рекомендуется включать в них задачи, предполагающие количественный, качественный и практически-ситуационный анализ. Примеры таких заданий приведены ниже.

Лист № 1

1. При установившемся самостоятельном разряде через газоразрядную лампу протекает ток силой 0,5 А. Лампа работает в течение 2 минут. Какой электрический заряд (в кулонах) проходит через лампу? (Рабочая тетрадь, часть II, с. 24, № 3)

2. Какова физическая основа возникновения несамостоятельного газового разряда?

3. **Ситуация:** почему молния возникает внезапно?

Во время грозы летним вечером между облаками и Землей образуется сильное электрическое поле. В определенный момент в воздухе наблюдается яркая вспышка молнии. Хотя в обычных условиях воздух является диэлектриком, как он становится проводником во время удара молнии? Какие характеристики самостоятельного газового разряда проявляются в этом явлении?

Лист № 2

1. Во время самостоятельного газового разряда в неоновой рекламной трубке напряжение равно 500 В, а сила тока 0,02 А. Трубка работает 30 минут. Сколько энергии выделяется за это время? (Рабочая тетрадь, Часть II, стр. 24, № 4)

2. **Ситуация:** если бы не было космического излучения...

Согласно современным научным представлениям, часть начальной ионизации в атмосфере вызвана космическими лучами. Как бы изменилось образование молний, если бы в атмосфере не было начальной ионизации?

3. В чем различие между самостоятельным и несамостоятельным газовым разрядом?

Лист № 3

1. Каковы основные характеристики несамостоятельного газового разряда?

2. Через газоразрядную лампу при установившемся самостоятельном разряде протекает ток силой 0,06 А. Лампа работает в течение 4 минут. Какой электрический заряд (в кулонах) проходит через лампу?

3. **Ситуация:** самостоятельный газовый разряд

Известно, что во время грозы внутри облака происходит перераспределение электрических зарядов. Какой вид самостоятельного газового разряда возникает в результате этого?

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ И ОБСУЖДЕНИЕ В ГРУППАХ (≈ 14 мин.)

Учащиеся совместно решают задачи, обмениваясь информацией и обсуждая варианты, обосновывают свои ответы и оформляют постер. Учитель объявляет время, отведенное группам на выполнение задания и подготовку постера.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 15-18 мин.)

Объявляется, что на презентации лидеров групп отводится определенное время (например, ≈ 5–6 минут на каждое выступление, всего ≈ 15–18 минут). Проводятся презентации, в ходе которых преподаватель и другие участники групп при необходимости задают выступающим вопросы.

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 5 мин.)

Учитель завершает презентации обобщающими вопросами:

Учитель: Что такое газовый разряд?

Учитель: При каких условиях возникает несамостоятельный газовый разряд?

Учитель: Какие носители заряда обеспечивают самостоятельный разряд?

Учитель: Что такое самостоятельный газовый разряд?

Учитель: Какие носители заряда обеспечивают самостоятельный газовый разряд?

Учитель: Какие существуют виды самостоятельного газового разряда?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрики оценки (рекомендательного характера)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Анализ	Наизусть анализирует механизмы самостоятельных и несамостоятельных газовых разрядов.	Понимая анализирует механизмы самостоятельных и несамостоятельных газовых разрядов.	Анализирует механизмы самостоятельных и несамостоятельных газовых разрядов, приводя примеры.	Анализирует механизмы самостоятельных и несамостоятельных газовых разрядов, оценивая результат.
Решение задач	Решает различные простые задачи на электропроводность газов	Решает различные задачи средней степени сложности на электропроводность газов	Решает различные задачи высокой степени сложности на электропроводность газов	Решает различные задачи высокой степени сложности на электропроводность газов, проводя анализ

3.3. ПОЛУПРОВОДНИКИ

Урок 70/Тема: 3.3.1

СОБСТВЕННАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах. 9-3.1.2. Комментирует I-U графики для элементов цепи. 9-3.1.3. Объясняет функцию выпрямительных цепей.
Цели обучения	• Комментирует зависимость электрического сопротивления полупроводниковых материалов от внешних факторов. • Объясняет физический механизм собственной проводимости полупроводников. • Решает различные задачи на собственную проводимость полупроводников.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • мыслит аналитически; • связывает изучаемые понятия с химией; • готовит плакат и выступает с презентацией по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией и обсуждает тему, работая как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Источник постоянного тока, стальная спираль, амперметр, спиртовка (или свеча), зажигалка, штатив, соединительные провода, тетрадь, рабочий лист, лист бумаги формата A2, набор маркеров, клейкая лента, ножницы, компьютер, проектор (или интерактивная доска)
Электронные ресурсы	1. https://phet.colorado.edu/sims/cheerpj/semiconductor/latest/semiconductor.html?simulation=semiconductor 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=pol_pohyb_der&l=en 3. https://www.youtube.com/watch?v=a3PXVakobDU 4. https://www.youtube.com/watch?v=Ekm2hhcrgCw 5. https://www.youtube.com/watch?v=KjQhWOi_Tfl 6. https://www.youtube.com/watch?v=mljQyKq2vkw&list=PLxs0cvjPAMt_EGO2va861fvvPA8DA5EP4&index=7 7 Fizikadan yeni nasıl multimedia darsliyi. Elektrodinamika. IV hisse. Bakınışr-2007.

Краткий план урока

Урок рекомендуется строить на основе модели "6Е". Такой урок состоит из шести этапов.

Напоминание

Повторяются и вспоминаются понятия, изученные ранее в курсе химии 8-го класса, а именно: "химическая связь", "ионная связь", "ковалентная связь" и "металлическая связь".

Мотивация

Рекомендуется рассмотреть сравнительный материал, представленный в учебнике, и провести обсуждение следующего вопроса:

• **Что происходит во внутренней структуре этих веществ, почему в результате внешних воздействий их удельное сопротивление резко уменьшается, а проводимость резко увеличивается?**

Исследование

Проводится исследование на тему **“Определите химические элементы, которые можно отнести к полупроводникам.”**

Объяснение

Для эффективного использования времени урока учителю рекомендуется провести этот этап, используя метод устного объяснения.

Применение

Учащиеся объясняют природу основных носителей заряда в полупроводниках, проводящих металлах и газах.

Оценивание

Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая задачи различных типов, представленные в учебнике.

НАПОМИНАНИЕ (≈ 4 мин.)

Рекомендуется начать этот этап с установления межпредметной вертикальной интеграции с программой по химии для 8-го класса. Поскольку ковалентная связь составляет научную основу собственной проводимости полупроводников, следует повторить такие понятия, как “химическая связь”, “ковалентная связь”, “ионная связь” и “металлическая связь” (с использованием примеров из учебника).

Химические принципы ковалентной связи подробно объясняются, а также рассматриваются понятия “валентные электроны” и “кристаллическая структура элемента”.

Таким образом, учащиеся получают новое понимание того, что электрическая проводимость веществ зависит от их атомного строения.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

На данном этапе можно создать проблемную ситуацию, используя предоставленный в учебнике информационный материал и следующий вопрос:

• **Что происходит во внутренней структуре этих веществ, почему в результате внешних воздействий их удельное сопротивление резко уменьшается, а проводимость резко увеличивается?**

Ожидаемый краткий ответ: Это связано с процессами, происходящими внутри кристаллической структуры материала. В частности, внешние воздействия увеличивают количество свободных носителей заряда в материале, что приводит к снижению его удельного сопротивления.

Примечание: Ученики с высокими результатами обучения правильно ответят на вопрос, используя логическое рассуждение после этапа повторения. Однако учителю не следует реагировать ни на правильные, ни на неправильные ответы; вместо этого он должен просто записать ключевые слова из предложенных гипотез на доске и сформулировать исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы

- Почему одни материалы проводят электрический ток хуже при нагревании, а другие — лучше?
- Зависит ли проводимость материала исключительно от движения носителей заряда или также от их количества?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 14 мин.)

Проводится исследование на тему **“Определите химические элементы, которые можно отнести к полупроводникам”**. Рекомендуется организовать этот этап, следуя приведенной ниже последовательности действий:

I. Учащимся предоставляется время для ознакомления с ходом работы (≈ 4 мин.).

II. Проводится обсуждение требований к выполнению задания (≈ 3 мин.).

Учитель: Какие элементы необходимо найти в “Периодической системе химических элементов”?

Ученик: Нам нужно найти в “Периодической системе” химические элементы, которые можно отнести к полупроводникам, и записать их символы в рабочий лист.

Учитель: Что нужно определить после того, как соответствующие элементы будут найдены?

Ученик: Нужно определить и записать основные химические свойства, характерные для каждого из этих элементов.

Учитель: Что необходимо исследовать на третьем этапе задания?

Ученик: На третьем этапе нужно исследовать тип химической связи, преобладающей между атомами этих элементов.

III. Выполнение задания (≈ 4 мин.).

IV. Обсуждение результатов на основе вопросов, приведенных в учебнике (≈ 3 мин):

1. Какие химические элементы можно отнести к полупроводникам? Выдвиньте гипотезу.

2. Какой тип химической связи определяет свойства выявленных вами химических элементов?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 17 мин.)

Этот этап проводится с использованием метода устного объяснения учителя. Поскольку преподаватели хорошо знают предмет, некоторые из них допускают методическую ошибку: они представляют тему “Полупроводники: собственная проводимость полупроводников” лишь как простое описание элементов электроники. На самом же деле эта тема дает прекрасную возможность помочь учащимся установить взаимосвязь между строением вещества, химической связью и электропроводностью. На наш взгляд, при изучении этой темы основное внимание следует уделить ответу на вопрос: “Откуда берутся носители заряда?”

Опираясь на материал, представленный на этапе мотивации, можно отметить, что в металлах (например, в медных проводниках) свободные электроны присутствуют изначально. В полупроводниках же количество свободных электронов поначалу невелико, хотя оно и возрастает с повышением температуры. Стоит отметить, что электропроводность полупроводников определяется скорее изменением числа носителей заряда, чем их движением.

Далее раскрывается понятие “собственная проводимость полупроводников”. Это можно сделать в шесть последовательных шагов:

Шаг 1. Демонстрируется схема кристалла кремния и задается вопрос:

Учитель: С каким количеством соседних атомов образует связи каждый атом в кристалле кремния?

Шаг 2. Объясняется, что при низких температурах электроны полупроводника удерживаются в составе связей; то есть количество свободных носителей заряда очень мало.

Шаг 3. Классу задается вопрос:

Учитель: Кристалл нагревают, повышая температуру. Что может произойти со связями в этом процессе?

Учащиеся выдвигают гипотезы.

Шаг 4. Учитель продолжает объяснение:

Учитель: Под воздействием тепла некоторые электроны высвобождаются из связей в кристалле кремния. В результате одновременно происходят два процесса:

- образуются свободные электроны;
- на месте электронов, покинувших связи, остаются пустые места, называемые “дырками”.

Внимание! Учителю следует уделить особое внимание следующему научно-методическому подходу:

1. Наиболее важный аспект темы – и тот, который учащиеся чаще всего понимают неправильно, – это объяснение понятия “дырка”. Учащиеся должны понимать, что дырка не является реальной частицей; это вакантное место, остающееся после ухода электрона, однако в электрическом поле дырки ведут себя как положительные заряды.

2. Объяснение темы исключительно на словах может быть трудным для учителя, а для учащихся – неинтересным или утомительным. Поэтому рекомендуется использовать следующие наглядные пособия:

- схемы кристаллических решеток полупроводников;
- рисунки электронно-дырочных пар;
- двумерные и трехмерные анимации;
- компьютерные модели.

Шаг 5. Учитель проводит обобщающее занятие, используя фронтальный опрос класса:

Учитель: Почему при нагревании полупроводника его удельное сопротивление уменьшается?

Учитель: Какой новый носитель заряда образуется в кристалле, когда электрон разрывает связь?

Учитель: Почему проводимость возрастает по мере увеличения числа электронов?

Учитель: Почему дырка рассматривается как положительно заряженная частица?

Шаг 6. Основные ожидаемые результаты обучения на уроке:

1. В полупроводниках электроны обычно связаны внутри химических связей.
2. При повышении температуры некоторые связи разрываются.
3. Образуются электронно-дырочные пары.
4. Электроны и дырки являются носителями электрического заряда (тока).
5. Следовательно, при повышении температуры проводимость полупроводника увеличивается, а его удельное сопротивление уменьшается.

Подумай•Обсуди•Поделись

- Чистый полупроводниковый кремний охлаждают от $+25^{\circ}\text{C}$ до -5°C .

Вопрос. Как изменится количество носителей электрического заряда в полупроводнике: увеличится, уменьшится или останется неизменным? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. При охлаждении полупроводника тепловое движение внутри него ослабевает. В результате меньше электронов разрывают ковалентные связи, и число электронно-дырочных пар резко уменьшается. Как следствие, электропроводность полупроводника также резко уменьшается.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 2 мин.)

Ответы на вопросы рассматриваемой задачи следующие:

Задача 1. Укажите связь стрелками.

№	Предположение	Заключение выражения
1	Носители заряда в полупроводниках ...	⊙ увеличивается с уменьшением температуры
2	Удельное сопротивление металлов ...	⊙ увеличивается с повышением температуры
3	Удельное сопротивление полупроводников ...	⊙ увеличивается под действием сильного излучения
4	Проводимость газов ...	⊙ только свободные электроны
5	Носители заряда в металлах ...	⊙ электроны и дырки
6	Носители заряда в газах ...	⊙ электроны и ионы

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

Оценивание знаний проводится в два этапа.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы и выполняют задания из раздела учебника "Проверьте полученные знания".

Ответы на вопросы:

1. **Вопрос 1. Ответ. 1.** Мобильный телефон: микропроцессор и чипы памяти внутри телефона изготовлены из полупроводников. Они обеспечивают обработку и хранение информации.

2. Солнечный элемент: преобразует энергию солнечного света в электрическую энергию. Этот процесс основан на фотоэлектрических свойствах полупроводниковых материалов.

Вопрос 2. Ответ. Это элементы, относящиеся к главной подгруппе IV группы (четвертой группы) периодической таблицы элементов. Примеры: Si (кремний), Ge (германий) и т. д.

Вопрос 3. В чем основное различие между полупроводниками, металлами и диэлектриками?

Ответ. Различие состоит в зависимости удельного сопротивления от температуры: если сопротивление металлов при повышении температуры растет, то сопротивление полупроводников при повышении температуры уменьшается. Кроме того, проводимость полупроводников сильно зависит от освещенности и наличия примесей.

Вопрос 4. Атомы полупроводника образуют ковалентные химические связи. Каков механизм образования ковалентных связей?

Ответ. В полупроводниках валентные электроны каждого атома кристаллической решетки образуют общие орбитали с валентными электронами соседних атомов (по два электрона на орбиталь). Эти обобществленные электроны связывают атомы внутри кристаллической решетки, создавая между ними ковалентные связи (связи, осуществляемые электронной парой).

Вопрос 5. Какие частицы обеспечивают электропроводность в полупроводниках? Объясните механизм их образования.

Ответ. Электропроводность в полупроводниках обеспечивается свободными электронами и дырками. В результате внешнего воздействия (например, нагрева или освещения) происходит разрыв ковалентной связи; электрон, покидающий связь, становится "свободным", а оставшаяся на его месте вакансия ведет себя как положительный заряд и называется "дыркой". В результате в полупроводнике возникают два типа носителей заряда – электроны и дырки.

Вопрос 6. Почему сопротивление чистого полупроводника уменьшается с увеличением температуры, в то время как сопротивление металла увеличивается?

Ответ. При повышении температуры усиливаются колебания ионов в металлах, что затрудняет движение свободных электронов, вследствие чего сопротивление возрастает. В полупроводниках же при повышении температуры разрываются ковалентные связи и резко возрастает число свободных носителей заряда (электронов и дырок); это облегчает протекание тока, и сопротивление уменьшается.

2. Вопрос 1. Если выключатель замкнут, будет ли протекать ток в цепи?

Ответ. Если выключатель замкнут, ток в цепи возникать не будет. Это связано с тем, что германиевая пластина полностью закрыта от света, и её проводимость в темноте очень низка. Нет дополнительной энергии (световых лучей) для высвобождения электронов; следовательно, ток в цепи не течёт.

Вопрос 2. Как изменится сила тока в цепи, если крышка будет поднята? Объясните основную причину этих явлений.

Ответ. Когда крышка поднята, германиевая пластина освещается световыми лучами. Фотоны света вызывают переход электронов в германии из валентной зоны в зону проводимости, что приводит к увеличению числа свободных носителей заряда (электронов и дырок). Это увеличивает электрическую проводимость германия, вызывая увеличение силы тока в цепи.

• На втором этапе учитель оценивает работу учащихся на основе заранее установленной оценочной шкалы.

Рубрики оценки (рекомендательного характера)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментирование	Формально комментирует зависимость электрического сопротивления полупроводниковых материалов от внешних факторов.	Комментирует зависимость электрического сопротивления полупроводниковых материалов от внешних факторов своими словами.	Комментирует зависимость электрического сопротивления полупроводниковых материалов от внешних факторов на основании анализа.	На основе теоретического и практического анализа комментирует как электрическое сопротивление полупроводниковых материалов зависит от внешних воздействий.
Объяснение	С трудом объясняет физический механизм собственной проводимости полупроводников.	Самостоятельно объясняет физический механизм собственной проводимости полупроводников.	Объясняет физический механизм собственной проводимости полупроводников, проводя анализ.	Объясняет физический механизм собственной проводимости полупроводников путем его обобщения на основе ковалентной связи.
Решение задач	Решает различные простые задачи на собственную проводимость полупроводников.	Решает различные задачи средней степени сложности на собственную проводимость полупроводников.	Решает различные задачи высокой степени сложности на собственную проводимость полупроводников.	Решает различные задачи высокой степени сложности на собственную проводимость полупроводников, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах. 9-3.1.2. Комментирует I-U графики для элементов цепи. 9-3.1.3. Объясняет функцию выпрямительных цепей.
Цели обучения	• Объясняет физический и химический механизм увеличения числа носителей заряда при введении примеси в полупроводниковый кристалл. • Различает типы полупроводников на основе изменения числа носителей заряда, вызванного введением примеси. • Решает различные задачи на примесную проводимость полупроводников.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • мыслит аналитически; • связывает изучаемые понятия с химией; • готовит плакат и выступает с презентацией по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией и обсуждает тему, работая как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Схема ковалентных связей между атомами в соединениях кремний-фосфор (Si-P) и кремний-бор (Si-B), рабочая тетрадь, рабочий лист, бумага формата A2, набор маркеров, клейкая лента, ножницы, компьютер, проектор (или электронная доска)
Электронные ресурсы	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=pol_pohyb_der&l=en 2. https://www.youtube.com/watch?v=a3PXVakobDU 3. https://www.youtube.com/watch?v=Ekm2hhcrgCw 4. https://www.youtube.com/watch?v=KjQhWOi_Tfl 5. https://www.youtube.com/watch?v=mljQyKq2vkw&list=PLxs0cvjPAMt_EGO2va861fvpA8DA5EP4&index=7 6. Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsliyi. Elektrodinamika. IV hissə. Bakınəşr-2007.

Краткий план урока

Урок рекомендуется построить на основе модели 5Е. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация. Организуется обсуждение на основе информации и вопросов из учебника, объединяющих химические понятия:

- Почему проводимость смеси увеличивается во много раз, если в кристалл кремния (Si) добавить атомы элемента III группы бора (B)?
- Какие носители заряда вызывают такое увеличение электропроводности полупроводника?

Исследование. Проводится исследование на тему "От чего зависит соотношение количества носителей заряда в примесных полупроводниках?".

Объяснение. Под руководством учителя учащиеся изучают физическую сущность примесной проводимости полупроводников и узнают о внешних факторах, влияющих на нее.

Применение. Учащиеся определяют увеличение концентрации дырок при введении в чистый полупроводник (Si) атомов бора (акцепторной примеси) с концентрацией $n_{\text{Акцептор}} = 5 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая задачи различных типов, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

На данном этапе рекомендуется представить информацию из учебника, интегрированную с курсом химии, и организовать обсуждение следующих вопросов:

• **Почему проводимость смеси увеличивается во много раз, если в кристалл кремния (Si) добавить атомы элемента III группы бора (B)?**

Ожидаемый ответ: В кристалле кремния каждый атом образует четыре ковалентные связи с четырьмя соседними атомами. Когда атом бора внедряется в кристаллическую решетку кремния, одна из связей не может сформироваться полностью, так как у бора имеется лишь три валентных электрона. В результате в кристалле возникает дефицит электронов — так называемая "дырка". Дырки действуют как носители положительного заряда, способные перемещаться под действием электрического поля. Хотя количество атомов бора может быть небольшим, каждый из них создает дополнительный носитель заряда. В итоге концентрация носителей заряда в кристалле резко возрастает, что приводит к многократному увеличению проводимости.

• **Какие носители заряда вызывают такое увеличение электропроводности полупроводника?**

Ожидаемый ответ: Повышение электропроводности полупроводника происходит главным образом за счет дырок. Поскольку примесь бора создает дефицит электронов в кристалле кремния, число дырок увеличивается, и они становятся основными носителями заряда. Электроны же выступают в роли неосновных носителей заряда.

Примечание. Большинство учащихся могут дать неверные ответы, и это вполне естественно. Однако учитель никак не комментирует правильность или ошибочность ответов, а просто записывает на доске ключевые слова из предложенных гипотез и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы

• Если число валентных электронов в атоме примеси превышает число валентных электронов в атоме чистого полупроводника, то количество каких носителей заряда резко возрастет в таком полупроводнике?

• Если число валентных электронов в атоме примеси меньше числа валентных электронов в атоме чистого полупроводника, то количество каких носителей заряда резко возрастет в таком полупроводнике?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 11 мин.)

Проводится исследование на тему "**От чего зависит соотношение количества носителей заряда в примесных полупроводниках?**". Этот этап рекомендуется организовать в следующей последовательности:

I. Учащиеся делятся на группы, и им предоставляется время для ознакомления с ходом работы, приведённой в учебнике (≈ 3 мин).

II. Обсуждение хода работы со всем классом (≈ 2 мин).

Учитель: Во-первых, элемент какой группы добавляется в качестве примеси к чистому полупроводниковому кристаллу кремния (Si – элемент IV группы)? Что будет исследоваться в ходе этого процесса?

Ученик: В качестве примеси к чистому полупроводниковому кристаллу кремния (Si – элемент IV группы) добавляется фосфор (P) – элемент V группы. Возникающее при этом изменение структуры кристалла будет исследоваться на основе соответствующей схемы, приведенной в учебнике (Рисунок 1; Рисунок 3.28 в учебнике).

Учитель: На следующем этапе элемент какой группы добавляется в качестве примеси к чистому полупроводниковому кристаллу кремния (Si – элемент IV группы) и что будет исследоваться?

Ученик: В качестве примеси к чистому полупроводниковому кристаллу кремния (Si – элемент IV группы) добавляется бор (B) – элемент III группы, и будет исследоваться возникающее при этом изменение структуры кристалла на основе соответствующей схемы, приведенной в учебнике (Рисунок 2; Рисунок 3.29 в учебнике).

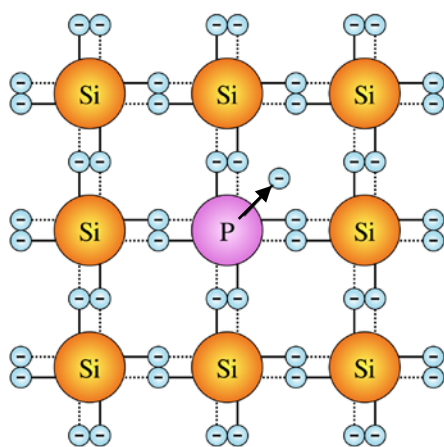


Рисунок 1

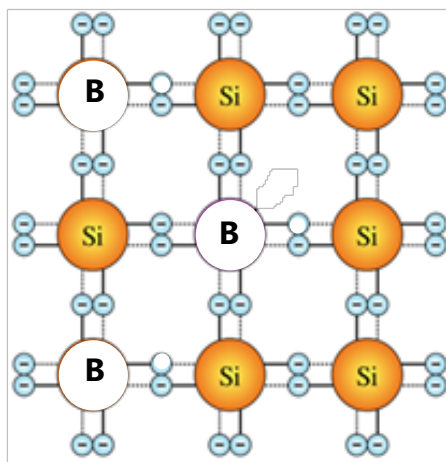


Рисунок 2

III. Выполнение работы (≈ 4 мин.).

IV. Обсуждение вопросов, приведенных в учебнике (≈ 2 мин.):

1. Сколько валентных электронов у фосфора (P) – элемента V группы?
2. Если ввести фосфор (P) в качестве примеси в кристалл кремния (Si), концентрация каких свободных носителей заряда в кристалле возрастет? Почему?
3. Сколько валентных электронов у бора (B) – элемента III группы?
4. Если ввести бор (B) в качестве примеси в кристалл кремния (Si), как изменится концентрация свободных носителей заряда в кристалле?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 22 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап с использованием интерактивного метода обучения под руководством преподавателя, выполняя следующие последовательные шаги:

1. Раздать группам, сформированным на этапе исследования, заранее подготовленные дидактические листы с вопросами.

Примечание. Дидактические листы можно подготовить, опираясь на примеры, приведенные на рисунке 3. Количество листов должно соответствовать количеству групп.

Лист № 1	Лист № 2
1. Что такое донорная примесь? К какому типу полупроводников относится полупроводник, в котором преобладает проводимость, обусловленная донорной примесью? 2. Когда фосфор (Р) добавляется в качестве примеси в кристалл кремния, сколько его электронов образует ковалентные связи с атомами кремния? 3. "Дырка", образуемая на месте отсутствующего электрона атома бора, увеличивает количество каких носителей заряда в кристалле?	1. Что такое акцепторная примесь? Как называется полупроводник, в котором преобладает проводимость, обусловленная акцепторными примесями? 2. Когда бор (В) вводится в кристалл кремния в качестве примеси, сколько его электронов образуют ковалентные связи с атомами кремния? 3. Носителями какого типа – основными или неосновными – делает избыточный электрон атома фосфора соответствующие носители заряда в кристалле кремния?

Рисунок 3

2. Учащиеся работают в группах: обмениваются информацией, обсуждают материал и готовят презентацию. Для подготовки презентации группам выдают лист бумаги формата А2 (при наличии) или двойной лист бумаги в клетку и отводят определенное время (≈ 7 мин.).
3. Каждому лидеру группы предоставляется время для презентации (≈ 3 мин.; всего – 12 мин.).
4. Чтобы помочь учащимся сделать обобщение, учитель может провести фронтальный опрос (≈ 3 мин.):

Учитель: Что понимают под примесной проводимостью полупроводников?

Учитель: Какие существуют виды примесей?

Учитель: Какие частицы являются основными и неосновными носителями заряда в полупроводниках с донорной примесью? Обоснуйте ответ примером.

Учитель: Какие частицы являются основными и неосновными носителями заряда в полупроводниках с акцепторной примесью? Обоснуйте ответ примером.

Подумай•Обсуди•Поделись

- Когда в чистый кристалл кремния добавляется очень небольшое количество донорной примеси, количество свободных электронов увеличивается, а значит, растет и проводимость. Однако при значительном увеличении концентрации примеси, после определенного момента, проводимость снова начинает уменьшаться.

- Почему это происходит? При дальнейшем росте содержания примеси количество электронов продолжает расти. Так почему же проводимость сначала увеличивается, а затем уменьшается?

Ответ. При добавлении небольшого количества донорной примеси число свободных электронов в кристалле возрастает, так как атомы примеси поставляют дополнительные электроны. Это увеличивает электропроводимость. Однако, если концентрация атомов примеси слишком велика, кристаллическая структура нарушается: атомы примеси оказываются в непосредственной близости друг от друга, создавая в кристалле дефекты. Вместо того чтобы перемещаться свободно, электроны рассеиваются на этих дефектах, что затрудняет их движение. Такое рассеяние уменьшает длину свободного пробега электронов, приводя к снижению проводимости.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

На этом этапе учащиеся решают “Задачу 2”. В качестве подсказки дано решение “Задачи 1”.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 4 мин.)

Оценивание знаний проводится в два этапа.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы и выполняют задания из блока учебника “Проверьте полученные знания”. Ответы на вопросы приведены ниже:

1. Ответ. Если в кристалл чистого кремния (Si) ввести в качестве примеси элементы V группы (например, фосфор, мышьяк и т. д.), то основными носителями заряда станут электроны. Это объясняется тем, что атом кремния относится к IV группе и имеет четыре валентных электрона, тогда как атомы элементов V группы имеют пять валентных электронов. При внедрении в кристаллическую решетку кремния четыре их электрона образуют ковалентные связи с атомами кремния, а пятый электрон остается свободным.

2. Ответ. Если в кристалл чистого кремния (Si) ввести в качестве примеси элементы III группы (например, бор, индий и т. д.), то основными носителями заряда станут дырки. Это объясняется тем, что атом кремния относится к IV группе и имеет четыре валентных электрона, тогда как атомы элементов III группы имеют лишь три валентных электрона. При внедрении в кристаллическую решетку кремния они образуют ковалентные связи, используя свои три электрона, однако для завершения структуры связей не хватает одного электрона. Этот недостающий электрон проявляется в кристалле как дырка.

3. Вопрос 1. Ответ. Если в кристалл германия (Ge) ввести в качестве примеси галлий (Ga) – элемент III группы, – то в кристалле возникнет дефицит одного электрона, что приведет к образованию дырки. Следовательно, в таком примесном полупроводнике основными носителями заряда являются дырки. Вопрос 2. Решение. Число ионизированных акцепторов равно произведению общей концентрации на процент ионизации: $n_a = 0,7 \cdot 5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3} = 3,5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$.

Ответ. Концентрация образовавшихся дырок равна концентрации ионизированных акцепторов, то есть $n_a = 3,5 \cdot 10^{18} \text{ см}^{-3}$

- На втором этапе учитель оценивает работу учащихся на основе заранее установленной оценочной шкалы.

Рубрики оценки (рекомендательного характера)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физический и химический механизм увеличения числа носителей заряда при введении примеси в полупроводниковый кристалл.	Объясняет физический и химический механизм увеличения числа носителей заряда при введении примеси в полупроводниковый кристалл своими словами.	Объясняет физический и химический механизм увеличения числа носителей заряда при введении примеси в полупроводниковый кристалл на основании схем.	Объясняет физический и химический механизм увеличения числа носителей заряда при введении примеси в полупроводниковый кристалл, проводя анализ.
Различия	Наизусть различает типы полупроводников на основе изменения числа носителей заряда, вызванного введением примеси.	Понимая различает типы полупроводников на основе изменения числа носителей заряда, вызванного введением примеси.	Различает типы полупроводников на основе изменения числа носителей заряда, вызванного введением примеси, приводя примеры.	Различает типы полупроводников на основе изменения числа носителей заряда, вызванного введением примеси, проводя обобщение.
Решение задач	Решает различные простые задачи на примесную проводимость полупроводников.	Решает различные задачи средней степени сложности на примесную проводимость полупроводников.	Решает различные задачи высокой степени сложности на примесную проводимость полупроводников.	Решает различные задачи высокой степени сложности на примесную проводимость полупроводников, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах. 9-3.1.2. Комментирует I-U графики для элементов цепи. 9-3.1.3. Объясняет функцию выпрямительных цепей.
Цели обучения	• Объясняет физический механизм <i>p–n</i>-перехода (электронно-дырочная проводимость) в полупроводниковом кристалле. • Комментирует практическое применение полупроводникового диода. • Решает различные задачи на <i>p–n</i>-переход в полупроводниковых кристаллах.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • мыслит аналитически; • связывает изучаемые понятия с химией; • готовит плакат и выступает с презентацией по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией и обсуждает тему, работая как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Источник постоянного тока (4 В), амперметр, полупроводниковый диод (из набора “Электрический ток в полупроводниках”), ключ, соединительные провода, компьютер, проектор (или электронная доска).
Электронные ресурсы	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/templateimg.php?s=pol_dioda&l=en 2. https://www.youtube.com/watch?v=XGll32Q4JbY 3. https://www.youtube.com/watch?v=egBDLN7brrU

Краткий план урока

Рекомендуется строить урок на основе модели 4Е. Такой урок состоит из четырех этапов.

Мотивация.

Обсуждение учебного материала, представленного в учебнике, организуется вокруг двух вопросов.

Объяснение. Учащиеся работают в группах. Организуется обмен информацией и обсуждение тем: “*p–n*-переход в полупроводниковом кристалле”, “прямой и обратный переход” и “полупроводниковый диод”. Учащиеся готовят плакаты и выступают с презентациями.

Применение. Проводится эксперимент с использованием полупроводникового диода.

Оценивание. Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая различные задачи из учебника.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

На данном этапе рекомендуется выполнить ситуационное задание, представленное в учебнике.

При соприкосновении концов двух медных проводов в месте контакта практически ничего не происходит. Однако, когда между

полупроводниковыми кристаллами *p-типа* и *n-типа* создаётся контакт особым образом, на границе их соприкосновения спонтанно возникают необычные явления. К ним относятся диффузия и рекомбинация носителей заряда, образование особого переходного слоя, односторонняя проводимость и т. д. Принцип работы современных “умных” электронных устройств основан на этих явлениях, происходящих при контакте полупроводниковых кристаллов *p-типа* и *n-типа*.

- В течение какого промежутка времени происходят эти явления при контакте кристаллов *p-типа* и *n-типа*?

Ожидаемый ответ. В области контакта кристаллов *p-типа* и *n-типов*, созданных специальными способами, эти процессы происходят за очень малый интервал времени – примерно от 10^{-9} до 10^{-12} секунды (наносекунды и пикосекунды) – и могут рассматриваться как практически мгновенные.

- Какова физическая основа уникальных свойств контакта кристаллов *p-типа* и *n-типа*?

Ожидаемый ответ. При контакте полупроводниковых кристаллов *p-типа* и *n-типа* на границе раздела образуется р-п-переход. Электроны из кристалла *n-типа* и дырки из кристалла *p-типа* начинают двигаться, перемещаясь через границу раздела в противоположные стороны. В результате на *n-стороне* границы раздела возрастает положительный заряд, а на *p-стороне* – отрицательный. Таким образом, в области р-п-перехода формируется слой толщиной l , в котором самопроизвольно накапливаются заряды противоположных знаков.

Примечание. Ученики могут допускать ошибки в ответах; однако преподаватель – не реагируя ни на правильные, ни на неправильные ответы – просто записывает на доске ключевые слова из них и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы

- Каков физический принцип работы р-п-перехода в полупроводнике?
- Какую роль играет использование р-п-перехода в полупроводниковом кристалле в развитии современных цифровых технологий и принципах работы электронных устройств?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 23 мин.)

Этот этап рекомендуется осуществить под руководством преподавателя с использованием интерактивного метода обучения, следуя приведенной ниже последовательности действий:

1. Учащиеся делятся на группы, и им раздаются заранее подготовленные рабочие листы. Учащиеся обмениваются информацией, участвуют в обсуждении и оформляют постер для презентации. Объявляется время, отведенное на выполнение задания (≈ 12 минут).



Примечание: Рабочие листы можно подготовить, опираясь на приведенные ниже примеры. Количество рабочих листов должно соответствовать числу групп, а содержащиеся в них вопросы – охватывать различные аспекты изучаемой темы.

Лист №1

1. При каких условиях в полупроводниковом кристалле образуется р-п-переход?
2. В каких ситуациях на р-п-переходе происходят прямые и обратные переходы электронов и дырок?
3. Каковы строение и принцип действия полупроводникового диода?
4. Для каких целей используется полупроводниковый диод?

Лист №2

1. Как объясняется физический принцип р-п-перехода в полупроводниковом кристалле?
2. Как устроен полупроводниковый диод и каков принцип его работы?
3. Как изменение толщины р-п-перехода в полупроводниковом кристалле влияет на его удельное сопротивление?
4. Почему полупроводниковый диод пропускает постоянный ток только в одном направлении?

2. Каждому лидеру группы отводится определенное количество времени на презентацию (≈ 2 мин. всего ≈ 8 мин.).

3. Чтобы помочь учащимся обобщить материал, учитель может провести следующий опрос со всем классом (≈ 3 мин.):

Учитель: Что такое р-п-переход в полупроводниковом кристалле?

Учитель: Что означают термины “прямой переход” и “обратный переход” в полупроводнике?

Учитель: Что такое полупроводниковый диод и как он устроен?

Учитель: Для каких целей используется полупроводниковый диод и на каком явлении основан принцип его работы?

Все ответы приведены в учебнике.

Подумай•Обсуди•Поделись

- Если заряды находят друг друга и рекомбинируют на р-п-переходе, почему этот переход остается стабильным в течение длительного времени?

Ответ. р-п-переход сохраняет стабильность в течение длительного времени, поскольку внутреннее электрическое поле, возникающее в результате рекомбинации, ограничивает поток новых носителей заряда.

Таким образом, физический механизм процесса развивается в следующей последовательности:

Электроны и дырки рекомбинируют на границе раздела $\rightarrow$ вблизи границы остаются неподвижные ионы $\rightarrow$ эти ионы создают внутреннее электрическое поле $\rightarrow$ электрическое поле препятствует свободному движению новых электронов и дырок $\rightarrow$ устанавливается равновесие между рекомбинацией и диффузией $\rightarrow$ переход остается стабильным.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 11 мин.)

На данном этапе проводится исследование “Эксперимент с полупроводниковым диодом”. Поскольку этот эксперимент прост и интересен, его выполнение не занимает много времени. Тем не менее, при организации этого этапа следует придерживаться следующей последовательности действий:

I. Группы учащихся знакомятся с ходом работы. Для этого этапы эксперимента записываются на доске, и на ознакомление с ними отводится определенное время (≈ 3 мин).

II. Опрос по ходу выполнения работы (≈ 2 мин):

Учитель: Какое оборудование необходимо для проведения эксперимента?

Учитель: Каков первый шаг в проведении эксперимента?

Учитель: При каких условиях эксперимент будет повторен?

III. Выполнение эксперимента (≈ 4 мин).

IV. Обсуждение на основе вопросов, приведенных в учебнике (≈ 2 мин):

- В каком случае полупроводниковый диод проводил электрический ток?
- Какой вывод вы сделали из исследования?
- Обладает ли полупроводниковый диод собственной проводимостью или примесной проводимостью?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Оценивание знаний проводится в два этапа.

- На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы и выполняют задания из блока учебника "Проверьте полученные знания".

Ответы на вопросы:

1. Вопрос 1. Ответ. Двойной слой, образующийся на границе раздела (т. е. в области, где электроны и дырки нейтрализуют друг друга вследствие диффузии), создает внутри кристалла внутреннее электрическое поле. Ограничивая свободное движение носителей заряда, это поле обеспечивает проводимость диода в одном направлении и практически полное отсутствие проводимости в другом.

Вопрос 2. Ответ. При прямом переходе, если кристалл р-типа подключен к положительному полюсу, а кристалл n-типа – к отрицательному полюсу источника напряжения, толщина запирающего слоя уменьшается, и через диод течет ток. При обратном переходе, если кристалл р-типа подключен к отрицательному полюсу, а кристалл n-типа – к положительному, толщина запирающего слоя увеличивается, и электрического тока практически нет. Иными словами, прямой переход возникает при подключении положительного полюса к р-области, а отрицательного – к n-области, тогда как обратный переход возникает при обратном подключении.

Вопрос 3. Ответ. Устройство, использующее р-n-переход, называется полупроводниковым диодом.

2. Вопрос. Ответ. Как показано на схеме, р-контакт диода подключен к положительному полюсу источника тока, а n-контакт – к отрицательному полюсу. Такое подключение соответствует прямому переходу. Следовательно, через этот участок цепи протекает ток. Поскольку лампы соединены последовательно, через обе лампы проходит одинаковый ток; поэтому лампы 1 и 2 светятся с одинаковой яркостью.

- На втором этапе учитель оценивает работу учащихся на основе заранее установленной оценочной шкалы.

Рубрики оценки (рекомендательного характера)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физический механизм р-n-перехода (электронно-дырочная проводимость) в полупроводниковом кристалле.	Понимая объясняет физический механизм р-n-перехода (электронно-дырочная проводимость) в полупроводниковом кристалле.	Объясняет физический механизм р-n-перехода (электронно-дырочная проводимость) в полупроводниковом кристалле на рисунках.	Объясняет физический механизм р-n-перехода (электронно-дырочная проводимость) в полупроводниковом кристалле, проводя анализ.

Комментирование	Комментирует практическое применение полупроводникового диода при работе в группах	Комментирует практическое применение полупроводникового диода, приводя примеры	Комментирует практическое применение полупроводникового диода, приводя примеры на основании анализа	Комментирует практическое применение полупроводникового диода, оценивая результат
Решение задач	Решает различные простые задачи на р-п-переход в полупроводниковых кристаллах.	Решает различные задачи средней степени сложности на р-п-переход в полупроводниковых кристаллах.	Решает различные задачи высокой степени сложности на р-п-переход в полупроводниковых кристаллах.	Решает различные задачи высокой степени сложности на р-п-переход в полупроводниковых кристаллах, оценивая результат.

Урок 73/Тема:

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ-8

Подстандарты	9-3.1.1. Описывает электрический ток в различных средах. 9-3.1.2. Комментирует I-U графики для элементов цепи. 9-3.1.3. Объясняет функцию выпрямительных цепей.
Цели обучения	- Анализирует физические механизмы собственной и примесной проводимости в полупроводниковых кристаллах. - Решает различные задачи на собственную и примесную проводимость полупроводниковых кристаллов.
Навыки XXI века	Ученик: - демонстрирует навыки понимания прочитанного; - общается; - сотрудничает; - анализирует и обобщает информацию; - решает проблемы качественно или количественно; - делает презентацию после проверки результатов.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, маркеры, плакат (бумага формата A2), клейкая лента, ножницы, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Поскольку данный урок, посвящен решению задач в рамках подраздела “Полупроводники”, его целесообразно проводить с использованием интерактивного метода обучения, для него рекомендуется следующий план:

- 1. Формирование групп.**
- 2. Распределение заданий.**
- 3. Обмен информацией и обсуждение внутри групп.**
- 4. Презентация результатов.**
- 5. Подведение итогов.**
- 6. Оценивание.**

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП (≈ 2 мин.)

В зависимости от общего числа учащихся в классе, произвольно формируются группы по 4–5 человек.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ (≈ 3 мин.)

Каждой группе раздаются заранее подготовленные учителем дидактические рабочие листы. Каждый лист содержит три задания. Рекомендуется включать в них задачи различных типов, а также задания практического и ситуационного характера, соответствующие темам подраздела “Полупроводники”. Ниже приведены два примера таких рабочих листов.

Лист № 1

1. Измерив в лаборатории сопротивление полупроводникового стержня при различных температурах, ученые на основе полученных результатов составили следующую таблицу:

Температура (°C)	10	20	30	40
Сопротивление (Ом)	120	100	80	65

Вопрос 1. Как изменяется сопротивление полупроводника с повышением температуры?

Вопрос 2. Как выглядит график, отображающий зависимость между этими величинами?

Вопрос 3. Исходя из этой таблицы, возможно ли, что данный материал является металлом? Почему?

2. В кристалл чистого кремния введена примесь – атомы фосфора. Концентрация примеси составляет $n_d = 5 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$. Атом фосфора поставляет в кристалл кремния дополнительный электрон. Каково число свободных электронов, образующихся в 1 см^3 кремния?

3. На границе p-n-перехода возникает электрическое поле. Какие заряды создают это поле?

Лист № 2

1. p-n-переход подключен к внешнему источнику питания. Прямой переход (положительный выход источника тока подключен к p-области, а отрицательный – к n-области).

Вопрос 1. Как изменяется толщина двойного слоя на границе p-n-перехода?

Вопрос 2. Как увеличение напряжения в этой цепи влияет на ток: увеличивает или уменьшает его?

2. Скрытое слово.

Заполните пробелы соответствующими ключевыми словами.

Электрическая проводимость, наблюдаемая в чистом кристалле кремния, называется ... проводимостью. При добавлении примеси фосфора к кремнию возникает ... проводимость. Это происходит потому, что основными носителями заряда здесь являются ..., а неосновными – Примесь, отдающая электрон, называется ..., а примесь, принимающая электрон, называется

Ключевые слова: донор, акцептор, n-тип, собственный, дырка, электрон.

3. При температуре 300 К концентрация свободных носителей заряда в различных средах равна:

- полупроводник (Si) – $1,5 \times 10^{16} \text{ м}^{-3}$;
- металл (Cu) – $8 \times 10^{28} \text{ м}^{-3}$;
- газ (воздух при нормальных условиях) – 10^6 м^{-3} .

Вопрос. Каково число носителей заряда в объеме 1 см^3 для каждой из этих сред?

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ И ОБСУЖДЕНИЕ В ГРУППАХ (≈ 15 мин.)

Учащиеся совместно решают задачи, обмениваясь информацией и обсуждая варианты, обосновывают свои ответы и оформляют постер. Учитель объявляет время, отведенное группам на выполнение задания и подготовку постера.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 16 мин.)

Объявляется, что на презентации лидеров групп отводится определенное время (≈ 4 мин. на каждое выступление, всего ≈ 16 мин.). Проводятся презентации, в ходе которых преподаватель и другие участники групп при необходимости задают выступающим вопросы.

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Учитель завершает презентации обобщающими вопросами:

Учитель: Какие вещества относятся к полупроводникам?

Учитель: Каков физический механизм собственной проводимости полупроводников?

Учитель: Что понимают под примесной проводимостью полупроводников?

Учитель: Какие существуют типы примесей?

Учитель: Какие частицы являются основными и неосновными носителями заряда в полупроводниках с донорной примесью?

Учитель: Какие частицы являются основными и неосновными носителями заряда в полупроводниках с акцепторной примесью?

Учитель: Какова физическая природа р-п-перехода в полупроводниковом кристалле?

Учитель: Что представляет собой полупроводниковый диод? В каких условиях полупроводниковый диод не проводит электрический ток?

Учитель: В каких областях науки и техники широко применяются полупроводниковые диоды?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрики оценки (рекомендательного характера)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Анализ	Формально анализирует физические механизмы собственной и примесной проводимости в полупроводниковых кристаллах.	Самостоятельно анализирует физические механизмы собственной и примесной проводимости в полупроводниковых кристаллах.	Анализирует физические механизмы собственной и примесной проводимости в полупроводниковых кристаллах, приводя примеры.	Анализирует физические механизмы собственной и примесной проводимости в полупроводниковых кристаллах, делая обобщение.
Решение задач	Решает различные простые задачи на собственную и примесную проводимость полупроводниковых кристаллов.	Решает различные задачи средней степени сложности на собственную и примесную проводимость полупроводниковых кристаллов.	Решает различные задачи высокой степени сложности на собственную и примесную проводимость полупроводниковых кристаллов.	Решает различные задачи высокой степени сложности на собственную и примесную проводимость полупроводниковых кристаллов, проводя анализ.

РАЗДЕЛ 4

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

№	Тема	Часы	Учебник (стр.)	Рабочая тетрадь (стр.)
4.1.	МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА			
У75/4.1.1	Природа магнитного поля. Магнитное поле Земли	1		
У 76/4.1.2	Индукция магнитного поля	1		
У 77/–	Решение задач – 1	1		
У 78/4.1.3	Магнитная индукция прямого проводника с током.	1		
У 79/–	Решение задач – 2	1		
У 80/4.1.4	Магнитное поле кругового проводника и катушки с током	1		
У 81/–	Решение задач – 3	1		
У 82/4.1.5	Электромагнит и его применение	1		
У 83/4.1.6	Магнитное взаимодействие проводников с током	1		
У 84/–	Решение задач – 4	1		
У 85/–	МСО-5	1		
4.2.	ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОВОД- НИК С ТОКОМ И ДВИЖУЩУЮСЯ ЗАРЯЖЕН- НУЮ ЧАСТИЦУ			
У 86/4.2.1	Действие магнитного поля на прямой проводник с током – сила Ампера	1		
У 87/–	Решение задач – 5	1		
У 88/–	Решение задач – 6	1		
У 89/4.2.2	Действие магнитного поля на рамку с током	1		
У 90/–	Решение задач – 7	1		
У 91/4.2.3	Действие магнитного поля на движущиеся заря- женные частицы – сила Лоренца	1		
У 92/–	Решение задач – 8	1		
У 93/–	Решение задач – 9	1		
4.3.	ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ			
У 94/4.3.1	Явление электромагнитной индукции	1		
У 95/–	Решение задач – 10	1		
У 96/4.3.2	Направление индукционного тока. Правило Ленца	1		
У 97/–	Практическая работа. № 4.1. Изучение явления электромагнитной индукции	1		
У 98/–	Решение задач – 11	1		
У 99/–	Обобщающий урок	1		
У 100/–	МСО-6	1		
У 101/–	БСО-2	1		
У 102/–	Подведение итогов учебного года	1		
	Всего по 4 разделу	28		
	Всего по второму полугодью	51		
	Всего за год	102		

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ РАЗДЕЛА

Раздел “Магнитное поле” посвящен взаимосвязи электрического и магнитного полей, созданию магнитных полей движущимися зарядами, действию магнитных полей на проводники с током и заряженные частицы, а также явлению электромагнитной индукции.

Основные понятия:

- Магнитное поле – это вид материи, создаваемый движущимися электрическими зарядами.
- Вектор магнитной индукции $\vec{B}$ (его единица измерения в системе СИ – тесла, Тл).
- Линии магнитной индукции всегда замкнуты (вихревое поле).
- Правило правой руки (или правило буравчика) – модель, используемая для определения направления магнитного поля проводника с током.
- Сила Ампера – это сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током; она выражается формулой $F_A = IBl \cdot \sin\alpha$. Направление силы Ампера определяется по правилу левой руки.
- Сила Лоренца – это сила, действующая со стороны магнитного поля на движущиеся заряженные частицы; она выражается формулой $F_L = q_0 B v \sin\alpha$. Направление силы Лоренца определяется по правилу левой руки.
- Электромагнитная индукция: изменяющееся магнитное поле создает индукционный ток в замкнутом контуре.
- Закон Ленца: индукционный ток противодействует изменению поля, которое его порождает.

Основные законы и формулы, рассматриваемые в этом разделе:

Сила Ампера	$F = IBl \cdot \sin\alpha; F_{\text{макс}} = IBl (\alpha = 90^\circ)$
Сила Лоренца	$F_L = q_0 B v \cdot \sin\alpha; F_{L\text{макс}} = q_0 B v$
Магнитная индукция	$B = \frac{F_{\text{макс}}}{Il}; [B] = \frac{[F_{\text{макс}}]}{[I][l]} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} = 1 \text{Тл}$
Сила взаимодействия параллельных проводников с током	$F_M = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I_1 I_2 l}{r}$
Силовая характеристика магнитного поля	$B \sim \frac{I}{r}$ (r-расстояние между проводниками)

4.1. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Урок 75/Тема: 4.1.1

ПРИРОДА МАГНИТНОГО ПОЛЯ. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗЕМЛИ

Подстандарты	9-1.3.6. Комментирует результаты важных экспериментов в истории физики. 9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет происхождение магнитного поля на основе гипотезы Ампера. • Комментирует механизм генерации магнитного поля Земли и роль магнитосферы. • Решает различные задачи на происхождение магнитного поля и магнитное поле Земли.
Навыки XXI века	Ученик: • мыслит критически; • работает в группе; • формулирует гипотезы; • участвует в дискуссии; • задает вопросы искусственному интеллекту; • обменивается информацией и обсуждает тему.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочий лист, рабочая тетрадь, постоянный магнит, игла, стеклянный сосуд с водой, пробка, магнитная стрелка, цветная изолента, компьютер, проектор.
Электронные ресурсы	1. https://phet.colorado.edu/ (Magnets and Electromagnets simulyasiyasi). 2. Geodinamo animasiyalari (YouTube: "Earth magnetic field geodynamo"). 3. Fizikadan yeni nəsıl multimedia dərslıyı. 4CD diskindən 4-cü disk. Elektrodinamika. Optika. Atom fizikası. Bakı, Bakınəşr, 2007.

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 6Е. Такой урок состоит из шести этапов.

Напоминание

Вертикальная внутрипредметная интеграция устанавливается, опираясь на знания, полученные при изучении темы "Постоянный магнит и магнитное поле" в учебнике "Физика-7" (часть II).

Мотивация

Рассматривается опыт Эрстеда и организуется обсуждение двух вопросов:

- Может ли электрический ток быть источником магнитного поля?
- Существует ли в природе "магнитный заряд", являющийся источником магнитного поля?

Объяснение

Этот этап проводится с использованием интерактивного метода обучения.

Исследование

Проводится исследование под названием "Какой прибор вы смоделировали?"

Применение

Решается ситуационная задача “Магнитная буря”.

Оценивание

Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая задачи различных видов, представленные в учебнике.

НАПОМИНАНИЕ (≈ 3 мин.)

На данном этапе обеспечивается вертикальная интеграция учебного материала: учащиеся вспоминают тему “Постоянный магнит и магнитное поле”, изученную в курсе физики 7-го класса. Они отмечают, что магниты, изготовленные из материалов, способных длительное время сохранять свои магнитные свойства, называются постоянными магнитами. В пространстве вокруг магнита всегда существует магнитное поле. Области, в которых магнитное поле наиболее сильное, называются магнитными полюсами. Независимо от формы, у всех магнитов есть два полюса: северный (N – от начальной буквы английского слова “North”) и южный (S – от начальной буквы английского слова “South”). Одноименные полюсы взаимодействующих магнитов (S и S или N и N) отталкиваются, а разноименные (N и S) – притягиваются.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

Учитель может еще раз подчеркнуть научное значение эксперимента Эрстеда – одного из фундаментальных экспериментов, с которыми учащиеся познакомились в учебных материалах первого раздела, – и организовать краткое обсуждение в классе вокруг двух вопросов:

- **Может ли электрический ток быть источником магнитного поля?**

Ожидаемый ответ: Вывод, сделанный на основе эксперимента Эрстеда, подтвердил, что да, электрический ток может быть источником магнитного поля.

- **Существует ли в природе “магнитный заряд”, являющийся источником магнитного поля?**

Ожидаемый ответ: “Магнитный заряд”, служащий источником магнитного поля, в природе не существует.

Естественно, выдвинутые учащимися гипотезы будут различаться; однако, как всегда, учитель формулирует исследовательские вопросы, отмечая на доске только ключевые термины этих гипотез.

Исследовательские вопросы

- Каково происхождение магнитного поля?
- Каковы научные концепции, касающиеся возникновения магнитного поля Земли?
- Что такое радиационные пояса Ван Аллена и какую роль они играют в защите человечества?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 21 мин.)

Поскольку учащиеся уже знакомы с понятием магнитного поля, этот этап целесообразно провести с использованием метода “Зигзаг” (Jigsaw). Суть метода хорошо известна: участники групп самостоятельно изучают учебный материал, выступая одновременно в роли и учителя, и ученика. Учитель делит класс на четыре группы, присваивая учащимся номера 1, 2, 3 и 4 (количество групп может меняться в зависимости от числа учеников в классе). Учащиеся с одинаковыми номерами образуют отдельные группы – так называемые “домашние” группы. Затем участники под номером 1 из этих групп садятся за один

стол, под номером 2 – за другой, и так далее (для номеров 3 и 4). Таким образом формируются новые группы, состоящие из “единиц”, “двоек” и т. д.; их называют “экспертными” группами (см. рис. 1).

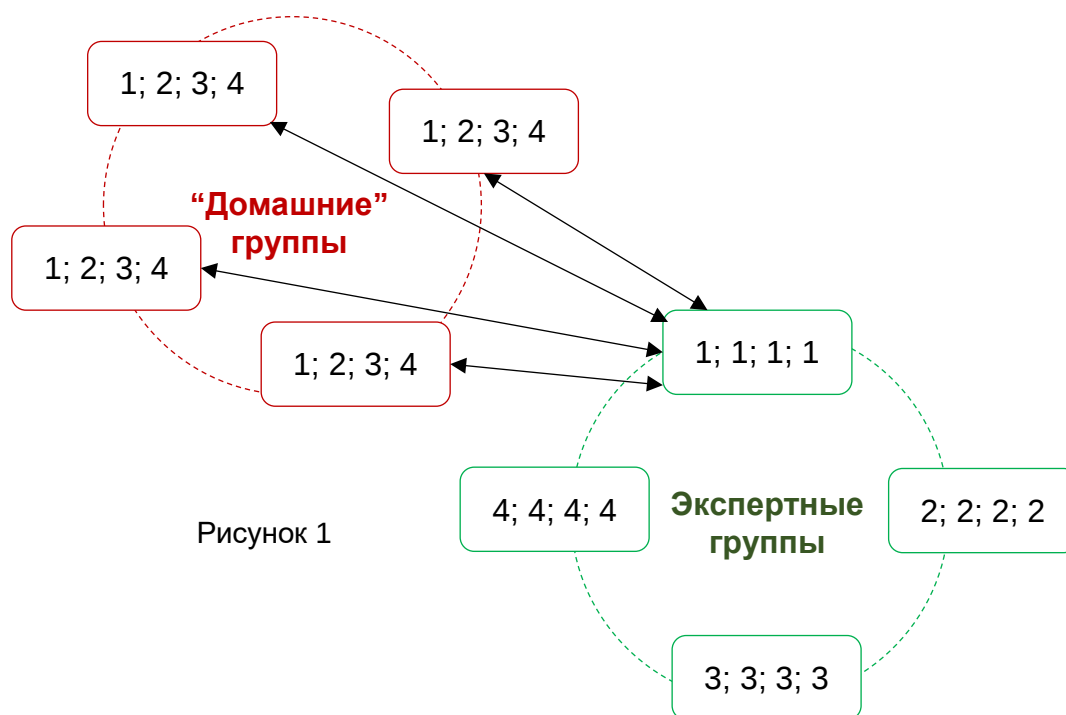


Рисунок 1

Организация деятельности экспертных групп (5 мин.).

Учитель раздает экспертным группам учебный материал – заранее подготовленный и разделенный на четыре части – в виде вопросов, например, следующим образом:

Вопрос к группе экспертов под номером 1, – **В чем заключался эксперимент, проведенный датским ученым Х. Эрстедом в 1820 году с использованием электрического тока и компаса, и какой главный вывод был из него сделан?**

Вопрос к группе экспертов под номером 2, – **В чем суть гипотезы французского физика Андре Ампера о “молекулярных токах” относительно происхождения магнитного поля?**

Вопрос к группе экспертов под номером 3, – **Как возникает магнитное поле Земли?**

Вопрос к группе экспертов под номером 4, – **Что такое магнитосфера Земли и какую роль она играет в защите живых организмов на Земле?**

Учащиеся в экспертных группах читают материал из учебника, связанный с их вопросами, обсуждают его и полностью усваивают содержание. По истечении отведенного времени эксперты возвращаются в свои группы.

Организация работы домашних групп (6 мин.).

Эксперты по очереди разъясняют своим коллегам содержание изученного ими раздела. Например, эксперты по первому вопросу начинают с описания опыта Эрстеда и основного вывода, сделанного на его основе. Затем эксперты по второму вопросу разъясняют суть гипотезы Ампера о “молекулярных токах”, описывая, как возникновение магнитного поля обусловлено элементарными токами, порождаемыми орбитальным движением электронов в атоме (см. рис. 2; рис. 4.1 в учебнике).

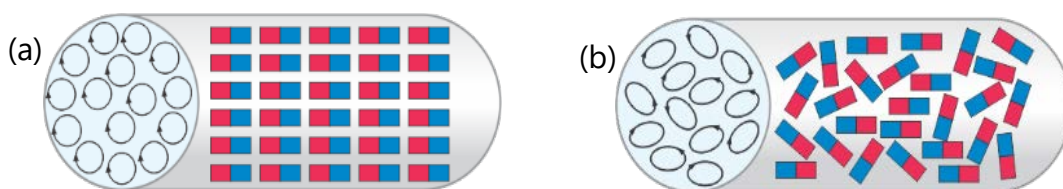


Рисунок 2. Элементарные токи

Эксперты, отвечающие на вопрос 3, разъясняют механизм возникновения магнитного поля Земли в соответствии с современными представлениями (см. рис. 3; рис. 4.2 в учебнике).

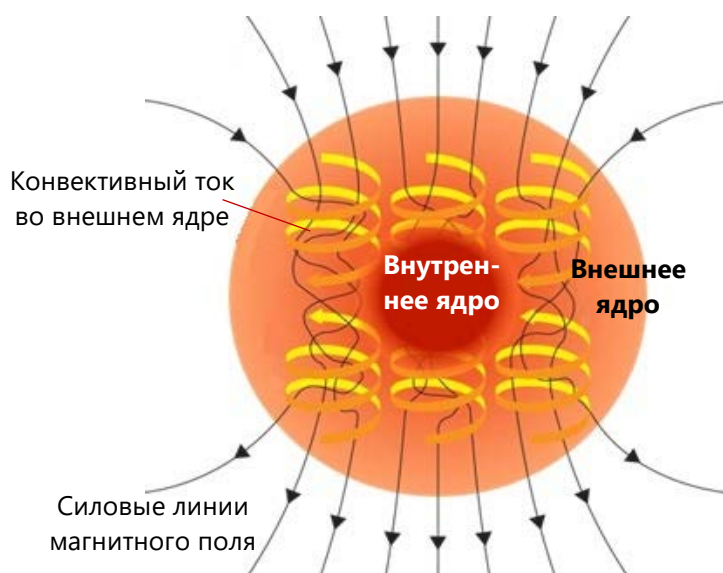


Рисунок 3. Конвективные токи во внешнем ядре
Земли создают магнитное поле планеты

Наконец, эксперты, которым поручено ответить на четвертый вопрос, предоставляют информацию о магнитосфере Земли и ее роли в защите жизни на планете (см. Рисунок 4; Рисунок 4.3 в учебнике).

На основе собранной информации группы создают плакат.

Учитель перемещается между группами, слушая их обсуждения и, при необходимости, направляя их в нужное русло краткими пояснениями.

(a)		
Слой атмосферы	Высота	
Магнитосфера	< 70 000 км	
Ионосфера	Экзосфера	> 1000 км
	Термосфера	150–600 км
	Мезосфера	80 км
	Стратосфера	30 км
	Тропосфера	15 км



Рисунок 4. Магнитосфера Земли

Презентации лидеров групп (по 2 мин. на каждого; всего 8 мин.).

Лидеры представляют свои доклады, опираясь на подготовленные ими презентации (постеры). Поскольку все презентации посвящены одним и тем же вопросам и повторяются несколько раз, ученики действительно усваивают необходимые знания и навыки, касающиеся магнитного поля, магнитосферы Земли и Солнечного “ветра”. Сравнивая различные презентации, ученики делают обобщение и лучше усваивают материал.

Подумай•Обсуди•Поделись

Земля обладает как гравитационным, так и магнитным полем.

Вопрос: Каковы общие свойства этих физических полей?

Ответ. И гравитационное, и магнитное поля существуют за пределами Земли (материи) и действуют на тела на расстоянии. Оба поля создают силу, причем характер этого действия меняется в зависимости от расстояния.

ИССЛЕДОВАНИЕ (≈ 7 мин.)

Осуществляется исследование “Какой прибор вы смоделировали?”. Этот этап включает следующие последовательные шаги:

I. Эксперимент выполняется в группах.

II. Учащиеся знакомятся с ходом выполнения работы.

III. Выполняется само задание.

IV. Проводится обсуждение на основе вопросов, приведенных в учебнике:

- После того как пробку раскрутили и отпустили, в каком направлении установились (уравновесились) кончики иглы на ее поверхности?

Ответ: После того как пробку раскрутили и отпустили, кончики иглы, закрепленной на ней, установились в направлении географических Северного и Южного полюсов Земли (Рисунок 5).

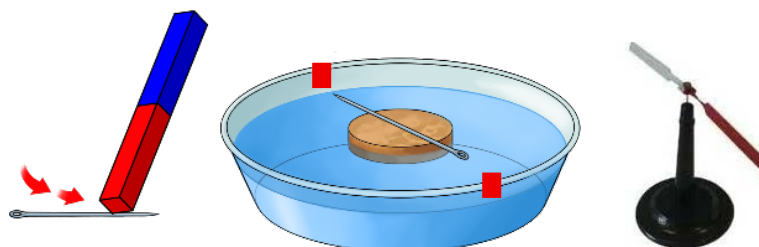


Рисунок 5

- Что вы заметили при сравнении этого направления с направлением магнитной стрелки?

Ответ. Сравнение показало, что направление, в котором уравнивалась игла, совпадало с направлением магнитной стрелки.

- Что вы наблюдали при повторении эксперимента?

Ответ. При повторении эксперимента наблюдался тот же результат.

- Какой вывод вы сделали из эксперимента: какой прибор вы смоделировали?

Ответ. Вывод, сделанный на основе эксперимента, заключается в том, что мы создали модель компаса.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 5 мин.)

Учащиеся применяют полученные знания для решения ситуационной задачи “Магнитная буря”, представленной в учебнике.

Ожидаемые ответы на вопросы, поставленные в задаче, следующие:

Вопрос 1. Ответ. Магнитная буря – это мощное магнитное явление, характеризующееся резким нарушением нормального состояния магнитного поля Земли. Это явление может длиться от нескольких часов до нескольких суток. Магнитные бури возникают в результате взаимодействия магнитного поля Земли с потоком заряженных частиц, исходящим от Солнца.

Процесс протекает следующим образом:

- Поток заряженных частиц, испускаемых Солнцем (солнечный ветер), достигает Земли.
- Во время солнечных вспышек или выбросов массы из короны Солнца этот поток усиливается, и магнитное поле Земли становится не в состоянии полностью нейтрализовать все эти частицы. В результате часть энергии солнечного ветра передается магнитосфере Земли, вызывая ее сжатие, деформацию и возмущение. Это приводит к резким колебаниям магнитного поля Земли – явлению, называемому магнитной бурей.

Вопрос 2. Ответ. Полностью защититься от магнитных бурь сложно, поскольку это явление происходит в космических масштабах и связано с магнитным полем Земли. Однако можно смягчить их воздействие. Например, спутники и электрические системы оснащаются специальными средствами защиты, а за магнитными бурями ведется предварительное наблюдение для своевременного оповещения.

Прямое влияние магнитных бурь на здоровье человека изучено не до конца. Тем не менее, в такие периоды некоторые люди могут испытывать ухудшение самочувствия (например, головные боли, повышение артериального давления, бессонницу, усталость и т. д.).

Вопрос 3. Ответ. Поскольку магнитные бури вызывают колебания магнитного поля Земли, они могут нарушать работу технических систем, функционирование которых основано на электромагнитных явлениях. Например, магнитные бури могут негативно сказываться на спутниковой связи, радио- и мобильных сетях, системах GPS, электросетях и работе космических аппаратов.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

На первом этапе оценивания выполняются задания из раздела «Проверьте полученные знания». Правильные ответы:

1. Вопрос 1. Ответ: С) только 2 и 5 (плоский магнит + круговой ток).

Вопрос 2. Ответ: Научно-исследовательские суда, изучающие магнитное поле Земли, должны быть изготовлены из дерева. Сталь намагнитилась бы и исказила магнитное поле Земли.

Вопрос 3. Ответ: Южный полюс стрелки компаса всегда указывает на географический Северный полюс Земли; то есть С) только 1 и 5 (на географический Южный полюс Земли + на магнитный северный полюс).

Вопрос 4. Ответ: Использование компаса бесполезно вблизи магнитных полюсов и в районах с залежами железной руды, так как в этих областях существуют сильные магнитные поля.

2. Вопрос. Ответ: Молния – это очень сильный электрический ток, создающий вокруг себя мощное магнитное поле. Это поле привело к намагничиванию или перемагничиванию стрелок компасов. В результате полюса некоторых стрелок поменялись местами, из-за чего они стали указывать в направлении, отличном от первоначального.

- На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее разработанных им рубрик.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет происхождение магнитного поля на основе гипотезы Ампера.	Объясняет происхождение магнитного поля на основе гипотезы Ампера своими словами.	Объясняет происхождение магнитного поля на основе гипотезы Ампера, приводя примеры.	Объясняет происхождение магнитного поля на основе гипотезы Ампера проводя анализ.
Комментирование	Комментирует механизм генерации магнитного поля Земли и роль магнитосферы на уровне декларативных знаний.	Осознанно комментирует механизм генерации магнитного поля Земли и роль магнитосферы.	Комментирует механизм генерации магнитного поля Земли и роль магнитосферы, проводя анализ.	Комментирует механизм генерации магнитного поля Земли и роль магнитосферы, оценивая результат.
Решение задач	Решает различные простые задачи на происхождение магнитного поля и магнитное поле Земли.	Решает различные задачи средней степени сложности на происхождение магнитного поля и магнитное поле Земли.	Решает различные задачи высокой степени сложности на происхождение магнитного поля и магнитное поле Земли.	Решает различные задачи высокой степени сложности на происхождение магнитного поля и магнитное поле Земли, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет понятия “индукция магнитного поля” и “линии индукции магнитного поля”. • Решает различные задачи на индукцию магнитного поля.
Навыки XXI века	Ученик: • мыслит критически; • работает в группе; • формулирует гипотезы; • участвует в дискуссии; • задает вопросы искусственному интеллекту; • обменивается информацией и обсуждает тему.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочий лист, рабочая тетрадь, источник тока (выпрямитель), реостат, лампа, амперметр, магнитная стрелка, соединительные провода, компьютер, проектор.
Электронные ресурсы	1. https://phet.colorado.edu/ (Magnets and Electromagnets simul-yasiyasi). 2. https://www.youtube.com/watch?v=dSM_11XkKp4&list=PL-dJNX-FNFtFXcluaxBX4FuTkUntU8tRT&index=1. 3. https://www.youtube.com/watch?v=e6x-2ZDDNWU 4. Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsliyi. 4CD diskindən 4-cü disk. Elektrodinamika. Optika. Atom fizikası. Bakı, Bakınəşr, 2007

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация

В ходе решения качественной экспериментальной задачи, представленной в учебнике, обсуждаются следующие вопросы:

- Какова общая закономерность в узорах, образованных магнитными стрелками и железными опилками в этих экспериментах с плоским магнитом?
- Какие выводы о форме и характеристиках магнитного поля можно сделать из этих наблюдений?

Исследование

Проводится эксперимент “Исследование взаимодействия магнитных полей”.

Объяснение

Для эффективного использования времени этот этап рекомендуется провести в форме устного объяснения.

Применение

Решается качественная задача, основанная на рисунке из учебника.

Оценивание

Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая различные задачи, предложенные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

Представлены эксперименты, демонстрирующие действие плоского магнита на небольшие магнитные стрелки и образование “магнитного спектра”. Учащиеся пытаются объяснить наблюдаемые явления, обсуждая два вопроса:

- Какова общая закономерность в узорах, образованных магнитными стрелками и железными опилками в этих экспериментах с плоским магнитом?

Ожидаемый ответ: Хотя магнитное поле невидимо, его действие можно наблюдать по расположению магнитных стрелок и железных опилок. Эксперимент показывает, что:

- 1) и магнитные стрелки, и железные опилки выстраиваются вдоль определенных линий вокруг постоянного магнита;
- 2) эти линии определяются силовыми характеристиками магнитного поля;
- 3) видимая картина магнитного “спектра” демонстрирует, что магнитные силовые линии располагаются гуще у полюсов магнита и реже – в остальных областях.

- Какие выводы о форме и характеристиках магнитного поля можно сделать из этих наблюдений?

Ожидаемый ответ: Эти закономерности указывают на то, что магнитное поле вокруг магнита имеет определенное направление и пронизывает окружающее пространство. Вблизи полюсов магнитное поле сильнее.

Гипотезы, выдвигаемые учащимися, могут быть ошибочными. Учитель формулирует исследовательские вопросы, записывая на доске ключевые слова из этих гипотез.

Исследовательские вопросы

- Какая величина характеризует действие магнитного поля на помещенные в него тела?
- В каком направлении действует сила, характеризующая магнитное поле, в данной точке этого поля?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 14 мин.)

На данном этапе проводится эксперимент “Исследование взаимодействия магнитных полей”. Этот этап рекомендуется организовать следующим образом:

- I. Учащиеся делятся на группы в зависимости от количества имеющихся комплектов оборудования.
- II. Учащимся предоставляется время для ознакомления с ходом работы (≈ 3 мин.).
- III. Проводится обсуждение условий эксперимента (≈ 3 мин.):

Учитель: Какой комплект оборудования следует использовать для проведения эксперимента?

Учащиеся перечисляют комплект оборудования (см. рис. 1).

Учитель: По какой схеме следует собрать электрическую цепь?

Одного из учеников просят нарисовать схему на доске (см. рис. 2).

Учитель: Как начинается эксперимент после сборки электрической цепи?

Учитель: Какие изменения вносятся в цепь во время эксперимента для проведения исследования?

Учитель: Как завершается эксперимент?

IV. Выполнение задания (≈ 4 мин.).

Примечание! Если имеется только один комплект оборудования, эксперимент проводит сам учитель.

V. Проводится обсуждение следующих вопросов из учебника (≈ 4 мин.):

1. Что наблюдалось при приближении магнитной стрелки к проводнику с током?

Ответ. При приближении магнитной стрелки к цепи с током наблюдалось, что она устремлялась в определенном направлении.

2. Как реагировала магнитная стрелка на изменение направления тока в цепи?

Ответ. При изменении направления тока в цепи магнитная стрелка поворачивалась, и ее полюса располагались в противоположном направлении.

3. Какие изменения наблюдались со стрелкой при увеличении и уменьшении тока в цепи, а также при удалении магнитной стрелки от проводника и приближении к нему?

Ответ. Увеличение силы тока в цепи усиливает реакцию магнитной стрелки, а уменьшение – ослабляет ее. Приближение стрелки к проводнику усиливает реакцию, а удаление – ослабляет его.

4. Что произошло с направлением магнитной стрелки при размыкании цепи?

Ответ. При размыкании цепи магнитная стрелка меняет направление в соответствии с географическими полюсами Земли.

5. Какой вывод можно сделать из эксперимента? Сформулируйте свою гипотезу.

Ответ. Чем больше сила тока и чем ближе стрелка к проводнику, тем сильнее действие магнитного поля. Действие магнитного поля, создаваемого электрическим током, зависит как от силы тока, так и от расстояния до проводника с током.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 15 мин.)

Рекомендуется построить данный этап в следующей последовательности:

1. Силовая характеристика магнитного поля. Опираясь на результаты эксперимента, проведенного в ходе объяснения нового материала, учитель отмечает, что силовая характери-



Рисунок 1

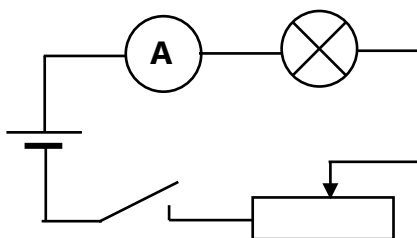


Рисунок 2

стика магнитного поля выражается физической величиной, называемой магнитной индукцией. Это векторная величина, обозначаемая буквой $\vec{B}$; ее единицей измерения в системе СИ является тесла (1 Тл).

Продолжая объяснение, учитель указывает, что эксперимент также продемонстрировал зависимость действия магнитного поля (а именно его индукции) на произвольном расстоянии r от участка цепи с током I от этих величин. На доске записывается соотношение $B \sim \frac{I}{r}$.

Однако учитель представляет эту зависимость не просто как математическую формулу, а как качественную закономерность:

- при увеличении силы тока магнитное поле усиливается: $B \sim I$;
- при увеличении расстояния от проводника магнитное поле слабеет: $B \sim \frac{1}{r}$.

Преследуемая здесь цель – не заставить учащихся заучить формулу, а сформировать понимание причинно-следственной связи.

2. Направление вектора индукции магнитного поля. Основная проблема на данном этапе заключается в том, что учащиеся путают взаимосвязь между понятиями “магнитная стрелка”, “вектор индукции” и “линия индукции”. Поэтому наиболее эффективный методический подход к решению этой проблемы — изложение учебного материала в следующей последовательности:

- Сначала демонстрируется магнитная стрелка и определяется направление, на которое указывает ее северный полюс.
- Затем отмечается, что вектор магнитной индукции направлен так же, как и северный полюс магнитной стрелки (рис. 3, а).

Таким образом, ученик связывает понятие “вектор индукции” с реальным наблюдением.

- Далее вводится понятие «линий индукции магнитного поля». Главная цель здесь – добиться того, чтобы учащиеся усвоили следующие положения:

- ✓ линии индукции магнитного поля указывают направление поля;
- ✓ линии замкнуты;
- ✓ линии не пересекаются;
- ✓ магнитное поле сильнее там, где линии расположены гуще.

На этом этапе демонстрируется опыт по визуализации “магнитного спектра” с помощью железных опилок. Отмечается, что, хотя само магнитное поле невидимо, его строение можно описать с помощью магнитных силовых линий (или линий индукции магнитного поля). Дается определение:

- Линии индукции магнитного поля – это такие линии магнитного поля, касательная к которым в любой точке совпадает с направлением вектора магнитной индукции $\vec{B}$ в этой точке (рис. 3, б).

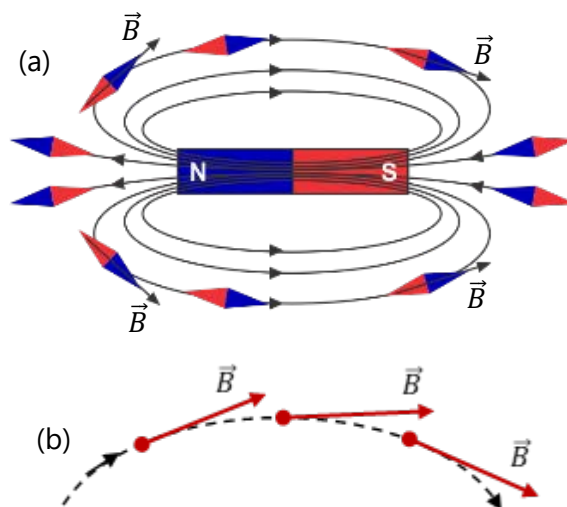


Рисунок 3. Вектор индукции магнитного поля.

“Цепочки”, образованные магнитными стрелками в магнитном поле, повторяют форму линий магнитной индукции. Вне магнита линии магнитной индукции выходят из его северного полюса и входят в его южный полюс. Внутри магнита линии магнитной индукции продолжаются и замыкаются.

- Магнитное поле является вихревым: линии индукции поля всегда замкнуты, то есть у них нет ни начала, ни конца.

Внимание! Серьезная методическая трудность для учителя заключается в том, что некоторые учащиеся ошибочно воспринимают магнитное поле как материальную “систему линий”. Поэтому учителю необходимо подчеркнуть, что линии индукции магнитного поля – это не реальные железные опилки или провода, а определённая модель, используемая для представления магнитного поля.

3. Понятие “однородное магнитное поле” разъясняется на примере подковообразного магнита. Задача учителя – подвести учащегося к следующему правильному выводу:

– Если линии индукции магнитного поля параллельны и расположены на равном расстоянии друг от друга, то действие поля в каждой точке одинаково.

Итоговый методический вывод

К завершению изучения темы учащийся должен прийти к следующему общему выводу:

– Индукция магнитного поля – это фундаментальная физическая величина, характеризующая силовое действие магнитного поля, причем ее значение зависит от силы тока и расстояния.

Подумай•Обсуди•Поделись

- Чем магнитное поле отличается от электростатического поля? Перечислите два отличия.

Ожидаемые варианты ответа:

1. Электростатическое поле создается неподвижными электрическими зарядами, тогда как магнитное поле порождается движущимися зарядами или электрическим током.
2. Электростатическое поле действует с силой на электрические заряды, в то время как магнитное поле действует с силой на магниты и движущиеся заряды.
3. Силовые линии электростатического поля начинаются на положительном заряде и заканчиваются на отрицательном, тогда как линии магнитной индукции образуют замкнутые линии.
4. Электростатическое поле возникает вокруг заряженных тел, а магнитное поле – вокруг магнитов и проводников с током.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 5 мин.)

Решается качественная задача, представленная в учебнике. Учащиеся рассматривают “фотографии” плоских магнитов без маркировки (рис. 4).

Магнитная стрелка направлена к магниту 1 своим южным полюсом. На обоих рисунках один и тот же полюс одного и того же магнита обозначен цифрой “2”.

Вопрос. Какие из следующих утверждений верны?
а – Магнитное действие магнита зависит от материала, из которого он изготовлен.

б – На рисунке А магнит 1 направлен к магниту 2 своим северным полюсом.

с – На рисунке А магниты 1 и 2 повернуты друг к другу одноименными полюсами.

д – На рисунке В магнит 3 направлен к магниту 2 своим южным полюсом.

е – На рисунке В магниты 2 и 3 повернуты друг к другу одноименными полюсами.

ф – Сила взаимодействия между магнитами зависит от расстояния между ними.

Ответ: а, б, д, ф.

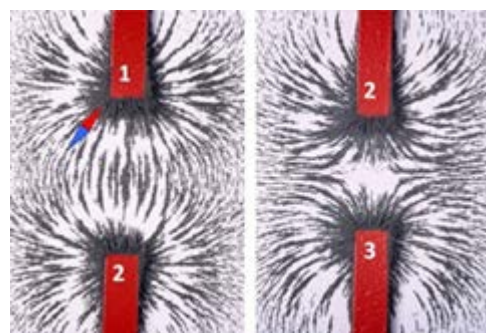


Фото А

Фото В

Рисунок 4

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

На первом этапе оценивания выполняются задания из блока “Проверьте полученные знания”. Правильные ответы таковы:

1. Ответ. Согласно гипотезе “молекулярных токов”, в таких веществах, как дерево, стекло и пластилин, плоскости элементарных токов направлены хаотично; вследствие этого магнитные поля, создаваемые этими токами, компенсируют друг друга.

2. Вопрос 1. Ответ. Поскольку в точке Х линии магнитной индукции расположены гуще, северный полюс другого магнита испытывает там более сильное воздействие.

Вопрос 2. Ответ. Сила в точке Y направлена вверх.

3. Вопрос 1. Ответ. Если увеличить силу тока в два раза, индукция магнитного поля также увеличится в два раза (согласно выражению $B \sim \frac{I}{r}$).

Вопрос 2. Ответ. Индукция магнитного поля максимальна на расстоянии 2 мм (согласно выражению $(B \sim \frac{1}{r})$).

- На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее разработанных им рубрик.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет понятия "индукция магнитного поля" и "линии индукции" магнитного поля".	Осознанно объясняет понятия "индукция магнитного поля" и "линии индукции" магнитного поля".	Объясняет понятия "индукция магнитного поля" и "линии индукции" на основе анализа.	Объясняет понятия "индукция магнитного поля" и "линии индукции", проводя обобщения.
Решение задач	Решает различные простые задачи на индукцию магнитного поля.	Решает различные задачи средней степени сложности на индукцию магнитного поля.	Решает различные задачи высокой степени сложности на индукцию магнитного поля.	Решает различные задачи высокой степени сложности на индукцию магнитного поля, оценивая результат.

Урок 77/Тема:

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет природу магнитного поля, магнитное поле Земли и индукцию магнитного поля. • Решает различные виды задач на природу магнитного поля, магнитное поле Земли и магнитную индукцию.
Навыки XXI века	Ученик: • мыслит критически; • работает в группе и сотрудничает; • формулирует гипотезы; • обменивается информацией и обсуждает тему; • выступает с презентацией.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочий лист, рабочая тетрадь, компьютер, проектор (или интерактивная доска).

Краткий план урока

Рекомендуется организовать урок с использованием интерактивного метода обучения и спланировать его следующим образом:

1. Формирование групп и распределение заданий.
2. Обмен информацией и обсуждение в группах.
3. Презентация.
4. Обобщение.
5. Оценивание.

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ (≈ 6 мин.)

В зависимости от общего числа учащихся в классе, произвольно формируются группы по 4–5 человек. Группам раздаются заранее подготовленные учителем дидактические рабочие листы. Каждый лист содержит три задания. Рекомендуется подбирать задания в виде практических качественных и количественных ситуационных задач. Ниже приведен пример таких заданий.

Лист №1

1. Даны два случая:

А. В проводнике нет электрического тока.

В. В проводнике есть электрический ток.

Рядом с проводником помещают компас.

Вопрос 1. Как будет “вести себя” стрелка компаса в каждом из этих случаев?

Вопрос 2. Какой вывод можно сделать, сравнив «поведение» стрелки компаса в этих двух случаях?

2. Что такое линии магнитной индукции?

3. Магнитное поле невидимо, но его картину можно представить с помощью магнитных силовых линий. Силовая характеристика магнитного поля выражается векторной физической величиной, называемой магнитной индукцией.

Вопрос. Как направлен вектор магнитной индукции в точках L, M и N соответственно для линий магнитного поля, показанных на рисунке? Обозначьте вектор на схеме.

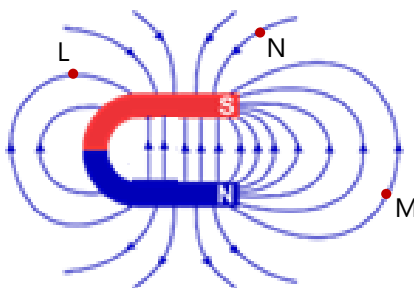


Рисунок 1

Лист №2

1. Что принимают за направление вектора магнитной индукции?

2. Обведите соответствующие слова или фразы.

Через произвольную точку магнитного поля можно провести только одну индукционную линию/две индукционные линии. Вектор магнитной индукции в любой точке пространства может быть направлен в разных направлениях /только в определенном направлении. Линии магнитной индукции пересекаются в некоторых случаях /никогда не пересекаются.

3. На рисунке изображены магнитное поле Земли и “солнечный ветер”. Большинство частиц, составляющих “солнечный ветер”, меняют направление, прежде чем достигнут поверхности Земли. Однако определенная часть частиц все же достигает поверхности, негативно влияя на здоровье некоторых людей.

Вопрос 1. Что заставляет частицы менять направление, прежде чем достичь поверхности Земли?

Вопрос 2. Какие частицы отклоняются от поверхности Земли, а какие достигают ее? Обоснуйте свой ответ.

Вопрос 3. Представьте, что магнитное поле Земли внезапно исчезает. Какие проблемы могут возникнуть в природе и технике? Перечислите две проблемы.



ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ И ОБСУЖДЕНИЕ В ГРУППАХ (≈ 14 мин.)

Учащиеся обмениваются информацией, совместно обсуждают и решают задачи, обосновывают свои ответы и создают постеры. Учитель объявляет время, отведенное группам на выполнение задания и подготовку постера.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈16 мин.)

Объявляется, что на выступления руководителей групп отводится определенное время (например, ≈ 4 мин. на каждое выступление, всего ≈ 16 мин.). Заслушиваются презентации, а учитель и другие участники групп при необходимости задают выступающему вопросы.

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 5 мин.)

Учитель завершает презентации обобщающими вопросами:

Учитель: В чем заключается суть гипотезы о “молекулярных токах”, предложенной для объяснения происхождения магнитного поля?

Учитель: Что такое магнитное поле?

Учитель: Какой слой атмосферы Земли называют магнитосферой?

Учитель: Какое направление принимают за направление вектора индукции магнитного поля?

Учитель: Какие линии называются линиями магнитной индукции?

Учитель: От чего и как зависит индукция магнитного поля тока?

Учитель: Какое магнитное поле называют однородным?

Учитель: В чем сходство и различия между электростатическим и магнитным полями?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет природу магнитного поля, магнитное поле Земли и индукцию магнитного поля.	Осознанно объясняет природу магнитного поля, магнитное поле Земли и индукцию магнитного поля.	Объясняет природу магнитного поля, магнитное поле Земли и индукцию магнитного поля, приводя примеры.	Объясняет природу магнитного поля, магнитное поле Земли и индукцию магнитного поля на основе анализа.

Решение задач	Решает различные простые задачи на природу магнитного поля, магнитное поле Земли и индукцию магнитного поля.	Решает различные виды задач средней степени сложности на природу магнитного поля, магнитное поле Земли и индукцию магнитного поля.	Решает различные виды задач высокой степени сложности на природу магнитного поля, магнитное поле Земли и индукцию магнитного поля.	Решает различные виды задач высокой степени сложности на природу магнитного поля, магнитное поле Земли и индукцию магнитного поля, оценивая результат.
----------------------	--	--	--	--

Урок 78 / Тема: 4.1.3

МАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ ПРЯМОГО ПРОВОДНИКА С ТОКОМ

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет, что направление линий магнитной индукции прямого проводника с током зависит от направления тока. • Определяет направление вектора магнитной индукции прямого проводника с током, используя условные модели. • Решает различные задачи на магнитное поле прямого проводника с током.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программное обеспечение на базе искусственного интеллекта; • выполняет практические задания по теме и представляет их результаты; • мыслит критически; • задает вопросы, участвует в дискуссиях и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, лабораторный комплект "Магнитное поле", источник постоянного тока, гальванометр, реостат, ключ, железный порошок, магнитные стрелки (4–5 штук), соединительные провода, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=mePUvqc48bY 2. https://www.youtube.com/watch?v=o7HiTquq9x8 3. https://fizikdersi.gen.tr/sinir-acisi-tam-yansima-nedir/#google_vignette

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E – то есть состоящим из пяти этапов. В соответствии с темой урок должен строиться в следующей последовательности: наблюдение → эксперимент → модель → правило → применение.

Мотивация

Предлагается ситуация, требующая определения направления магнитной индукции вокруг прямого проводника с током.

Исследование (Деятельность)

Учащиеся исследуют магнитное поле вокруг проводника с током, используя железный порошок или компас.

Объяснение

Учитель объясняет новый материал, используя метод устного изложения.

Применение

Учащиеся определяют направление векторов магнитной индукции в точках вблизи двух заданных прямых проводников с током.

Оценивание

1. Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая задачи различных типов из учебника.
2. Учитель оценивает работу учащихся на протяжении всего урока по заранее подготовленным рубрикам оценивания.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

Этот этап можно провести через решение качественной задачи, представленной в учебнике. Ученики высказывают свои гипотезы относительно направления магнитной индукции вокруг проводника с током, изображенного в плоскости рисунка, обсуждая при этом следующий вопрос.

Вопрос. Как направлена магнитная индукция в "верхней" и "нижней" частях проводника с током, расположенного в плоскости изображения, а также в воздухе между проводником и наблюдателем?

Ожидаемый ответ. В "верхней" части проводника с током, расположенного в плоскости рисунка, вектор индукции направлен из плоскости к наблюдателю; в "нижней" части он направлен перпендикулярно от наблюдателя в плоскость рисунка; а в воздухе между проводником и наблюдателем он направлен перпендикулярно к земле (см. рисунок 1).

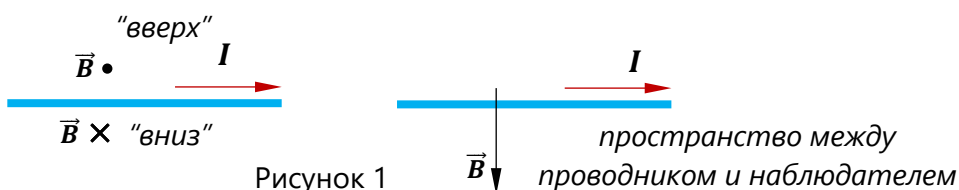


Рисунок 1

Разумеется, учитель не комментирует правильность или ошибочность гипотез, выдвинутых учащимися. Вместо этого он просто записывает на доске ключевые слова из этих гипотез. К концу урока учащиеся сами уверенно определяют, какая из предложенных гипотез верна. После этого формулируются исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы

- Как располагаются линии магнитной индукции вокруг прямого проводника с током?
- Как определяется направление вектора магнитной индукции прямого проводника с током?

ИССЛЕДОВАНИЕ (≈ 17 мин.)

Проводится исследование на тему "Линии магнитной индукции прямого проводника с током". Этап организован в следующей последовательности:

I. Учащиеся делятся на группы в соответствии с количеством имеющихся комплектов оборудования.

II. Учащиеся знакомятся с комплектом оборудования и порядком выполнения работы. На это отводится определенное время (≈ 4 мин.).

III. Проводится обсуждение хода работы (≈ 4 мин.):

Учитель: Какой комплект оборудования будет использован для выполнения задания?

Учитель: С чего следует начать выполнение работы?

Учитель: Что нужно сделать после сборки цепи по схеме?

Учитель: Как необходимо продолжить эксперимент, чтобы можно было наблюдать форму линий магнитного поля прямого проводника с током?

Учитель: Чем будет заменен железный порошок на следующем этапе эксперимента?

Учитель: Как завершится эксперимент?

IV. Выполняется задание. Объявляется время, отведенное на его выполнение (≈ 6 мин.).

V. Проводится обсуждение на основе вопросов, приведенных в учебнике (≈ 3 мин.).

Учащиеся отвечают на вопросы, опираясь на первоначальные наблюдения, однако окончательный и правильный вывод формулируется на следующем этапе урока. Учитель, не оценивая ответы напрямую, направляет учащихся к правильному выводу.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 15 мин.)

Учитывая теоретическую и практическую значимость темы, а также для обеспечения эффективного использования учебного времени, рекомендуется проводить этот этап с использованием метода “устного объяснения” преподавателя.

Таким образом, построение учебного процесса обучения на раскрытии следующих пунктов позволит учащимся лучше понять причинно-следственные связи явления:

1. Исследование формы магнитного поля.

На основе исследования отмечается, что силовые линии магнитного поля расположены в виде кругов вокруг проводника.

Здесь преподаватель не дает готовую информацию, а ведет диалог посредством вопросов, основанных на наблюдениях учащихся:

Учитель: Почему силовые линии магнитного поля прямого проводника с током не прямые? Почему они расположены по кругу вокруг проводника?

Учитель: В какой области силовые линии магнитного поля прямого проводника с током расположены наиболее плотно?

Этот этап помогает учащимся лучше воспринимать магнитное поле как физическую реальность, “невидимую, но наблюдаемую”.

2. Определение направления вектора магнитной индукции прямого проводника с током – правило правого винта или правило правой руки.

Следует отметить, что преподавание этой темы не будет особенно сложным с методической точки зрения, поскольку ученики уже знают, что вектор магнитной индукции в данной точке совпадает с направлением, на которое указывает северный полюс магнитной стрелки.

Однако, независимо от того, расположен ли прямолинейный проводник с током в пространстве или в плоскости рисунка, существуют простые правила, позволяющие определить направление вектора магнитной индукции в любой точке вокруг него без использования магнитной стрелки. Эти правила не следует заучивать механически.

Сначала учащихся знакомят с конкретным наблюдением: при изменении направления тока меняется и направление создаваемого им магнитного поля. И лишь после этого вводятся сами правила.

• **Правило правого винта.** Если поступательное движение правостороннего буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения рукоятки буравчика будет указывать направление вектора магнитной индукции, создаваемого этим током (рис. 2).

Преимущество этого правила заключается в том, что оно дает более наглядное представление о вихревом характере поля.

• **Правило правой руки для прямого проводника с током.** Если мысленно обхватить прямой проводник с током правой рукой так, чтобы отогнутый большой палец указывал направление тока, то четыре согнутых пальца укажут направление линий магнитной индукции магнитного поля (рис. 3).

3. Условные обозначения электрического тока и вектора индукции на схемах.

Внимание учащихся обращается на то, что если прямой проводник с током расположен перпендикулярно плоскости рисунка, то его направление обозначается следующим образом:

- если электрический ток направлен перпендикулярно плоскости рисунка от нас, то его направление обозначается знаком “ $\times$ ” внутри окружности. В этом случае индукция магнитного поля направлена по часовой стрелке (рисунк 4);
- Если электрический ток направлен перпендикулярно плоскости рисунка к нам, то его направление обозначается знаком “ $\bullet$ ” (точка) внутри окружности. В этом случае индукция магнитного поля направлена против часовой стрелки (рис. 5).

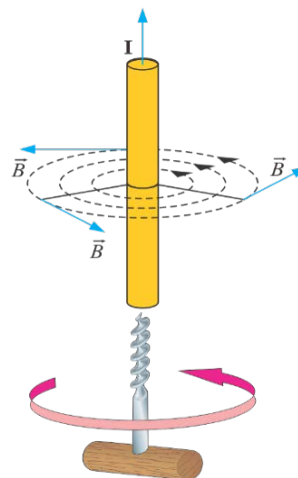


Рисунок 2



Рисунок 3

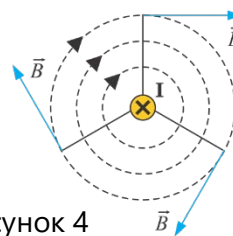


Рисунок 4

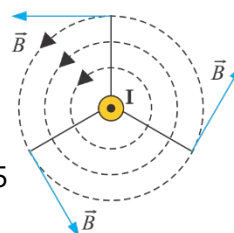


Рисунок 5

Магнитные поля, линии индукции которых перпендикулярны плоскости рисунка, изображаются на схемах с помощью знаков “точка” и “крестик”. Если представить вектор магнитной индукции в виде стрелки (рис. 5), то линии магнитной индукции, направленные перпендикулярно плоскости рисунка к наблюдателю, обозначаются точкой (как если бы мы видели острие стрелки). Линии индукции магнитного поля, направленные перпендикулярно от нас за плоскость рисунка, обозначаются крестиком (как если бы мы видели оперение удаляющейся стрелки) (см. рис. 5). Например, для магнитного поля, создаваемого

мого током, направленным в плоскость рисунка, линии индукции справа и слева от проводника обозначаются точкой и крестиком в зависимости от направления тока (рис. 6). Эти обозначения определяются по правилу буравчика или правилу правой руки.



Рисунок 5. Условное обозначение направления вектора индукции в плоскости рисунка.

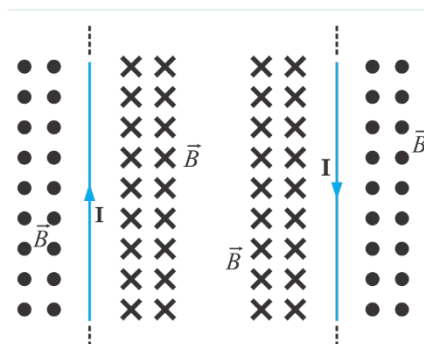


Рисунок 6. Направление вектора магнитной индукции в плоскости рисунка справа и слева от прямого проводника, по которому протекает ток.

Подумай•Обсуди•Поделись

Ток в прямом проводнике направлен из плоскости рисунка к нам.

Вопрос: Если рядом с проводником поместить компас, как расположится его магнитная стрелка?

Ответ. Магнитная стрелка компаса, помещенная рядом с проводником, расположится по направлению магнитного поля — то есть по касательной против часовой стрелки (см. рисунок 7).

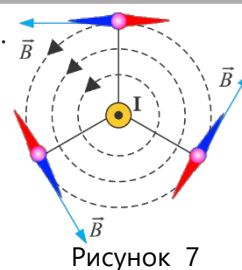


Рисунок 7

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

На этом этапе рекомендуется решить качественную задачу с использованием схемы, приведенной в учебнике. Ответы на поставленные к задаче вопросы следующие:

Вопрос 1. Ответ. На основании правила правой руки установлено, что над проводником (относительно плоскости рисунка) вектор магнитной индукции направлен перпендикулярно плоскости «к нам» ($\bullet$). Под проводником он направлен перпендикулярно плоскости «от нас» ($\times$) (рис. 8).

Вопрос 2. Ответ. Ток направлен из плоскости рисунка «к нам». Согласно правилу правой руки, вектор магнитной индукции направлен по касательной к линиям магнитной индукции, проходящим через соответствующие точки, — против часовой стрелки (см. рис. 9).

Вопрос 3. Ответ. Известно, что индукция магнитного поля обратно пропорциональна расстоянию: $B \sim \frac{1}{r}$. Это означает, что магнитная индукция максимальна в точке, наиболее близкой к источнику магнитного поля — в данном случае к проводнику с током. Следовательно, магнитная индукция максимальна в точке 3, так как она находится ближе всего к проводнику.

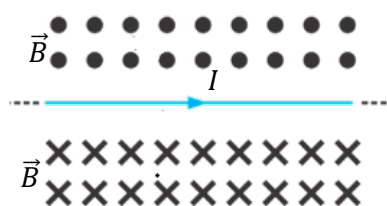


Рисунок 8

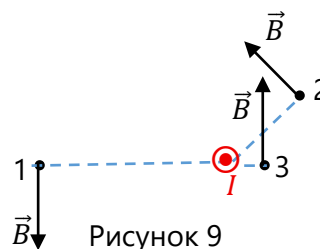


Рисунок 9

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

На первом этапе оценивания выполняются задания из блока “Проверьте полученные знания”. Правильные ответы приведены ниже:

1. Вопрос 1. Ответ. Согласно правилу правой руки, вектор магнитной индукции в точке М направлен из плоскости рисунка к нам (см. рисунок 10).

Вопрос 2. Ответ. В пространстве между проводником и наблюдателем вектор магнитной индукции направлен влево.

Вопрос 3. Ответ. Согласно правилу правой руки, вектор магнитной индукции в точке N направлен перпендикулярно от нас в плоскость рисунка (см. рисунок 10).

2. Ответ. Проводник с током, расположенный перпендикулярно плоскости рисунка, направлен либо от наблюдателя (перпендикулярно плоскости), либо к наблюдателю (из плоскости). В первом случае ток обозначается знаком “x” внутри окружности, а во втором – знаком “•” внутри окружности. Применяв правило буравчика, можно легко определить, что правильными изображениями на данных схемах являются те, которые обозначены цифрами 3 и 5 (см. рисунок 11).

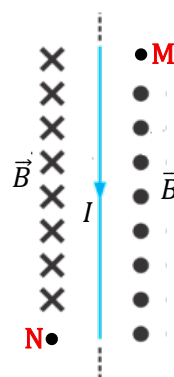


Рисунок 10

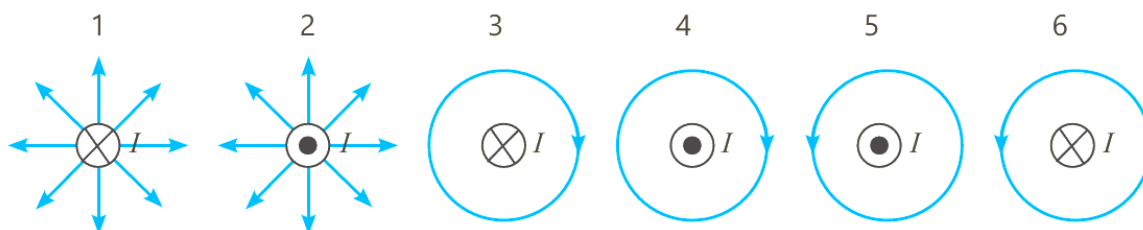


Рисунок 11

• На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее разработанных им рубрик.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет, что направление линий магнитной индукции прямого проводника с током зависит от направления тока.	Объясняет, что направление линий магнитной индукции прямого проводника с током зависит от направления тока своими словами.	Приводя примеры, объясняет, что направление линий магнитной индукции прямого проводника с током зависит от направления тока.	Проводя анализ, объясняет, что направление линий магнитной индукции прямого проводника с током зависит от направления тока.
Определение	Формально определяет направление вектора магнитной индукции прямого проводника с током, используя условные модели.	Осознанно определяет направление вектора магнитной индукции прямого проводника с током, используя условные модели.	Приводя примеры, определяет направление вектора магнитной индукции прямого проводника с током, используя условные модели.	Анализируя, определяет направление вектора магнитной индукции прямого проводника с током, используя условные модели.

Решение задач	Решает различные простые задачи на магнитное поле прямого проводника с током.	Решает различные задачи средней степени сложности на магнитное поле прямого проводника с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитное поле прямого проводника с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитное поле прямого проводника с током, оценивая результат.
---------------	---	---	---	---

Урок 79/Тема:

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет магнитную индукцию прямого проводника с током на основе анализа. • Решает различные задачи на магнитную индукцию прямого проводника с током.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • взаимодействует с другими; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает задачи (качественно или количественно); • проверяет результат и выступает с презентацией.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочий лист, изображение (рисунок магнитного поля), схема правила правой руки.

Краткий план урока

Поскольку предложенная задача носит качественный характер, ее решение осуществляется в два этапа: изучение текста задачи и анализ самой задачи.

Изучение текста задачи. Этот этап включает следующие последовательные шаги:

1. Чтение текста задачи.
2. Обсуждение текста задачи со всем классом.
3. Изучение краткого содержания задачи.

Анализ задачи. Фронтальный опрос по теме, к которой относится задача, и анализ хода ее решения.

Оценивание. Результаты работы учащихся оцениваются индивидуально на основе разработанных ранее рубрик оценивания.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 6 мин.)

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Сначала текст задачи один раз читает учитель, а затем его читает вслух ученик.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть II, с. 36, № 5). На рисунке 5 изображены четыре прямых проводника с током и вероятные направления векторов их магнитной индукции.

Вопрос 1. Какой вариант ответа правильно описывает направление вектора магнитной индукции прямого проводника с током? Обоснуй свой ответ.

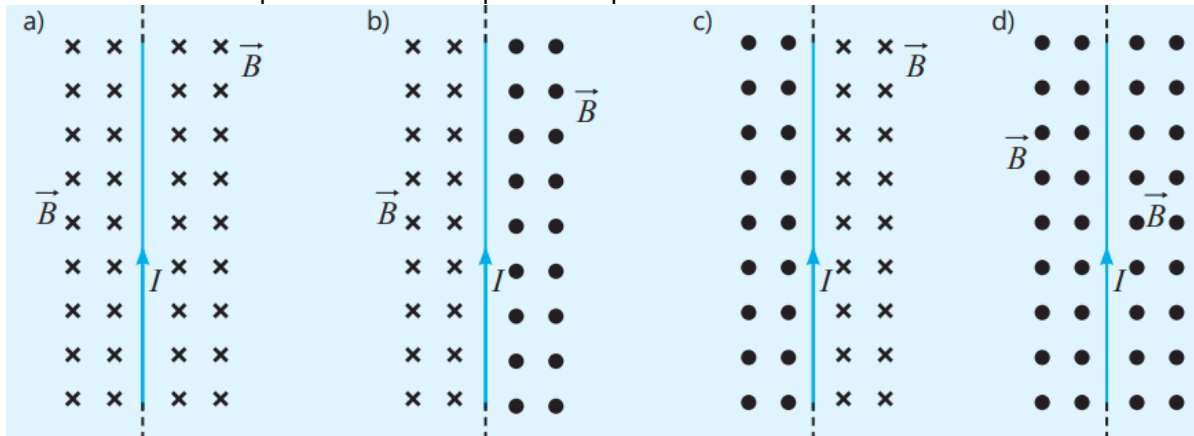
Вопрос 2. Изменится ли ответ, если изменить направление тока на противоположное? Обоснуй свой ответ.

2. Опрос по условию задачи. Проводится фронтальный опрос по содержанию задачи.

Учитель: Что изображено на рисунке?

Ученик: На рисунке показаны четыре прямых проводника с током и возможные направления векторов их магнитной индукции.

Учитель: О чем спрашивается в первом вопросе?



Ученик: В первом вопросе нужно определить, на каком из вариантов правильно показано направление вектора магнитной индукции прямого проводника с током.

Учитель: О чем спрашивается во втором вопросе?

Ученик: Во втором вопросе спрашивается, изменится ли ответ, если поменять направление тока на противоположное.

3. Изучение краткого содержания задачи. Ученик своими словами пересказывает условие задачи.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 8 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по изучаемой теме.

Учитель: Какое правило удобно использовать для определения направления вектора магнитной индукции прямого проводника с током?

Ученик: Для определения направления вектора магнитной индукции прямого проводника с током удобно использовать правило правой руки или правило буравчика.

Учитель: Что гласит правило правой руки для определения направления вектора магнитной индукции прямого проводника с током?

Ученик: Правило правой руки для определения направления вектора магнитной индукции прямого проводника с током гласит: *если мысленно обхватить прямой проводник с током правой рукой так, чтобы отогнутый большой палец указывал направление тока, то четыре согнутых пальца укажут направление линий индукции магнитного поля.*

Учитель: А что гласит правило буравчика?

Ученик: Правило буравчика гласит: *если поступательное движение правостороннего буравчика совпадает с направлением тока в проводнике, то направление вращения рукоятки буравчика будет указывать направление вектора магнитной индукции, создаваемого этим током.*

Учитель: Как направление электрического тока обозначается условным знаком на рисунках?

Ученик: Условное обозначение электрического тока на рисунках выглядит следующим образом:

– если направление электрического тока перпендикулярно плоскости рисунка и направлено от нас, оно обозначается крестиком $\otimes$;

– если направление электрического тока перпендикулярно плоскости рисунка и направлено к нам, оно обозначается точкой $\odot$.

Учитель: А как на рисунках обозначается направление вектора магнитной индукции?

Ученик: Вектор магнитной индукции на схемах обозначается следующим образом:

– если вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости рисунка и направлен к наблюдателю, он обозначается точкой ($\bullet$);

– если вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости рисунка и направлен от наблюдателя, он обозначается крестиком ($\times$).

Учитель: Если применить “правило правой руки” к изображению четырех прямых проводников с током, приведенному в условии задачи, то в каком случае направление линий магнитной индукции показано верно?

Ученик: Если применить “правило правой руки” к изображению четырех прямых проводников с током, приведенному в условии задачи, то магнитная индукция верно показана в варианте с).

Примечание 1. Используя этот подход, на уроке можно решить несколько качественных задач.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет магнитную индукцию прямого проводника с током на основе анализа.	Осознанно объясняет магнитную индукцию прямого проводника с током на основе анализа.	Объясняет магнитную индукцию прямого проводника с током на основе анализа, приводя примеры.	Объясняет магнитную индукцию прямого проводника с током на основе анализа, проводя обобщение.
Решение задач	Решает различные простые задачи на магнитную индукцию прямого проводника с током.	Решает различные задачи средней степени сложности на магнитную индукцию прямого проводника с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитную индукцию прямого проводника с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитную индукцию прямого проводника с током, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током. 9-3.2.2. Объясняет индукцию магнитного поля катушки с током.
Цели обучения	- Исследует магнитное поле кругового проводника с током и катушки с током (соленоида). - Решает различные задачи на магнитное поле кругового проводника с током и катушки с током (соленоида).
Навыки XXI века	Ученик: - использует интерактивные симуляции (PhET и др.); - выполняет лабораторные работы по теме (с использованием железных опилок и магнитной стрелки) и представляет результаты; - мыслит критически (сравнивает магнитные поля прямого проводника и проводника в форме кольца, исходя из их геометрической структуры); - задает вопросы и обсуждает роль соленоидов в технике; - умеет работать как индивидуально, так и в группе.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, лабораторный комплект "Магнитное поле" (планшеты с круговым проводником и катушкой), источник питания постоянного тока, железные опилки, магнитные стрелки, компьютер и проектор.
Электронные ресурсы	https://www.youtube.com/watch?v=74TLmrFiBQ8. https://www.youtube.com/watch?v=bFlK-n8jXLc. https://www.youtube.com/watch?v=qyiW3ihVXJM. https://phet.colorado.edu/az/simulations/magnets-and-electro-magnets.

Краткий план урока

Урок планируется провести с использованием модели 5Е.

Мотивация

Учащиеся знакомятся с новой темой посредством обсуждения следующих вопросов:

- Как определить направление линий магнитной индукции кругового проводника с током (рис. 4.22, а) и катушки с током (рис. 4.22, б)?
- Если поместить магнитную стрелку в точку М на плоскости, через которую проходит круговой проводник с током, то как она установится?
 - Если магнитная стрелка помещена в точку N рядом с катушкой, то как будет направлен ее северный полюс?

Исследование

Проводится исследование на тему «Определение магнитного поля кругового проводника и катушки с током.».

Объяснение

Организация работы в группах и обсуждение презентаций.

Применение

Магнитное поле кругового проводника с током изучается в процессе решения качественной задачи.

Оценивание

1. Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая различные задачи из учебника.
2. Результаты работы учащихся оцениваются индивидуально на основе разработанных ранее рубрик оценивания.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

Учащимся вновь напоминают правило определения направления линий магнитной индукции прямого проводника с током, после чего создается проблемная ситуация путем обсуждения следующих вопросов:

- Как определить направление линий магнитной индукции кругового проводника с током и катушки с током (см. рис. 4.22, а, b в учебнике)?
- Если магнитная стрелка помещена в точку М на плоской поверхности, через которую проходит круглый проводник с током, то как будет направлена стрелка?
- Если магнитная стрелка помещена в точку N рядом с катушкой, то как будет направлен ее северный полюс?

Примечание. Как правило, к концу урока следует ожидать, что учащиеся уверенно озвучат правильные ответы. Однако на данном этапе на доске фиксируются лишь ключевые слова из этих ответов, после чего начинается следующий этап.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 12 мин.)

На этом этапе для экономии времени учителю рекомендуется использовать метод демонстрации.

I. Учащиеся знакомятся с приборами и оборудованием, входящими в комплект.

II. Проводится краткое обсуждение этапов выполнения работы.

В ходе обсуждения проводятся аналогии с этапами, знакомыми учащимся по блоку "Деятельность" предыдущего урока на тему "Магнитная индукция прямого проводника с током".

III. Выполнение задания.

Задание выполняется в соответствии с планом, приведенным в учебнике. В частности, демонстрация начинается после того, как на доске будет изображена схема электрической цепи, показывающая места подключения моделей кольцевого проводника и катушки (в точках А и В) (рис. 2).

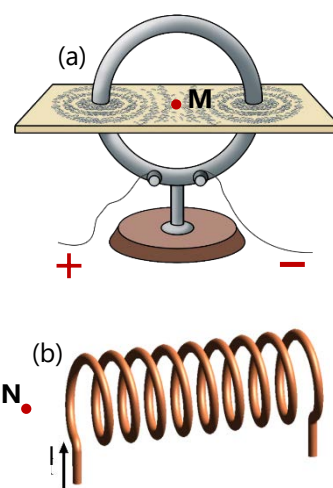


Рисунок 1

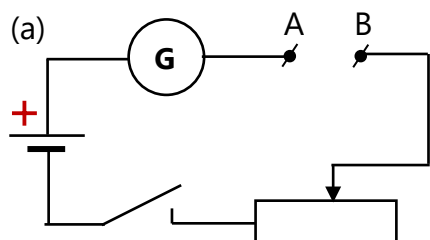
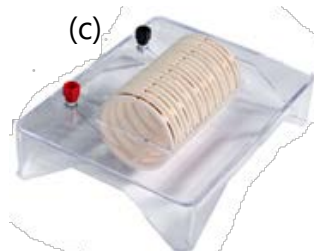


Рисунок 2



IV. Обсуждение причин явлений, наблюдавшихся в ходе эксперимента, проводится на основе вопросов, приведенных в учебнике.

Учащиеся предлагают предварительные ответы на эти вопросы, однако полное и точное обобщение формулируется на следующем этапе урока. Не давая прямой оценки ответам, учитель подводит учащихся к более точному выводу.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 22 мин.)

Этот этап рекомендуется проводить под руководством преподавателя с использованием интерактивного метода обучения, следуя приведенной ниже последовательности действий:

1. Учащиеся делятся на группы. Группам раздаются заранее подготовленные рабочие листы с заданиями. Учащиеся обмениваются информацией по вопросам, обсуждают их и оформляют постер для презентации. Объявляется время, отведенное на выполнение задания (≈ 8 минут).

Примечание: Рабочие листы можно подготовить, используя примеры, приведенные на рисунке 3.

Количество рабочих листов соответствует количеству групп, а вопросы охватывают различные аспекты изучаемой темы.

2. Для подготовки презентаций группам выдаются листы бумаги формата А2 (по возможности) или двойные листы в клетку.

3. Каждому лидеру группы отводится время для выступления с презентацией на основе подготовленного постера (≈ 3 минут на выступающего; всего ≈ 12 минут).

4. Проводится краткий опрос для обобщения материала, представленного учащимися (≈ 2 мин.):

Учитель: Что гласит правило правой руки для кругового проводника с током?

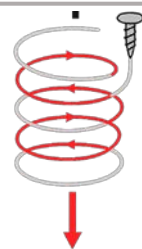
Учитель: Что гласит правило буравчика для кругового тока?

Учитель: Как можно определить полюса магнитного поля катушки с током?

Подумай•Обсуди•Поделись

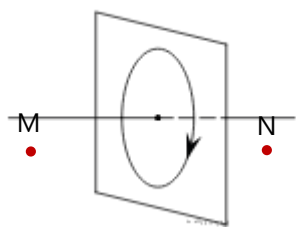
- Как можно сформулировать правило буравчика для катушки с током, проиллюстрировав его схемой?

Ответ. Правило буравчика гласит: если вращать ручку буравчика по направлению кругового тока, то направление его поступательного движения укажет направление магнитной индукции внутри катушки.



Лист №1

1. Как можно определить направление линий магнитного поля кругового проводника с током?
2. Как можно определить полюсы магнитного поля катушки с током?
3. На рисунке изображен круговой проводник с током, расположенный в вертикальной плоскости. Как направлены векторы магнитной индукции в точках М и N, лежащих на горизонтальной прямой, которая проходит через центр кругового проводника и перпендикулярна его плоскости?



Лист №2

1. Что гласит правило правой руки для кругового тока?
2. Если радиус кругового проводника уменьшить вдвое, как изменится индукция магнитного поля в его центре?
3. На рисунке показана катушка с током и железным сердечником. Как распределены полюса магнитного поля катушки на концах 1 и 2 железного сердечника соответственно?

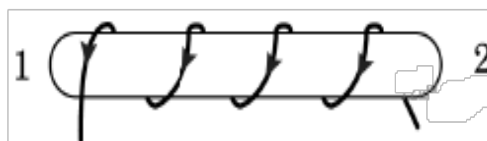


Рисунок 3

Применение (≈ 3 мин.)

Ученики применяют полученные знания для решения задачи, с рисунком или схемой (см. рис. 4; рис. 4.29 в учебнике). Ответы на вопросы, поставленные в задаче, приведены ниже:

Вопрос 1. Ответ. Внутри витка (в точке Y) вектор магнитной индукции направлен из плоскости рисунка к нам. Однако за пределами витка (в точке Z) вектор магнитной индукции направлен в плоскость рисунка от нас.

Вопрос 2. Ответ. Поскольку линии магнитного поля направлены от плоскости рисунка к наблюдателю, северный полюс (N) поля находится в пространстве между плоскостью рисунка и наблюдателем.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

Ожидаемые ответы на задания в этом блоке приведены ниже.

1. Вопрос 1. Ответ. Применение правила буравчика показывает, что северный полюс магнитной стрелки направлен из плоскости, в которой расположен круговой проводник с током, к наблюдателю (к нам). Поскольку северный полюс магнитной стрелки расположен по направлению вектора магнитной индукции, поступательное движение буравчика должно происходить от кругового проводника к нам. Это означает, что вращение рукоятки буравчика – а следовательно, и направление тока в проводнике – происходит против часовой стрелки (см. рисунок 5).

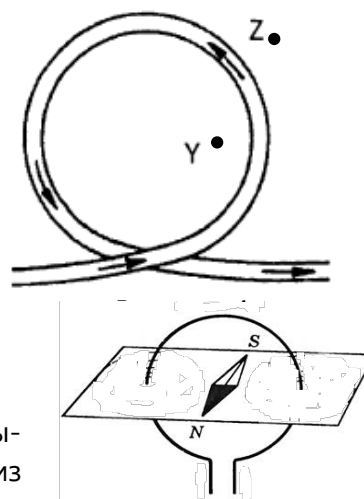


Рисунок 5

Вопрос 2. Ответ. Внутри кругового проводника линии индукции магнитного поля направлены от плоскости рисунка к наблюдателю, а за его пределами – в плоскость рисунка от наблюдателя.

Вопрос 1. Ответ. На рисунке видно, что северный полюс магнитной стрелки указывает на левый конец катушки с током (см. рис. 6). Следовательно, левый конец катушки действует как южный (S) полюс создаваемого ею магнитного поля; то есть линии магнитного поля выходят из правого конца катушки и входят в левый. Это означает – если применить правило буравчика (или правило правой руки), – что левый конец данной катушки подключен к положительному выходу источника постоянного тока, а правый – к отрицательному.

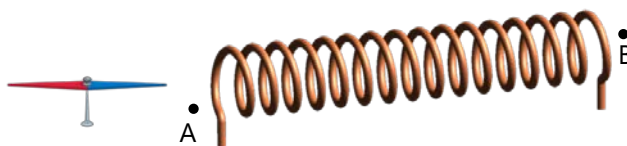


Рисунок 6

магнитного поля; то есть линии магнитного поля выходят из правого конца катушки и входят в левый. Это означает – если применить правило буравчика (или правило правой руки), – что левый конец данной катушки подключен к положительному выходу источника постоянного тока, а правый – к отрицательному.

Вопрос 2. Ответ. Индукция магнитного поля катушки с током в точке A направлена внутрь катушки, а в точке B – наружу от нее.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Исследование	Исследует магнитное поле кругового проводника с током и катушки с током (соленоида).	Исследует магнитное поле кругового проводника с током и катушки с током (соленоида).	Исследует магнитное поле кругового проводника с током и катушки с током (соленоида).	Исследует магнитное поле кругового проводника с током и катушки с током (соленоида).
Решение задач	Решает различные простые задачи на магнитное поле кругового проводника с током и катушки с током (соленоида).	Решает различные задачи средней степени сложности на магнитное поле кругового проводника с током и катушки с током (соленоида).	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитное поле кругового проводника с током и катушки с током (соленоида).	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитное поле кругового проводника с током и катушки с током (соленоида), оценивая результат.

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током. 9-3.2.2. Объясняет индукцию магнитного поля катушки с током.
Цели обучения	• Объясняет на основе анализа природу магнитной индукции проводника и катушки с током. • Решает различные задачи на магнитную индукцию проводника и катушки с током.
Навыки XXI века	Ученик: • мыслит критически; • работает в группе и сотрудничает; • формулирует гипотезы; • обменивается информацией и обсуждает тему; • выступает с презентацией.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочий лист, рабочая тетрадь, компьютер, проектор (или интерактивная доска)

Краткий план урока

Рекомендуется организовать урок с использованием интерактивного метода обучения и спланировать его следующим образом:

- 1. Формирование групп и распределение заданий.**
- 2. Обмен информацией и обсуждение в группах.**
- 3. Презентация.**
- 4. Обобщение.**
- 5. Оценивание.**

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ (≈ 6 мин.)

В зависимости от общего числа учащихся в классе, произвольно формируются группы по 4–5 человек. Группам раздаются заранее подготовленные учителем дидактические рабочие листы. Каждый лист содержит три задания. Рекомендуется подбирать задания в виде практических качественных и количественных ситуационных задач. Ниже приведен пример таких заданий.

Лист №1

1. По круговому проводнику протекает постоянный электрический ток.

Вопрос 1. Если радиус кругового проводника увеличить в два раза, как изменится индукция магнитного поля в его центре?

Вопрос 2. Если радиус кругового проводника уменьшится в три раза, как изменится индукция магнитного поля в его центре? Обоснуйте свой ответ.

2. Изучая магнитные свойства электромагнита, ученик собрал электрическую цепь, состоящую из катушки с железным сердечником, и поместил магнитную стрелку рядом с катушкой (рис. 1, а). Когда замыкается ключ и по катушке начинает протекать электрический ток, магнитная стрелка вращается и принимает одно из положений, показанных на рис. 1, б и с.

Вопрос. Какие утверждения согласуются с результатами экспериментальных наблюдений?

Выберите правильные ответы из списка предложенных утверждений и обведите их номера.

1) На рис. 1, с, конец 2 железного сердечника соответствует южному полюсу электромагнита.

2) На рисунке 1, с, конец 1 железного сердечника соответствует северному полюсу электромагнита.

3) На рисунке 1, б, правый конец железного сердечника (конец, обозначенный цифрой 1) соответствует южному полюсу электромагнита.

4) При изменении направления электрического тока через катушку, намагниченность железного сердечника внутри катушки также меняется на обратную.

5) На рисунке 1 б, левый конец железного сердечника (обозначенный цифрой 2) соответствует южному полюсу электромагнита.

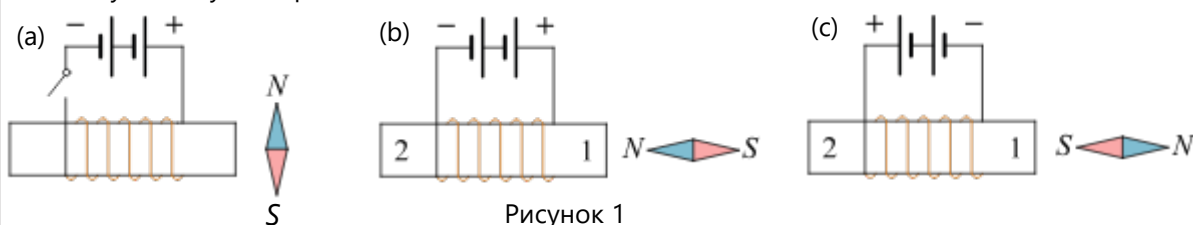


Рисунок 1

Лист №2

1. Когда в катушке возникает электрический ток, вокруг неё появляется магнитное поле.

Вопрос 1. В какой области магнитное поле, создаваемое катушкой с током, сильнее: внутри катушки или снаружи?

Вопрос 2. Как изменится (усилится, ослабнет или останется неизменным) магнитное поле внутри катушки в каждом из следующих случаев?

а) Количество витков в катушке увеличивается в два раза.

б) Сила тока уменьшается в два раза.

с) В катушку вставляется железный сердечник.

д) Катушку растягивают, уменьшая плотность витков.

2. На рисунке 2 показана катушка с током и железным сердечником.

Вопрос. Как направлен вектор индукция магнитного поля катушки с током в точках 3 и 4 соответственно? Обоснуйте свой ответ, используя схему.

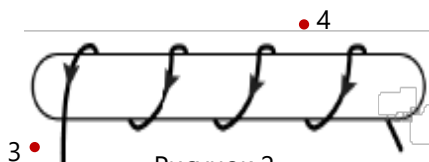


Рисунок 2

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ И ОБСУЖДЕНИЕ В ГРУППАХ (≈ 14 мин.)

Учащиеся обмениваются информацией, совместно обсуждают и решают задачи, обосновывают свои ответы и создают постер. Учитель объявляет время, отведенное группам на выполнение задания и подготовку постера.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 16 мин.)

Объявляется, что на презентации лидеров групп отводится определенное время (например, ≈ 4 мин. на каждое выступление, всего ≈ 16 мин.). Заслушиваются презентации, а учитель и другие участники групп при необходимости задают выступающему вопросы.

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Учитель завершает презентации вопросами для подведения итогов:

Учитель: Как можно определить направление линий магнитной индукции кругового проводника с током, используя правило правой руки?

Учитель: Чем линии магнитной индукции кругового проводника с током отличаются от линий магнитной индукции прямого проводника с током?

Учитель: Как можно определить направление линий магнитной индукции катушки с током, используя правило правой руки?

Учитель: Как модуль индукции магнитного поля, создаваемого круговым проводником с током, зависит от расстояния? Обоснуйте свой ответ.

Учитель: Как модуль индукции магнитного поля, создаваемого круговым проводником или катушкой с током, зависит от силы тока в проводнике? Обоснуйте свой ответ.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет на основе анализа природу магнитной индукции проводника и катушки с током	Самостоятельно объясняет на основе анализа природу магнитной индукции проводника и катушки с током	На примерах объясняет на основе анализа природу магнитной индукции проводника и катушки с током	Объясняет на основе анализа природу магнитной индукции проводника и катушки с током, проводя обобщение
Решение задач	Решает различные простые задачи на магнитную индукцию проводника и катушки с током	Решает различные задачи средней степени сложности на магнитную индукцию проводника и катушки с током	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитную индукцию проводника и катушки с током	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитную индукцию проводника и катушки с током, проводя анализ

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током. 9-3.2.2. Объясняет индукцию магнитного поля катушки с током.
Цели обучения	• Комментирует устройство и принцип действия электромагнита. • Экспериментально обосновывает от чего зависит магнитное действие электромагнита. • Объясняет области применения и значение электромагнитов в технике. • Решает различные задачи на применение электромагнитов.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные модели (PhET и др.); • выполняет лабораторную работу по теме (с использованием железных опилок и магнитной стрелки) и представляет результаты; • мыслит критически (сравнивает магнитные поля прямого проводника и кругового проводника с током, исходя из их геометрической структуры); • задает вопросы и обсуждает роль соленоидов в технике; • умеет работать как индивидуально, так и в группе.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, источник постоянного тока (выпрямитель), гвоздь, гальванометр, реостат, ключ, железные скрепки, соединительные провода, модель электромагнитного крана (2 электромагнита, железный якорь с крюком), набор грузов, штатив, компьютер, проектор.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=iJeDTXyxRTs 2. https://www.facebook.com/watch/?v=906069780411143 3. https://www.youtube.com/watch?v=dkp7zLru_Nc 4. https://www.youtube.com/watch?v=_jalc3Tk_cA

Краткий план урока

Необходимо построить урок на основе модели 5Е.

Мотивация

Для обсуждения предлагаются следующие вопросы о принципе работы магнитного подъемного крана:

- Может ли это устройство быть обычным постоянным магнитом?
- Если нет, то что создает магнитное действие в таких устройствах и как его можно мгновенно размагнитить?

Исследование

Проводится исследование под названием “Исследование магнитного действия катушки с током”.

Объяснение

Учитель дает устные пояснения, опираясь на результаты, полученные в ходе этапа исследования.

Применение

Учащиеся применяют полученные знания для решения практической задачи “Работа с моделью электромагнитного крана”.

Оценивание

Учащиеся оценивают полученные по теме знания, отвечая на предложенные вопросы и решая задачи.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

Учитель предлагает учащимся рассмотреть реальную ситуацию, опираясь на фотографию, представленную на рисунке 1: “Представьте, что на территории крупного металлургического завода скопились тонны металлических отходов. Сортировать их вручную невозможно. Здесь подъемный кран подносит к куче отходов огромное устройство, которое мгновенно притягивает большое количество металлических кусков. Затем, по нажатию маленькой кнопки, куски тут же падают на землю”.

Обсуждение проводится с использованием следующих вопросов:

- Может ли это устройство быть обычным постоянным магнитом?

Ожидаемый ответ: Это устройство не может быть обычным постоянным магнитом, поскольку постоянный магнит не может создавать сильное магнитное поле, которое не ослабевает. Кроме того, постоянный магнит нельзя размагнитить “нажатием кнопки”. Следовательно, постоянный магнит не может поднимать большие массы металлического лома.

- Если нет, то что создает магнитное действие в таких устройствах и как его можно мгновенно размагнитить?

Ожидаемый ответ: В таких устройствах сильный магнитный эффект создается катушками с железными сердечниками – электромагнитами. Когда электрическая цепь в катушках замыкается, устройство намагничивается; когда ток отключается (при размыкании цепи с помощью ключа), оно мгновенно размагничивается, и притянутый железный лом падает на землю.

Примечание: Естественно, что ученики могут допускать ошибки в своих ответах, поскольку они еще не изучили новый материал. Таким образом, учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а просто записывает на доске ключевые слова из предложенных гипотез и формулирует исследовательские вопросы.

Исследовательские вопросы:

- Каковы физические принципы, лежащие в основе строения и работы устройства, способного порождать, усиливать и устранять магнитное действие по желанию?
- В каких областях применяется это устройство?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 21 мин.)

Под руководством преподавателя этот этап может быть осуществлён в следующей последовательности:

I. Формирование групп (≈ 2 мин).

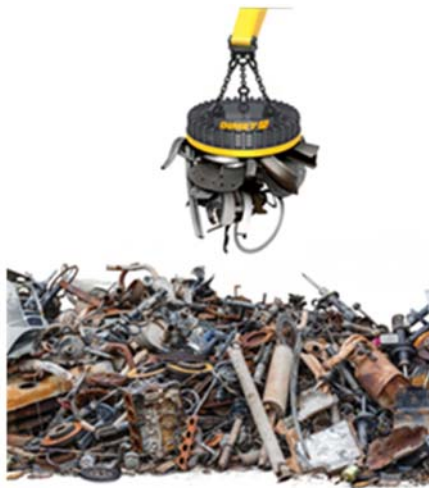


Рисунок 1

Ученики делятся на группы по 4–6 человек в соответствии с количеством комплектов оборудования.

II. Ознакомление с оборудованием и планом работы (≈ 5 мин.).

Группы знакомятся с порядком выполнения работы.

III. Проведение фронтального опроса о ходе работы (≈ 6 мин.).

Учитель: По какой схеме следует собрать электрическую цепь для проведения эксперимента?

Ученик: Для проведения эксперимента необходимо собрать электрическую цепь по схеме, известной из предыдущих уроков (см. рисунок 2).

Учитель: Каким будет следующий этап работы?

Ученик: Следующим этапом будет изготовление катушки. Для этого нужно намотать медную проволоку на гвоздь, а затем извлечь гвоздь из катушки (рисунок 3, а).

Учитель: Как необходимо использовать подготовленную катушку?

Ученик: Цепь замыкают, подключая свободные концы катушки к разомкнутому участку цепи (точкам А и В). Один из концов катушки с током подносят с определенной высоты к железным скрепкам и проводят наблюдения.

Учитель: Как будет продолжаться эксперимент на следующем этапе и на что необходимо обратить внимание?

Ученик: На следующем этапе цепь размыкают, в катушку вставляют гвоздь и замыкают ключ, чтобы повторить эксперимент. При этом обращают внимание на то, изменится ли магнитное действие катушки с железным сердечником на скрепки (рис. 3, б).

Учитель: А как эксперимент будет продолжаться на последующих этапах?

Ученик: На последующих этапах эксперимент повторяют, увеличивая число витков провода, намотанного на гвоздь, а также используя реостат для увеличения или уменьшения силы тока в катушке.

IV. Ход работы (≈ 6 мин.).

Работа выполняется поэтапно в соответствии с инструкцией. Учитель обходит группы, наблюдая за действиями учащихся, и при необходимости дает указания.

Примечание! Если количество приборов и оборудования в кабинете физики ограничено, учитель проводит эксперимент как демонстрационный, а учащиеся выступают в роли наблюдателей.

V. Обсуждение (≈ 2 мин.).

- К какому выводу вы пришли после эксперимента?
- Как, по вашему мнению, магнитное действие катушки с током зависит от наличия железного сердечника, количества витков в катушке и силы тока?

Поскольку вопросы основаны на результатах наблюдений, учащиеся, скорее всего, ответят на них правильно.

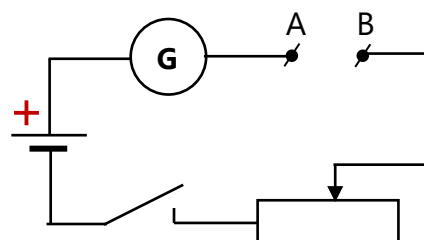


Рисунок 2



Рисунок 3

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 10 мин.)

Учителю рекомендуется объяснять тему, опираясь на материалы учебника и освещая следующие ключевые моменты:

- **Устройство электромагнита.** Объяснение того, как катушка с током создает магнитное поле и действует как магнит.
- **Влияние силы тока.** Объяснение зависимости магнитного действия катушки от силы тока (магнитное действие усиливается при увеличении тока и исчезает при его отключении).
- **Роль железного сердечника.** Объяснение (с упоминанием опыта Уильяма Стёрджена) того, как магнитное поле усиливается в несколько раз при помещении внутрь катушки железного сердечника.
- **Влияние числа витков.** Объяснение (на основе исследований Дж. Генри) того, как магнитное действие усиливается по мере увеличения числа витков катушки.
- **Характеристики электромагнита.** Обобщение сведений о том, что электромагнит проявляет магнитные свойства только при наличии тока в нём и теряет их при отключении тока.
- **Применение в быту, промышленности и технике.** Объяснение использования электромагнитов для подъема и перемещения тяжелых металлических грузов.
- **Использование наглядных материалов.** Демонстрация учащимся примеров реального применения электромагнитов с помощью изображений, что способствует лучшему пониманию темы.

После того как учитель завершит объяснение темы, в блоке “**Знаете ли вы?**” учащимся разъясняется информация об устройстве и принципе действия электрического звонка.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

На этом этапе решается качественная экспериментальная задача, представленная в учебнике. Учащиеся применяют полученные знания для объяснения физических принципов, лежащих в основе устройства и работы модели электромагнитного крана (рис. 4).

Вопрос для обсуждения

От чего зависит грузоподъемность электромагнитного крана?

Ответ. Грузоподъемность электромагнитного крана зависит от силы тока, числа витков катушки и наличия или отсутствия железного сердечника.



Рисунок 4

Подумай•Обсуди•Поделись

Укажите одно преимущество и один недостаток электромагнитных устройств, используемых в промышленности (например, подъемный кран для металлов, электромагнитное реле, электромагнитный сепаратор и т. д.).

Ответ.

Главное преимущество. Магнитное действие электромагнитов поддается управлению: они работают при подаче тока и мгновенно прекращают работу, как только ток отключается (например, электромагнитный кран может сбросить груз в любой момент).

Недостаток. Для работы требуется постоянная подача электроэнергии (при отключении тока магнитное действие полностью исчезает).

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 7 мин.)

Ответы на вопросы этого блока приведены ниже:

1. Вопрос 1. Ответ. Применение правила правой руки показывает, что левый конец катушки с током действует как северный (N) магнитный полюс, а правый конец – как южный (S) полюс. В данном случае магнит A притягивается к катушке, тогда как магнит B отталкивается от нее (см. рисунок 5).

Вопрос 2. Ответ. Магнит A должен оставаться в прежнем положении, а северный полюс (N-полюс) магнита B следует расположить вблизи катушки.



Рисунок 5

Вопрос 3. Ответ. Железный сердечник усиливает магнитное поле электромагнита. При извлечении сердечника магнитное поле ослабевает. Магниты по-прежнему будут перемещаться в том же направлении, но силы притяжения и отталкивания станут значительно слабее.

2. Вопрос. Ответ. При перемещении ползунка реостата вправо сопротивление данного участка цепи уменьшается, и, следовательно, сила тока в цепи возрастает (рисунок 6). В результате магнитное поле электромагнита усиливается, а его подъемная сила увеличивается.

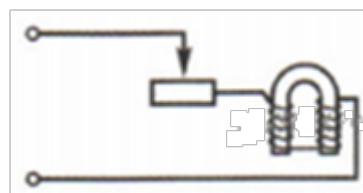


Рисунок 6

3. Вопрос. Ответ. Рисунок (b). Это объясняется тем, что на двух концах сердечника образуются разноименные магнитные полюсы, что обеспечивает максимальную силу притяжения электромагнита (рисунок 7).

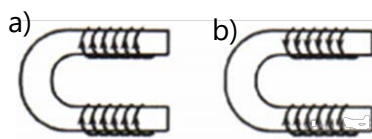


Рисунок 7

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Комментирование	Формально комментирует устройство и принцип действия электромагнита.	Комментирует устройство и принцип действия электромагнита своими словами.	Комментирует устройство и принцип действия электромагнита, приводя примеры.	Комментирует устройство и принцип действия электромагнита на основании анализа.
Обоснование	Экспериментально обосновывает от чего зависит магнитное действие электромагнита лишь при работе в группах.	Экспериментально обосновывает от чего зависит магнитное действие электромагнита самостоятельно.	С использованием метода анализа и синтеза экспериментально обосновывает от чего зависит магнитное действие электромагнита.	Экспериментально обосновывает от чего зависит магнитное действие электромагнита, оценивая результат.

Объяснение	Не понимая объясняет области применения и значение электромагнитов в технике.	Осознанно объясняет области применения и значение электромагнитов в технике.	Объясняет области применения и значение электромагнитов в технике, приводя примеры.	Объясняет области применения и значение электромагнитов в технике, оценивая результат.
Решение задач	Решает различные простые задачи на применение электромагнитов.	Решает различные задачи средней степени сложности на применение электромагнитов.	Решает различные задачи высокой степени сложности на применение электромагнитов.	Решает различные задачи высокой степени сложности на применение электромагнитов, оценивая результат.

Урок 83/Тема: 4.1.6

МАГНИТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПРОВОДНИКОВ С ТОКОМ

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет физический механизм магнитного взаимодействия параллельных проводников с током. • Решает различные задачи на магнитное взаимодействие параллельных проводников с током.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные модели и цифровые ресурсы (например, симуляции); • выполняет практические и аналитические задания; • мыслит критически; • применяет математические и логические подходы; • связывает научные понятия с повседневной жизнью и техническими приложениями; • задает вопросы, активно участвует в дискуссиях и сотрудничает с одноклассниками в ходе индивидуальной работы и работы в группах; • формулирует проблемные ситуации и при их решении делает выводы, обоснованные как качественными, так и количественными аргументами.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, маленькая катушка (2 шт.), источник постоянного тока (2 шт.), амперметр (2 шт.), реостат (2 шт.), лампа (2 шт.), ключ (2 шт.), штатив с диэлектрическим стержнем, соединительные провода, компьютер, проектор (или электронная доска).

Электронные ресурсы

1. https://www.youtube.com/watch?v=27lkU_Jp0oI
2. <https://ya.ru/video/preview/18251290207473512838>
3. <https://ya.ru/video/preview/9064690590899532206>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=-FKIU2WDBQ8>

Краткий план урока

Урок проводится с использованием модели 5Е и состоит из следующих этапов:

Мотивация

Предлагается качественная экспериментальная задача, и на обсуждение выносятся два вопроса:

- Можете ли вы предсказать характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током?
- Если ток течет по параллельным проводникам в одинаковом и в противоположных направлениях, каков будет характер магнитного взаимодействия между ними? То есть, в каком случае эти проводники будут притягиваться друг к другу, а в каком – отталкиваться?

Исследование

Проводится исследование на тему “Изучение магнитного взаимодействия параллельных круговых токов”.

Объяснение

Учитель объясняет материал, опираясь на результаты проведенного исследования.

Применение

Учащиеся применяют полученные знания для решения задач на взаимодействие проводников с током.

Оценивание

Учащиеся оценивают знания, полученные по теме, отвечая на предложенные вопросы и решая задачи.

Мотивация (≈ 3 мин.)

Представлена экспериментальная задача качественного типа; на основе результатов наблюдений для обсуждения выносятся два вопроса:

- Можете ли вы предсказать характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током (рис. 1; рис. 4.41 в учебнике)?

Ожидаемый ответ. Характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током можно предсказать заранее. В частности, индукция магнитного поля вокруг прямых проводников с током определяется с помощью одного из известных правил (например, “правила правой руки” или “правила буравчика”). Исходя из направления векторов магнитной индукции вокруг проводников, можно легко определить, будет ли магнитное взаимодействие между ними выражаться притяжением или отталкиванием.

- Если ток течет по параллельным проводникам в одинаковом и в противоположных направлениях, каков будет характер магнитного взаимодействия между ними? То есть, в каком случае эти проводники будут притягиваться друг к другу, а в каком – отталкиваться?

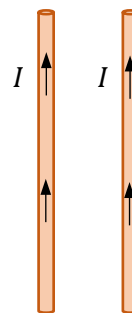


Рисунок 1.
Параллельные
проводники с
током

Ожидаемый ответ: Если электрические токи текут в одном направлении по параллельным проводникам, то они притягиваются друг к другу; если электрические токи текут в противоположных направлениях, то они отталкиваются друг от друга.

Примечание: Естественно, что ученики допускают ошибки в своих ответах, поскольку они еще не изучили новый материал. Поэтому учитель не реагирует ни на правильные, ни на неправильные ответы, а просто записывает на доске ключевые слова из предложенных гипотез и формулирует исследовательский вопрос.

Исследовательский вопрос

- От чего зависит характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током?

Деятельность (≈ 19 мин.)

Под руководством учителя этот этап можно провести в следующей последовательности:

I. Формирование групп (≈ 2 мин.).

Учащиеся делятся на группы по 4–6 человек в зависимости от количества имеющихся комплектов оборудования.

II. Ознакомление с оборудованием и планом работы (≈ 5 мин.).

Группы знакомятся с ходом выполнения работы.

III. Фронтальный опрос по ходу выполнения работы (≈ 5 мин.).

Учитель: Какой комплект оборудования будет использован для выполнения задания?

Ученик: Для выполнения задания будут использованы: маленькие катушки (2 шт.), источники постоянного тока (2 шт.), амперметры (2 шт.), реостаты (2 шт.), лампы (2 шт.), ключи (2 шт.), штатив с диэлектрическим стержнем и комплект соединительных проводов.

Учитель: По какой схеме следует собрать электрическую цепь для проведения эксперимента?

Ученик: Для проведения эксперимента собирают две электрические цепи по схеме, представленной на рисунке 2 (рисунок 4.42, а в учебнике). Концы 1 и 2 этих цепей оставляют разомкнутыми.

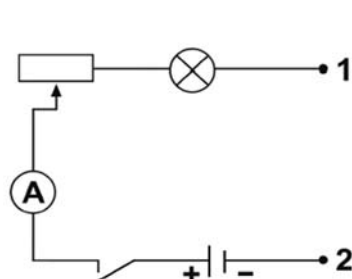


Рисунок 2

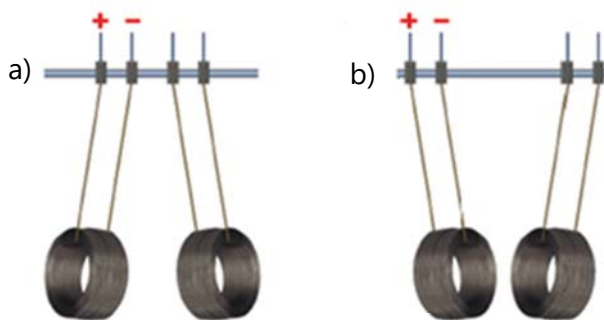


Рисунок 3

Учитель: Что нужно сделать на следующем этапе?

Ученик: На следующем этапе нужно подвесить две небольшие катушки параллельно друг другу на диэлектрическом стержне штатива. Каждую катушку следует подключить к концам отдельных электрических цепей, обозначенных как 1 и 2 (рис. 3, а и б).

Учитель: Как будут использоваться подготовленные электрические цепи?

Ученик: Нужно замкнуть ключи, чтобы в катушках возник постоянный ток в одном направлении, и понаблюдать за характером магнитного взаимодействия между катушками.

Учитель: Как будет проводиться эксперимент на следующем этапе и на чем следует сосредоточить внимание?

Ученик: На следующем этапе эксперимент повторяют, изменив направление тока в одной из катушек, и наблюдают за изменением магнитного взаимодействия между ними.

IV. Ход работы (≈ 5 мин.).

Работа выполняется поэтапно в соответствии с инструкциями. Учитель обходит группы, контролируя действия учащихся и при необходимости давая указания.

Примечание! Если количество приборов и оборудования в физической лаборатории ограничено, учитель проводит эксперимент в демонстрационном режиме, а учащиеся выступают в роли наблюдателей.

V. Обсуждение (≈ 2 мин.). Обсуждение строится на вопросах, приведенных в учебнике:

- В каком случае параллельные катушки с током отталкивались друг от друга, а в каком – притягивались?
- Какой вывод вы сделали из эксперимента?

Отвечая на вопросы по итогам эксперимента, учащиеся отмечают, что проводники с токами в одном направлении, притягиваются, а проводники с токами в противоположных направлениях, отталкиваются (результат опыта Ампера).

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 15 мин.)

Для эффективного использования времени урока этот этап рекомендуется провести в форме устного объяснения учителя.

При этом приводятся краткие исторические сведения:

– В 1820 году французский физик А. Ампер на основе многочисленных опытов с параллельными проводниками с электрическим током, пришел к выводу, что между этими проводниками, как и между постоянными магнитами, существует магнитное взаимодействие. Эти взаимодействия могут проявляться либо как притяжение, либо как отталкивание.

Учитель обращается к классу:

Учитель: Как вы думаете, от чего зависит характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током?

Ученик: Характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током зависит от направления электрических токов в них.

Учитель: Как определяется направление вектора индукции магнитного поля в зависимости от направления электрического тока?

Ученик: В зависимости от направления тока в проводнике направление его вектора индукции магнитного поля можно определить с помощью одного из двух правил – например, правила “буравчика” (или правила “правой руки”).

Учитель: Что нужно сделать, чтобы определить характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током?

Ученик: Чтобы определить характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током, необходимо установить направление линий магнитной индукции справа и слева от проводников в плоскости рисунка.

Учитель: Как определяются направления линий индукции магнитного поля для прямых проводников с током?

Ученик: Направления линий индукции магнитного поля для прямолинейных проводников с током определяются с помощью правила “правой руки” (или правила “буравчика”).

Учитель: Предположим, что в параллельных проводниках существует электрический ток в одном направлении (рис. 4). Каков характер магнитного взаимодействия между ними? Обоснуйте свой ответ.

Ученик: Применяя правило правой руки, мы определяем, что магнитное взаимодействие между параллельными проводниками с током в одном направлении, носит характер притяжения (рис. 5).

Как показано на схеме, векторы магнитной индукции, создаваемые токами в пространстве между проводниками, направлены в противоположные стороны. В частности, поскольку вектор магнитной индукции проводника, расположенного слева, перпендикулярен плоскости рисунка и направлен к нам (из плоскости рисунка), в этой области образуется северный магнитный полюс (N). И наоборот, поскольку вектор магнитной индукции проводника, расположенного справа, перпендикулярен плоскости рисунка и направлен от нас (в плоскость рисунка), в этой области образуется южный магнитный полюс (S). Магнитные полюса противоположной полярности притягиваются друг к другу.

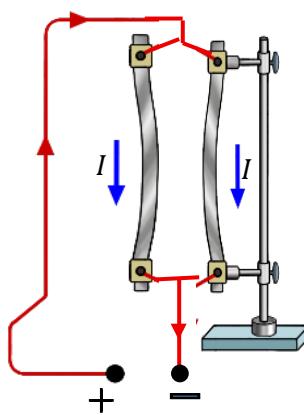


Рисунок 4

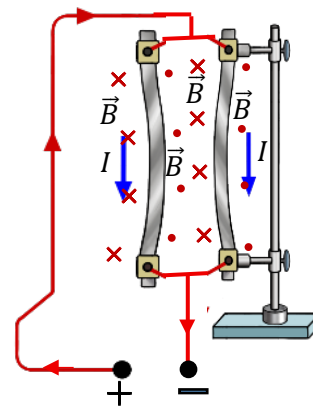


Рисунок 5

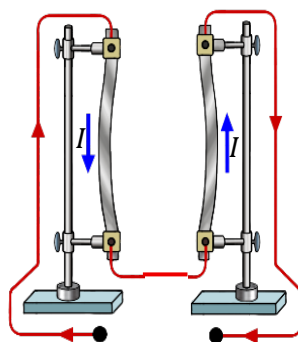


Рисунок 6

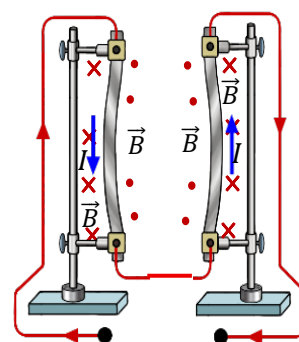


Рисунок 7

Учитель: Каков характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками, если токи в них текут противоположных направлений (см. рисунок 6)? Обоснуйте свой ответ.

Ученик: Применение "правила правой руки" показывает, что магнитное взаимодействие между параллельными проводниками с токами в противоположных направлениях носит характер отталкивания (рисунок 7). Это объясняется тем, что, как показано на схеме, векторы магнитной индукции, создаваемые токами в пространстве между проводниками, направлены в одну сторону. Иными словами, поскольку векторы магнитной индукции обоих проводников (и левого, и правого) направлены перпендикулярно плоскости рисунка на нас, в этой области создается северный магнитный полюс (N). Одноименные магнитные полюса отталкиваются друг от друга.

Учитель продолжает объяснение:

-Взаимодействие между параллельными проводниками с током количественно характеризуется силой магнитного взаимодействия.

• Сила, действующая со стороны одного из двух бесконечно длинных параллельных проводников с током на участок l другого проводника, прямо пропорциональна произведению сил токов в проводниках и длине этого участка и обратно пропорциональна расстоянию между ними:

$$F_m = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot l}{r}.$$

Здесь F_m – модуль силы магнитного взаимодействия между параллельными

проводниками с током, I_1 и I_2 – силы токов в параллельных проводниках, а r – расстояние между ними.

На основе силы магнитного взаимодействия между параллельными проводниками установлена единица измерения силы тока в СИ – ампер (А):

• 1 А – это такая сила постоянного тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малогоругового сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м друг от друга, вызывает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н.

Подумай•Обсуди•Поделись

Возникнет ли магнитное взаимодействие, если поднести один проводник с током к другому, параллельно расположенному проводнику без тока? Обоснуйте свой ответ

Ответ. Если поднести проводник без тока к параллельному ему проводнику с током, то между ними не возникает силы магнитного взаимодействия, поскольку проводник без тока не создает вокруг себя магнитного поля.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 3 мин.)

Ученики решают задачу из учебника. Ответ на поставленный в задаче вопрос таков:

Вопрос. Ответ. Утверждение D, касающееся сил взаимодействия между проводниками 1 и 2, является верным. Хотя $I_1 = 2I$, $I_2 = I$, согласно третьему закону Ньютона, модули сил магнитного взаимодействия равны: $F_{12} = F_{21}$. Следовательно, поскольку токи в одном направлении, проводники будут притягиваться друг к другу с равными по величине силами.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

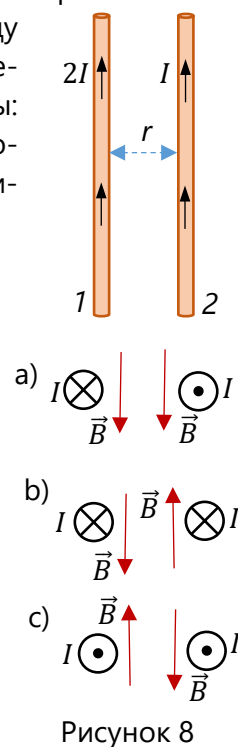
Оценивание состоит из двух этапов. На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы и выполняют задания из блока учебника “Проверь полученные знания”.

1. Вопрос. Ответ. а) В одном из проводников ток направлен в плоскость рисунка от нас, а в другом — из плоскости рисунка к нам. Поскольку векторы магнитной индукции в пространстве между ними направлены в одну сторону, проводники с током будут отталкиваться друг от друга (рис. 8, а).

б) В обоих проводниках ток направлен в плоскость рисунка от нас. Поскольку векторы магнитной индукции в пространстве между ними направлены в противоположные стороны, проводники с током будут притягиваться друг к другу (рис. 8, б).

с) В обоих проводниках ток направлен из плоскости рисунка к нам; то есть, поскольку токи имеют одинаковое направление, проводники будут притягиваться друг к другу (см. рис. 8, с).

2. Вопрос 1. Ответ. Согласно правилу правой руки, северный полюс каждой катушки будет находиться на том конце, из которого «выходит» вектор индукции, то есть влево от катушки (рис. 9).



Вопрос 2. Ответ. Магнитное взаимодействие между катушками носит характер притяжения, поскольку их концы с разноименными магнитными полюсами расположены параллельно друг другу (см. рисунок 9).

Вопрос 3. Ответ. Если направление тока в катушке слева изменить на противоположное, то магнитное взаимодействие заставит их отталкиваться друг от друга. Это происходит потому, что концы катушек с одинаковой магнитной полярностью будут расположены друг напротив друга.

На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее разработанных им рубрик.

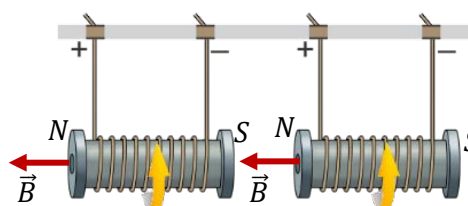


Рисунок 9

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Наизусть объясняет физический механизм магнитного взаимодействия параллельных проводников с током.	Самостоятельно объясняет физический механизм магнитного взаимодействия параллельных проводников с током.	Объясняет физический механизм магнитного взаимодействия параллельных проводников с током, рисуя схемы.	Объясняет физический механизм магнитного взаимодействия параллельных проводников с током, проводя анализ.
Решение задач	Решает различные простые задачи на магнитное взаимодействие параллельных проводников с током.	Решает различные задачи средней степени сложности на магнитное взаимодействие параллельных проводников с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитное взаимодействие параллельных проводников с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитное взаимодействие параллельных проводников с током, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током. 9-3.2.2. Объясняет индукцию магнитного поля катушки с током.
Цели обучения	- Анализирует магнитное взаимодействие прямого проводника с током и катушки. - Решает задачи различного характера, связанные с магнитным взаимодействием проводника с током и катушки.
Навыки XXI века	Ученик: - демонстрирует навыки понимания прочитанного; - взаимодействует с другими; - сотрудничает; - анализирует и обобщает информацию; - решает задачи (качественно или количественно); - прогнозирует результат; - выявляет причинно-следственные связи между событиями.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор или интерактивная доска.

Краткий план урока

Рекомендуется проводить занятие с использованием интерактивных методов обучения и выстроить его следующим образом:

- 1. Формирование групп и распределение заданий.**
- 2. Обмен информацией и обсуждение в группах.**
- 3. Презентация.**
- 4. Обобщение.**
- 5. Оценивание.**

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ (≈ 4 мин.)

В зависимости от общего числа учащихся в классе, произвольно формируются группы по 4–5 человек. Группам раздаются заранее подготовленные учителем дидактические рабочие листы. Каждый лист содержит три задания. Рекомендуется подбирать задания в виде практических качественных и количественных ситуационных задач. Ниже приведен пример таких заданий.

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ И ОБСУЖДЕНИЕ В ГРУППАХ (≈ 16 мин.)

Учащиеся обмениваются информацией, совместно обсуждают и решают задачи, обосновывают свои ответы и создают постеры. Учитель объявляет время, отведенное группам на выполнение задания и подготовку постера.

Лист №1

1. В трех параллельных проводниках, расположенных на равном расстоянии друг от друга, в одинаковом направлении возник постоянный ток силой I (рис.1)

Вопрос 1. В каком направлении действует результирующая сила на проводники 1 и 3?

Вопрос 2. Если изменить направление тока в проводнике 2 на противоположное, в каком направлении будет действовать результирующая сила на этот проводник?

2. На рис. 2 показаны два длинных прямых параллельных проводника, по которым протекают токи равной силы.

Вопрос. Какое утверждение верно (точка 2 равноудалена от проводов)?

Вектор магнитной индукции направлен перпендикулярно плоскости рисунка от нас.

А) только в точке 1 В) только в точке 2

С) только в точке 3 Д) в точках 1 и 3 Е) в точках 2 и 3

3. Где, по вашему мнению, на практике может применяться магнитное взаимодействие между параллельными проводниками с током?

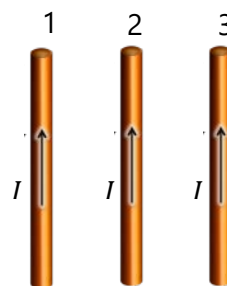


Рисунок 1.

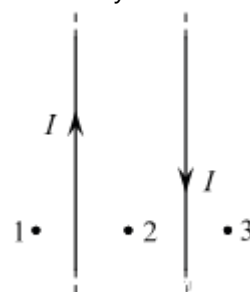


Рисунок 2.

Лист №2

1. На рисунке 3 показано поперечное сечение катушки с током и прямого проводника с током (ток направлен перпендикулярно плоскости рисунка, от нас).

Вопрос 1. Каков характер магнитного взаимодействия между катушкой и прямым проводником: притяжение или отталкивание? Обоснуйте свой ответ.

Вопрос 2. Если изменить направление тока в катушке на противоположное, как изменится характер магнитного взаимодействия между катушкой и прямым проводником? Обоснуйте свой ответ.

2. Два длинных параллельных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости рисунка, направление токов - к нам (рисунок 4).

Вопрос. Как направлены векторы магнитной индукции, создаваемые этими проводниками в точке О?

А) в плоскости: вниз; вниз В) в плоскости: вверх; вверх

С) в плоскости: вверх; вниз Д) в плоскости: вниз; вверх

Е) перпендикулярно плоскости к нам; перпендикулярно плоскости от нас.

3. Чему равна сила магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током?

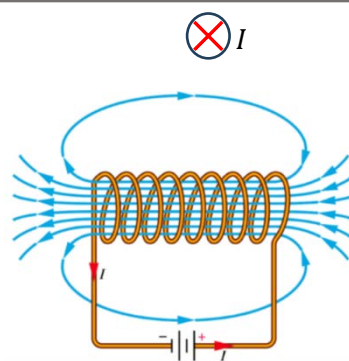


Рисунок 3

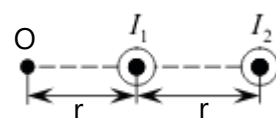


Рисунок 4.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 16 мин.)

Объявляется, что на презентации лидеров групп отводится определенное время (например, ≈ 4 мин. на каждое выступление, всего ≈ 16 мин.). Заслушиваются презентации, а учитель и другие участники групп при необходимости задают выступающему вопросы.

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Чтобы помочь учащимся сделать обобщения, учитель проводит фронтальный опрос:

Учитель: Каков характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током?

Учитель: Что определяет характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током?

Учитель: Как можно определить характер магнитного взаимодействия между параллельными проводниками с током?

Учитель: Какие параллельные проводники с током притягиваются друг к другу, а какие – отталкиваются?

Учитель: От каких физических величин зависит магнитное взаимодействие между параллельными проводниками с током? Кто установил эту зависимость и какой формулой она выражается?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Анализирование	Анализирует магнитное взаимодействие прямого проводника с током и катушки только в группе при поддержке товарищей.	Самостоятельно анализирует магнитное взаимодействие прямого проводника с током и катушки	Анализирует магнитное взаимодействие прямого проводника с током и катушки приводя примеры.	Анализирует магнитное взаимодействие прямого проводника с током и катушки посредством теоретических и практических исследований.
Решение задач	Решает различные простые задачи на магнитное взаимодействие проводника с током и катушки.	Решает различные задачи средней степени сложности на магнитное взаимодействие проводника с током и катушки.	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитное взаимодействие проводника с током и катушки.	Решает различные задачи высокой степени сложности на магнитное взаимодействие проводника с током и катушки, проводя анализ.

4.2. ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОВОДНИК С ТОКОМ И ДВИЖУЩУЮСЯ ЗАРЯЖЕННУЮ ЧАСТИЦУ

Урок 86/Тема: 4.2.1

ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРЯМОЙ ПРОВОДНИК С ТОКОМ – СИЛА АМПЕРА

Подстандарты	9-1.3.6. Комментирует результаты важных экспериментов в истории физики. 9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет действие магнитного поля на проводник с током. • Комментирует магнитную индукцию как силовую характеристику поля. • Решает различные задачи на действие магнитного поля на проводник с током.
Навыки XXI века	Ученик: • мыслит критически; • работает в группе; • формулирует гипотезу и проверяет её обоснованность; • обменивается информацией; • использует возможности искусственного интеллекта; • применяет полученные знания на практике.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочий лист, рабочая тетрадь, небольшой подковообразный магнит (2 шт.), большой подковообразный магнит (2 шт.), источник постоянного тока, реостат, амперметр, лампа, ключ, толстый прямой провод (длиной 6–8 см), соединительные провода, штатив с диэлектрическим плечом, компьютер, проектор.
Электронные ресурсы	1. https://phet.colorado.edu/sims/html/magnet-and-compass/latest/magnet-and-compass_all.html 2. https://www.youtube.com/watch?v=VW47G4vpm1Q 3. https://www.youtube.com/watch?v=gVgi4CFl2NQ 4. Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsliyi. 4CD diskindən 4-cü disk. Elektrodinamika. Optika. Atom fizikası. Bakı, Bakınəşr, 2007.

Краткий план урока

Урок рекомендуется построить на пяти этапах по модели 5Е.

Мотивация

Предлагается качественная экспериментальная задача, и на обсуждение выносятся следующие вопросы:

- Как можно заранее определить направление движения проводника с током во внешнем магнитном поле?
- Как изменится движение проводника, если мы изменим направление внешнего магнитного поля?

Исследование

Учитель проводит опыт "Действие магнитного поля на проводник с током".

Объяснение

Этот этап проводится с использованием интерактивного метода обучения.

Применение

Решается экспериментальная задача по теме урока.

Оценивание

Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая различные задачи из учебника.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

Представлена экспериментальная задача. Демонстрируется отталкивание (или притяжение) проводника с током под действием подковообразного магнита, и на обсуждение выносятся два вопроса (рис. 1; рис. 4.47 в учебнике):

- Как можно заранее определить направление движения проводника с током во внешнем магнитном поле?

Ожидаемый ответ. Направление движения проводника с током во внешнем магнитном поле можно определить заранее с помощью правила левой руки. Приводится формулировка правила.

- Как изменится движение проводника, если мы изменим направление внешнего магнитного поля?

Ожидаемый ответ: Если мы изменим направление внешнего магнитного поля, проводник будет двигаться в направлении, противоположном его предыдущему движению. Естественно, выдвинутые учениками гипотезы будут различаться; однако, как всегда, учитель формулирует исследовательский вопрос, отмечая на доске только ключевые слова этих гипотез.

Исследовательский вопрос

- Какие величины характеризуют действие магнитного поля на проводник с током?

ИССЛЕДОВАНИЕ (≈ 7 мин.)

Демонстрируется опыт "Действие магнитного поля на проводник с током". Этот этап рекомендуется организовать, следуя приведенной ниже последовательности:

I. Учащихся знакомят с комплектом оборудования.

II. Обозначаются этапы выполнения задания.

III. Эксперимент демонстрируется в соответствии с установленным порядком действий.

Примечание! Рекомендуется показать 3D-модель эксперимента, воспользовавшись QR-кодом из учебника. Это позволит сэкономить примерно 10–12 минут учебного времени.

IV. Проводится обсуждение на основе вопросов, приведенных в учебнике.

- **От чего зависит направление магнитной силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник с током?**

Ответ. Направление магнитной силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник с током, зависит от направления тока в проводнике и направления вектора магнитной индукции.

- **От чего и как зависит численное значение (модуль) этой силы?**

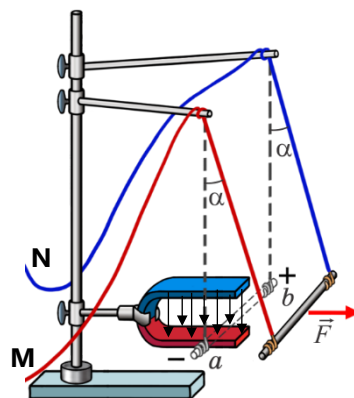


Рисунок 1

Ответ. Величина этой силы прямо пропорциональна силе тока, значению магнитной индукции, длине проводника и синусу угла между направлением тока и вектором магнитной индукции.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 26 мин.)

Поскольку учащиеся уже знакомы с понятиями, касающимися взаимодействия магнитных полей, этот этап целесообразно провести с использованием метода “Зигзага”. Характерная особенность этого метода хорошо известна: члены группы самостоятельно изучают учебный материал, выступая одновременно в роли и учителя, и ученика.

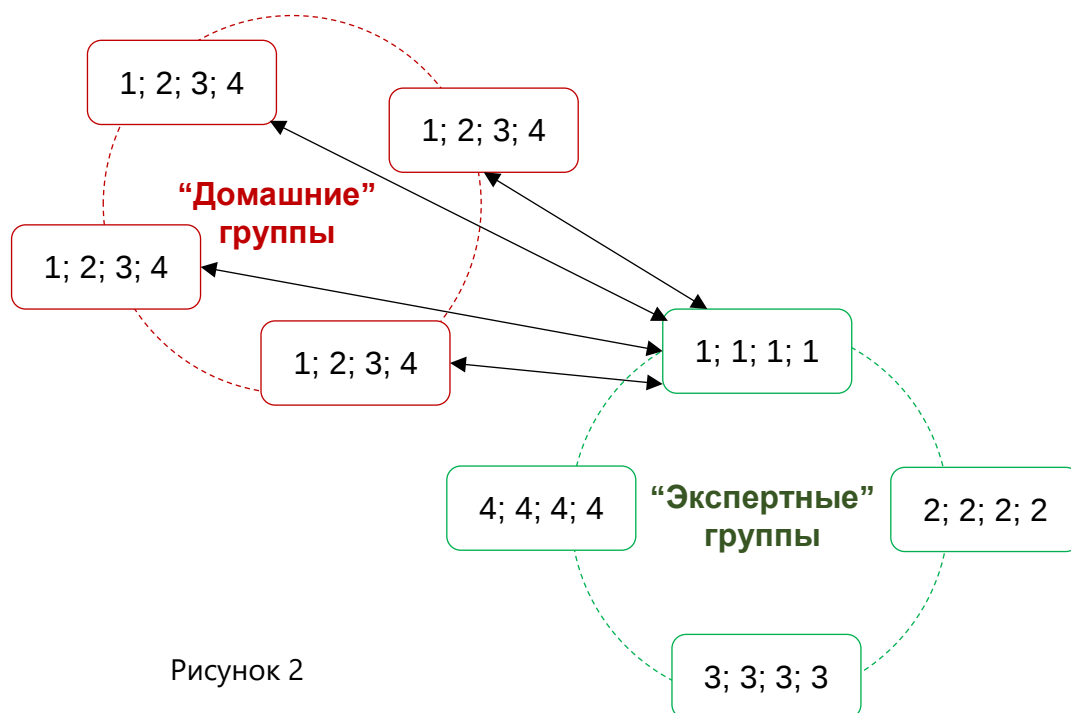


Рисунок 2

Формирование “домашних” групп (≈ 2 мин.).

Учитель делит класс на 4 группы, используя метод нумерации (1, 2, 3, 4) – в соответствии с количеством изучаемых тем и общей численностью учащихся. Таким образом, ученики, получившие номера 1, 2, 3 и 4, образуют так называемые “домашние” группы. В дальнейшем учащиеся с номером 1 собираются за одним столом, с номером 2 – за другим, а ученики с номерами 3 и 4 – за отдельными столами. Так формируются “экспертные” группы, состоящие соответственно из учеников с номерами 1, 2, 3 и 4 (см. рис. 2).

Организация работы экспертных групп (≈ 6 мин.).

Учитель раздает экспертным группам учебный материал (заранее подготовленный и разделенный на четыре части) в виде вопросов, например:

Экспертной группе 1 – **Действие магнитного поля на проводник с током: что гласит правило определения направления силы Ампера? Поясните с помощью схемы.**

Экспертной группе 2 – **Чему равна величина силы Ампера?**

Экспертной группе 3 – **Чему равно численное значение модуля индукции магнитного поля и какова единица измерения магнитной индукции в системе СИ?**

Экспертной группе 4 – **Что является причиной возникновения силы Ампера? Поясните с помощью схемы.**

Учащиеся в экспертных группах читают в учебнике материал, соответствующий их вопросам, обсуждают его и глубоко усваивают содержание. По истечении отведенного времени эксперты возвращаются в свои исходные группы.

Организация работы домашних групп (8 мин.).

Эксперты возвращаются в свои “домашние” группы и по очереди объясняют членам команды содержание изученного ими раздела:

- Эксперты 1 вопроса объясняют, как определить направление силы Ампера – силы, с которой магнитное поле действует на проводник с током, – используя “правило левой руки” (рисунок 3).
- Эксперты 2 вопроса объясняют, что величина силы Ампера определяется по формуле:

$$F = IBl \sin \alpha$$

Как следует из формулы:

- если проводник с током расположен параллельно вектору магнитной индукции ($\alpha = 0^\circ$ или $\alpha = 180^\circ$), то сила Ампера, действующая на проводник, равна нулю (поскольку $\sin 0^\circ = 0$ и $\sin 180^\circ = 0$): $F = 0$;
- если проводник с током расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции (т. е. $\alpha = 90^\circ$), то сила Ампера принимает максимальное значения (поскольку $\sin 90^\circ = 1$):

$$F_{\max} = IBl.$$

- Эксперты 3 вопроса объясняют следующее:

Модуль магнитной индукции равен отношению максимального значения модуля силы Ампера ($F_{\max}$) к произведению силы тока (I) в проводнике и его длины (l):

$$B = \frac{F_{\max}}{Il}.$$

Единицей измерения индукции магнитного поля в СИ является тесла. Эта величина названа тесла (1Тл) в честь сербского учёного Николы Теслы (1856–1943):

$$[B] = \frac{[F_{\max}]}{[I][l]} = \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} = 1 \text{Тл}.$$

Приводится определение теслы: 1 Тесла (1 Тл) – это индукция такого однородного магнитного поля, которое действует с силой 1 Н на прямой проводник длиной 1 м при силе тока в нем 1 А, расположенный перпендикулярно вектору магнитной индукции.

- Эксперты 4 вопроса объясняют причину возникновения силы Ампера. Отмечается, что на рисунке 4а (рисунок 4.50 а в учебнике) показано поперечное сечение прямого проводника с током, расположенного перпендикулярно плоскости рисунка в однородном магнитном поле. Как видно из рисунка, линии магнитной индукции проводника с током направлены так же, как и линии индукции однородного магнитного поля, над проводником, и в противоположном направлении – под ним. В области, где линии индукции направлены одинаково, поля складываются и усиливают друг друга, в результате чего линии индукции сгущаются. И наоборот, в области, где линии индукции направлены противоположно, поля ослабляют друг друга, вследствие чего линии индукции становятся более разреженными (см. рисунок 4, б).

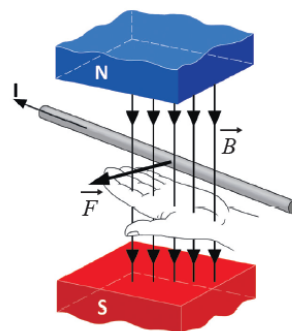


Рисунок 3

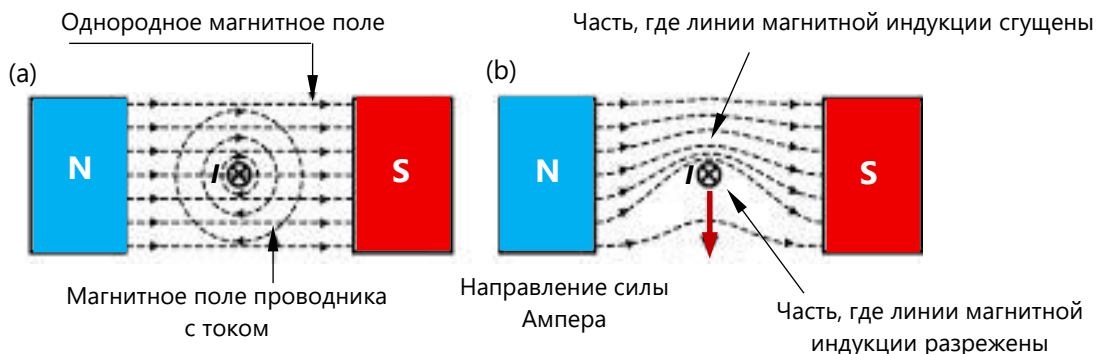


Рисунок 4. Механизм возникновения силы Ампера.

Таким образом, в областях выше и ниже прямого проводника с током относительно плоскости рисунка возникает неравномерное распределение магнитного поля. Сгущенное расположение индукционных линий действует как «растянутая пружина», создавая силу Ампера, которая толкает проводник вертикально вниз относительно плоскости рисунка (см. рисунок 4b).

Группы готовят постеры на основе собранной информации.

Учитель перемещается между группами, слушая их обсуждения и, при необходимости, направляя их в нужное русло краткими пояснениями.

Презентации лидеров групп (по 2 мин. на каждого, всего 8 мин.).

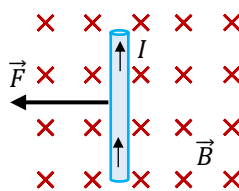
Лидеры групп проводят презентации с использованием постеров. Поскольку все выступления посвящены одним и тем же вопросам и повторяются неоднократно, учащиеся действительно усваивают необходимые знания и навыки по основным понятиям темы.

Подумай•Обсуди•Поделись

Задача 1. На рисунке 4.49 показан проводник с током в однородном магнитном поле.

Вопрос. Как направлена сила Ампера, действующая на проводник?

Ответ. Сила Ампера, действующая на проводник с током, помещенный в магнитное поле, направлена влево согласно правилу левой руки.



ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

Экспериментальная “Задача 2”, представленная в учебнике, решается путем демонстрации.

Вопрос 1. Ответ. При пропускании электрического тока через проводник, закрепленный на штативе, показания весов изменяются вследствие взаимодействия (действия силы Ампера) между магнитным полем, создаваемым проводником, и магнитным полем постоянного магнита, закрепленного на весах. Таким образом, величину силы Ампера можно рассчитать с помощью весов (умножив показания весов на $g = 9,81 \text{ Н/кг}$).

Вопрос 2. Ответ. По мере увеличения силы тока в проводнике, возрастает и сила Ампера в соответствии с формулой $F_{\text{макс}} = IBl$. Согласно третьему закону Ньютона, поскольку изменяется величина силы Ампера, действующей на весы, возникает сила противодействия, влияющая на весы и тем самым изменяющая их показания.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 4 мин.)

На первом этапе оценивания выполняются задания из блока “Проверьте полученные знания”. Правильные ответы приведены ниже:

1. Вопрос 1. Ответ. Сила Ампера определяется по правилу левой руки; она направлена вертикально вниз в плоскости рисунка (рис. 5).

Вопрос 2. Ответ: 0,3 Н.

Дано	Решение	Вычисления
$I = 2A;$ $l = 0,5 \text{ м};$ $B = 0,3 \text{ Тл}.$ $F = ?$	$F_{\text{макс}} = IBl.$	$F = 2A \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ Тл} = 0,3 \text{ Н}$

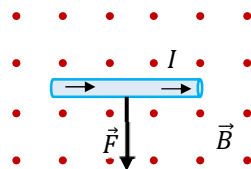


Рисунок 5

Вопрос 3. Ответ: 0,15 Н.

Дано	Решение	Вычисления
$I = 2A;$ $l = 0,5 \text{ м};$ $B = 0,3 \text{ Тл},$ $\alpha = 30^\circ.$ $F = ?$	$F = IBl \sin \alpha$	$F = 2A \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 0,3 \text{ Тл} \cdot \sin 30^\circ$ $=$ $= 0,3 \text{ Н} \cdot 0,5 = 0,15 \text{ Н}.$



Рисунок 6

2. Вопрос. Ответ. Если ток направлен к наблюдателю, а проводник движется влево, то северный и южный полюсы магнита определяются с помощью правила левой руки. При этом учитывается, что полюс, из которого выходят линии магнитного поля и входят в ладонь, – это северный (N) полюс (см. рис. 6).

• На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее разработанных им рубрик.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет действие магнитного поля на проводник с током.	Объясняет действие магнитного поля на проводник с током своими словами.	Объясняет действие магнитного поля на проводник с током, приводя примеры.	Объясняет действие магнитного поля на проводник с током, проводя анализ.
Комментирование	Комментирует магнитную индукцию как силовую характеристику поля на уровне декларативных знаний.	Осознанно комментирует магнитную индукцию как силовую характеристику поля.	Комментирует магнитную индукцию как силовую характеристику поля, проводя анализ.	Комментирует магнитную индукцию как силовую характеристику поля, делая обобщение.
Решение задач	Решает различные простые задачи на действие магнитного поля на проводник с током.	Решает различные задачи средней степени сложности на действие магнитного поля на проводник с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на проводник с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на проводник с током, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Решает различные задачи на действие магнитного поля на прямой проводник с током.
Навыки XXI века	Ученик: • мыслит критически; • работает в группе и сотрудничает; • формулирует гипотезы; • обменивается информацией и обсуждает тему; • выступает с презентацией. • выявляет причинно-следственные связи между событиями.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочий лист, рабочая тетрадь, компьютер, проектор (или интерактивная доска)

Краткий план урока

Рекомендуется проводить урок с использованием интерактивных методов обучения и выстроить его в следующей последовательности:

- 1. Формирование групп и распределение заданий.**
- 2. Обмен информацией и обсуждение в группах.**
- 3. Презентация.**
- 4. Обобщение.**
- 5. Оценивание.**

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ (≈ 6 мин.)

В зависимости от общего числа учащихся в классе, произвольно формируются группы по 4–5 человек. Группам раздаются заранее подготовленные учителем дидактические рабочие листы. Каждый лист содержит три задания. Рекомендуется подбирать задания в виде практических качественных и количественных ситуационных задач. Ниже приведен пример таких заданий.

Лист №1

1. На рисунке 1 показан проводник с током, помещенный в однородное магнитное поле.

Вопрос 1. Как направлена сила Ампера, действующая на проводник? Обоснуйте свой ответ, используя правило левой руки.

Вопрос 2. Если сила тока равна 1 А, длина проводника — 0,5 м, а модуль магнитной индукции $B = 0,4$ Тл, то чему равен модуль силы Ампера?

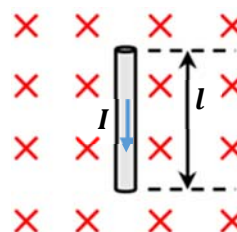


Рисунок 1

2. На рисунке 2 показан механизм возникновения и направление силы Ампера, действующей на проводник с током, расположенный перпендикулярно линиям индукции магнитного поля.

Вопрос 1. Как направлен электрический ток через проводник? Обоснуйте свой ответ.

Вопрос 2. Почему линии магнитной индукции изображены разреженнее над проводником и гуще под ним?

3. На рисунке 3 показан прямой проводник с током, который перемещается вправо внутри подковообразного магнита.

Вопрос. Где находятся северный и южный полюса магнита?

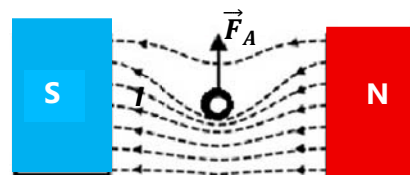


Рисунок 2

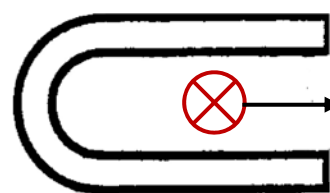


Рисунок 3

Лист №2

1. Прямой проводник с током длиной 20 см помещен в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,6$ Тл под углом 30° к вектору магнитной индукции (рис. 1). Сила тока в проводнике равна 2 А.

Вопрос 1. Чему равен модуль (в ньютонах) силы Ампера, действующей на проводник с током?

Вопрос 2. Какие из следующих утверждений верны?

- а) Сила Ампера прямо пропорциональна углу между прямым проводником с током и вектором магнитной индукции.
- б) Угол 30° между прямым проводником с током и вектором магнитной индукции означает, что величина силы Ампера, действующей на проводник, уменьшается до одной трети от своего максимального значения.
- в) Сила Ампера прямо пропорциональна синусу угла между прямым проводником с током и вектором магнитной индукции.
- г) Сила Ампера не зависит от угла между прямым проводником с током и вектором магнитной индукции.

Вопрос 3. Как изменится сила Ампера, действующая на прямой проводник с током, если его расположить перпендикулярно вектору индукции однородного магнитного поля?

Вопрос 4. В каком случае на прямой проводник с током, помещенный в однородное магнитное поле, не будет действовать сила Ампера? Обоснуйте свой ответ, выполнив схематический рисунок.

2. На рис. 2 показан прямой проводник с током, который перемещается влево внутри подковообразного магнита.

Вопрос. Где находятся северный и южный полюсы магнита?

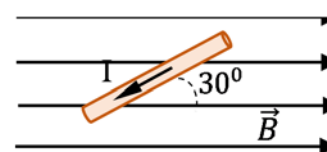


Рисунок 1

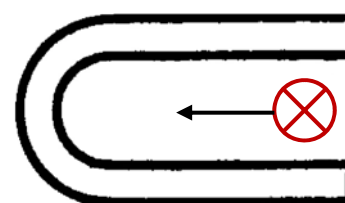


Рисунок 2

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ И ОБСУЖДЕНИЕ В ГРУППАХ (≈ 14 мин.)

Ученики обмениваются информацией, совместно обсуждают и решают задачи, обосновывают свои ответы и создают постеры. Учитель объявляет время, отведенное группам на выполнение задания и подготовку постера.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 16 мин.)

Объявляется, что на презентации лидеров групп отводится определенное время (например, ≈ 4 мин. на каждое выступление, всего ≈ 16 мин.). Заслушиваются презентации, а учитель и другие участники групп при необходимости задают выступающему вопросы.

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 5 мин.)

Учитель завершает презентации вопросами для обобщения:

Учитель: Почему магнитное поле действует на проводник с током?

Учитель: Как определяется направление силы, с которой магнитное поле действует на проводник с током (силы Ампера)?

Учитель: От каких физических величин зависит модуль силы Ампера и по какой формуле она рассчитывается?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Решение задач	Решает различные простые задачи на действие магнитного поля на прямой проводник с током.	Решает различные задачи средней степени сложности на действие магнитного поля на прямой проводник с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на прямой проводник с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на прямой проводник с током, проводя анализ.

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет, от каких физических величин зависит сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током. • Комментирует, как можно вычислить модуль индукции магнитного поля. • Решает различные задачи на определение силы Ампера и модуля индукции магнитного поля.
Навыки XXI века	Ученик: • мыслит критически; • работает в группе и сотрудничает; • формулирует гипотезы; • обменивается информацией и обсуждает тему; • выступает с презентацией.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочий лист, рабочая тетрадь, компьютер, проектор (или интерактивная доска)

Краткий план урока

Рекомендуется проводить занятие с использованием интерактивных методов обучения и выстроить его следующим образом:

- 1. Формирование групп и распределение заданий.**
- 2. Обмен информацией и обсуждение в группах.**
- 3. Презентация.**
- 4. Обобщение.**
- 5. Оценивание.**

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ (≈ 6 мин.)

В зависимости от общего числа учащихся в классе, произвольно формируются группы по 4–5 человек. Группам раздаются заранее подготовленные учителем дидактические рабочие листы. Каждый лист содержит три задания. Рекомендуется подбирать задания в виде практических качественных и количественных ситуационных задач. Ниже приведен пример таких заданий.

Лист №1

1. Прямой проводник длиной l , с силой тока I , помещен в однородное магнитное поле, перпендикулярно вектору магнитной индукции $\vec{B}$.

Вопрос 1. Если силу тока уменьшить в 2 раза, а магнитная индукция увеличить в 4 раза, то как изменится сила Ампера, действующая на проводник?

Вопрос 2. Если длину проводника в однородном магнитном поле увеличить в 2 раза, а силу тока и магнитную индукцию уменьшать в 2 раза, то как изменится сила Ампера, действующая на проводник?

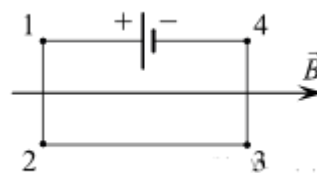
2. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямых горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4 и 4–1) и источника тока, расположена в однородном магнитном поле. Вектор магнитной индукции направлен горизонтально вправо.

Вопрос 1. Как направлена сила Ампера, действующая со стороны данного магнитного поля на проводник с током 2–3?

Вопрос 2. Как направлена сила Ампера, действующая со стороны данного магнитного поля на проводник с током 3–4?

3. На прямой проводник длиной 0,08 м с силой тока $I=2\text{А}$, помещенный перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле с индукцией B , действует сила Ампера, равная 3,2 Н.

Вопрос: Чему равен модуль индукции магнитного поля?



Лист №2

1. Прямолинейный проводник длиной l с силой тока I , помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции $\vec{B}$.

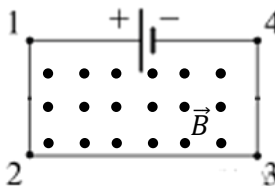
Вопрос 1. Если силу тока увеличить в 1,5 раза, а магнитную индукцию уменьшить в 2,5 раза, то как изменится сила Ампера, действующая на проводник?

Вопрос 2. Если длину проводника увеличить в однородном магнитном поле в 2,4 раза, а силу тока и магнитную индукцию изменить так, чтобы они составили 0,8 от первоначальных значений, то как изменится сила Ампера?

2. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямых горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4 и 4–1) и источника тока, расположена в однородном магнитном поле. Вектор магнитной индукции направлен перпендикулярно из плоскости рисунка к нам.

Вопрос 1. Как направления сила Ампера, действующая со стороны данного магнитного поля на проводник с током 4–1?

Вопрос 2. Как направления сила Ампера, действующая со стороны данного магнитного поля на проводник с током 1–2 с током?



3. На прямой проводник длиной 1 м с силой тока $I = 1,5\text{ А}$, помещенный перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле, действует сила Ампера, равная 3 Н.

Вопрос: Чему равен модуль индукции магнитного поля?

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ И ОБСУЖДЕНИЕ В ГРУППАХ (≈ 18 мин.)

Учащиеся обмениваются информацией, совместно обсуждают и решают задачи, обосновывают свои ответы и создают постеры. Учитель объявляет время, отведенное группам на выполнение задания и подготовку постера.

ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 16 мин.)

Объявляется, что на презентации лидеров групп отводится определенное время (например ≈ 4 мин. на каждое выступление, всего ≈ 16 мин.). После презентаций учитель и другие участники групп при необходимости задают выступающему вопросы.

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 3 мин.)

Учитель завершает презентации обобщающими вопросами:

Учитель: При каких условиях на прямой проводник с током, помещенный в магнитное поле, действует большая сила Ампера?

Учитель: В каком случае на прямой проводник с током, помещенный в магнитное поле, не действует сила Ампера?

Учитель: Если прямой проводник с током поместить в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции магнитного поля, чему будет равен модуль индукции магнитного поля?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет, от каких физических величин зависит сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током.	Осознанно объясняет, от каких физических величин зависит сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током.	Объясняет, от каких физических величин зависит сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током, приводя примеры.	Объясняет, от каких физических величин зависит сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник с током, проводя анализ.
Комментирование	С трудом комментирует, как можно вычислить модуль индукции магнитного поля.	Самостоятельно комментирует, как можно вычислить модуль индукции магнитного поля.	Комментирует, как можно вычислить модуль индукции магнитного поля, проводя анализ.	Комментирует, как можно вычислить модуль индукции магнитного поля, проводя обобщение.
Решение задач	Решает различные простые задачи на определение силы Ампера и модуля индукции магнитного поля.	Решает различные задачи средней степени сложности на определение силы Ампера и модуля индукции магнитного поля.	Решает различные задачи высокой степени сложности на определение силы Ампера и модуля индукции магнитного поля.	Решает различные задачи высокой степени сложности на определение силы Ампера и модуля индукции магнитного поля, проводя анализ.

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет действие магнитного поля на рамку с током. • Комментирует области применения действия магнитного поля на рамку с током. • Решает различные задачи на действие магнитного поля на рамку с током.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции; • использует программное обеспечение на базе искусственного интеллекта; • выполняет практические задания по теме и представляет их результаты; • мыслит критически; • задает вопросы, участвует в дискуссиях и работает как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, источник питания (выпрямитель), устройство для демонстрации вращения проводящей рамки в магнитном поле, плоский магнит (2 шт.), деревянная или пластиковая подставка (2 шт.), соединительные провода, компьютер, проектор или интерактивная доска.
Электронные ресурсы	1. https://www.youtube.com/watch?v=8J6MQgBXpTs 2. https://www.youtube.com/watch?v=WhmUzc-MEZA 3. https://www.youtube.com/watch?v=kKjbLBr1FPM 4. https://www.youtube.com/watch?v=4VEv9U_V0YE

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E, такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация

Демонстрируются фотографии различных электрических устройств и предлагаются два вопроса для обсуждения:

- Какое превращение энергии происходит в основном в этих устройствах?
- На каком физическом явлении основано такое превращение энергии?

Исследование (Деятельность)

Проводится исследование "Рамка с током в однородном магнитном поле".

Объяснение

Этот этап организуется с использованием интерактивного метода обучения.

Применение

Решение задачи на определение направления силы Ампера, действующей на рамку с током, в однородном магнитном поле.

Оценивание

1. Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая различные задачи из учебника.

2. Результаты работы учащихся оцениваются индивидуально на основе разработанных ранее рубрик оценивания.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

Представлены фотографии распространенных современных электроприборов – таких как электрический вентилятор, соковыжималка, мясорубка, электрический водяной насос, миксер и дрель, – и для обсуждения выносятся следующие вопросы:

- Какое превращение энергии происходит в основном в этих устройствах?
- На каком физическом явлении основано такое превращение энергии?

На основе гипотез, предложенных учащимися, формулируется исследовательский вопрос.

Исследовательский вопрос

- Какую роль в развитии современных технологий играет использование действия магнитного поля на проводник с током?

ИССЛЕДОВАНИЕ (≈ 7 мин.)

Учителю рекомендуется продемонстрировать опыт “Рамка с током в однородном магнитном поле”. Он проводится в следующей последовательности:

I. Учащихся знакомят с комплектом оборудования.

II. Обозначаются этапы выполнения задания.

III. Опыт демонстрируется в соответствии с инструкцией.

Примечание! Рекомендуется показать трехмерную модель эксперимента, воспользовавшись QR-кодом из учебника. Это позволит сэкономить примерно 10–12 минут учебного времени.

IV. Обсуждение основано на вопросах, представленных в учебнике.

- Что вы наблюдали, когда в рамке, способной вращаться, расположенной в магнитном поле, не было тока?

Ответ. Пока в рамке не было тока, она оставалась неподвижной.

- Что происходило, когда через рамку проходил ток?

Ответ. При прохождении электрического тока рамка начинала вращаться.

- Что наблюдалось при увеличении или уменьшении силы тока в рамке, а также при изменении направления тока?

Ответ. При увеличении силы тока скорость вращения рамки возрастала, а при уменьшении – снижалась. При изменении направления тока рамка начинала вращаться в противоположную сторону.

- Как изменение положения полюсов неподвижного магнита влияло на рамку с током?

Ответ. Перестановка полюсов постоянного магнита изменила направление вращения рамки.

- Какое обобщение можно сделать на основе результатов эксперимента?

Ответ. На основе результатов эксперимента можно сделать следующее обобщение: постоянное магнитное поле оказывает силу Ампера на рамку с током, заставляя её вращаться вокруг неподвижной оси.

Учащиеся отвечают на эти вопросы, основываясь на первоначальных наблюдениях, но полный и правильный вывод формулируется на следующем этапе урока. Вместо того чтобы просто оценивать ответы, учитель направляет учащихся к более точному заключению.

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 25 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап под руководством преподавателя, используя интерактивный метод обучения и следуя приведенной ниже последовательности действий:

1. Группам раздаются заранее подготовленные преподавателем дидактические рабочие листы (с заданиями). Учащиеся обсуждают вопросы, обмениваются информацией и готовят постер для презентации. Объявляется время, отведенное на выполнение задания (≈ 10 мин.).

Примечание: Дидактические рабочие листы могут быть подготовлены на основе предложенных образцов.

Количество рабочих листов соответствует количеству групп, а вопросы охватывают различные аспекты изучаемой темы.

Лист №1

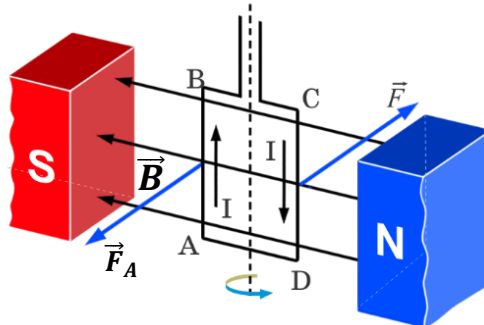
1. Электродвигатели и генераторы – это устройства, широко используемые как в быту, так и в промышленности.

Вопрос: В чём сходства и различия в принципах работы этих устройств?

2. Рамка с током, способная вращаться вокруг вертикальной оси, расположена параллельно линиям индукции однородного магнитного поля так, как показано на рисунке.

Вопрос: Что будет наблюдаться в состоянии рамки, если смотреть на неё сверху? Выберите правильный вариант и обоснуйте свой ответ.

- a. Рамка останется в состоянии покоя.
- b. Рамка будет вращаться против часовой стрелки вокруг вертикальной оси.
- c. Рамка будет вращаться по часовой стрелке вокруг вертикальной оси.
- d. Рамка будет непрерывно вращаться вокруг горизонтальной оси.



Лист №2

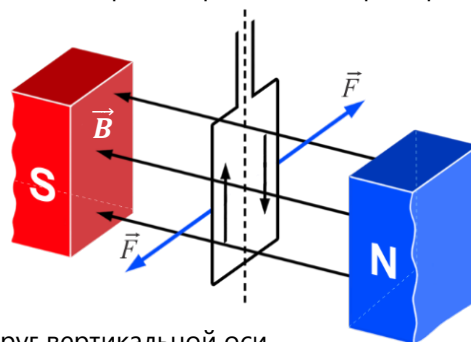
1. Невозможно представить электротехнику без электроизмерительных приборов (амперметров, вольтметров и т. д.).

Вопрос. На каком явлении основан принцип работы электроизмерительных приборов? Обоснуйте свой ответ.

2. Рамка с током, способная вращаться вокруг вертикальной оси, расположена перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля так, как показано на рисунке.

Вопрос. Что будет наблюдаться в состоянии рамки, если смотреть на неё сверху? Выберите правильный вариант и обоснуйте свой ответ.

- a. Рамка останется в состоянии покоя.
- b. Рамка будет вращаться против часовой стрелки вокруг вертикальной оси.
- c. Рамка будет вращаться по часовой стрелке вокруг вертикальной оси.
- d. Рамка будет непрерывно вращаться вокруг горизонтальной оси.



Лист №3

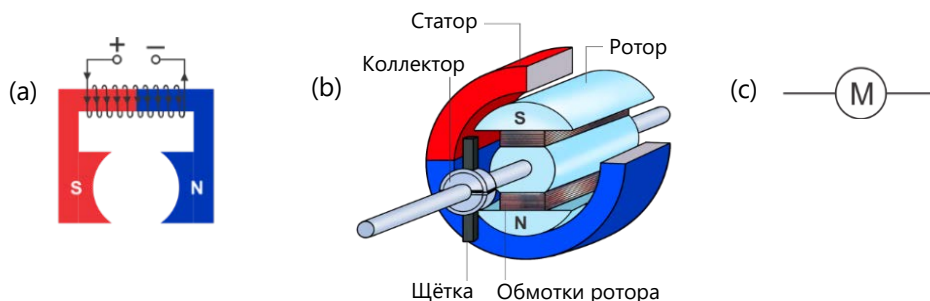
1. На рамку с током, помещенную в однородное магнитное поле, действует сила Ампера.

Вопрос. Как определяется направление силы Ампера?

2. Электродвигатель – одно из наиболее распространенных устройств в быту и технике.

Вопрос 1. Что такое электродвигатель?

Вопрос 2. Объясните принцип работы электродвигателя на основе приведенных рисунков.



2. Группам предоставляется бумага формата A2 (при наличии) или двойной лист бумаги в клетку для подготовки презентаций.

3. Каждому лидеру группы выделяется определенное время для презентации на основе подготовленного постера (≈ 3 мин. на каждого лидера; всего ≈ 12 мин.).

4. Проводится краткий опрос для подведения итогов презентаций учеников (≈ 3 мин.):

Учитель: При каких условиях сила Ампера действует на рамку с током, способную вращаться вокруг вертикальной оси в однородном магнитном поле?

Учитель: Почему проводящая рамка с током, помещенная в однородное магнитное поле и способная вращаться вокруг вертикальной оси, совершает вращательное движение под действием силы Ампера?

Учитель: Почему направление вращения рамки меняется при смене положения магнитных полюсов или при изменении направления тока внутри рамки на противоположное?

Учитель: Как достигается непрерывное вращение в одном направлении рамки с током? Какие технологические элементы используются для этой цели?

Учитель: В каких областях применяется сила Ампера? Приведите два примера.

Подумай•Обсуди•Поделись

• Что определяет действие силы Ампера, которая придает вращательное движение рамке с током?

Ответ. На силу Ампера, способную вращать рамку с током, влияют несколько факторов.

К ним относятся:

- направление тока в рамке;
- сила тока;
- направление вектора индукции магнитного поля;
- модуль вектора индукции магнитного поля;
- геометрия рамки с током – то есть её расположение в магнитном поле.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 4 мин.)

На данном этапе рекомендуется решить качественную задачу с рисунком, приведенную в учебнике. Ответы на поставленный в задаче вопрос следующие:

Вопрос 1. Ответ. После замыкания ключа направление вращения рамки с током зависит от направления действия силы Ампера. Направление действия силы Ампера определяется по правилу левой руки. Применение этого правила показывает, что:

- поскольку ток в левой части контура направлен вертикально вниз в плоскости рисунка, сила Ампера перпендикулярна плоскости и направлена к нам (см. рисунок 1);

- поскольку ток в правой части контура направлен вертикально вверх в плоскости рисунка, сила Ампера направлена от нас перпендикулярно.

Таким образом, если смотреть на рамку с током сверху, можно увидеть, что под действием силы Ампера она вращается против часовой стрелки.

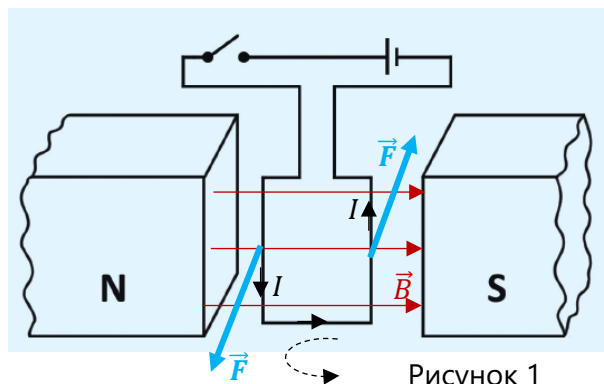


Рисунок 1

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

На первом этапе оценивания выполняются задания из блока "Проверьте полученные знания". Правильные ответы следующие:

1. Вопрос 1. Ответ. Направление вращения рамки с током, показанной на рисунке 2 (рисунок 4.60 в учебнике), можно изменить двумя способами. Во-первых, изменив направление тока в рамке (поменяв местами выходы источника тока, подключенные к щеткам); во-вторых, поменяв местами полюсы внешнего магнитного поля.

Вопрос 2. Ответ. Чтобы увеличить скорость вращения рамки, необходимо увеличить либо силу тока, либо число витков в рамке.

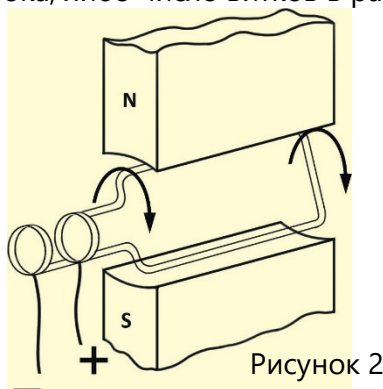


Рисунок 2

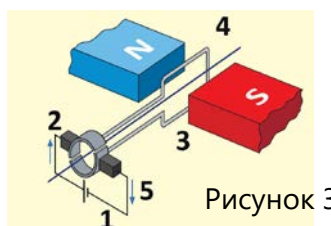


Рисунок 3

2. Вопрос 1. Ответ. Следующие части двигателя обозначены цифрами (Рисунок 3; Рисунок 4.61 в учебнике): 1 и 2 – коллекторы; 3 – проводящая рамка; 4 – полюса постоянного магнита; 5 – щетка.

Вопрос 2. Ответ. Изображенное устройство – а именно металлические полукольца (коллекторы) – обеспечивает периодическое изменение направления тока внутри рамки, тем самым поддерживая непрерывное вращение рамки.

Щетки соединяют концы рамки с источником тока, позволяя току проходить в ней.

Вопрос 3. Ответ. Если сила тока в рамке увеличивается, то и магнитная сила, действующая на рамку, также увеличивается.

На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее разработанных им рубрик.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	С трудом объясняет действие магнитного поля на рамку с током	Объясняет действие магнитного поля на рамку с током своими словами	На основании анализа объясняет действие магнитного поля на рамку с током	Объясняет действие магнитного поля на рамку с током, делая обобщение
Комментирование	Формально комментирует области применения действия магнитного поля на рамку с током	Осознанно комментирует области применения действия магнитного поля на рамку с током	Комментирует области применения действия магнитного поля на рамку с током, приводя примеры	Комментирует области применения действия магнитного поля на рамку с током на основе анализа
Решение задач	Решает различные простые задачи на действие магнитного поля на рамку с током	Решает различные задачи средней степени сложности на действие магнитного поля на рамку с током	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на рамку с током	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на рамку с током, оценивая результат

Урок 90/Тема:

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет физический механизм действия магнитного поля на рамку с током. • Решает различные задачи на действия магнитного поля на рамку с током.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • взаимодействует с окружающими; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает задачи (качественно или количественно); • проверяет результат и выступает с презентацией.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер и проектор (или интерактивная доска)

Краткий план урока

Поскольку предложенная задача носит качественный характер, ее решение осуществляется в два этапа: изучение текста задачи и анализ задачи.

Изучение текста задачи. Этот этап включает следующие последовательные шаги:

1. Чтение текста задачи.

2. Организация фронтального опроса по тексту задачи.

3. Комментарии краткого содержания задачи.

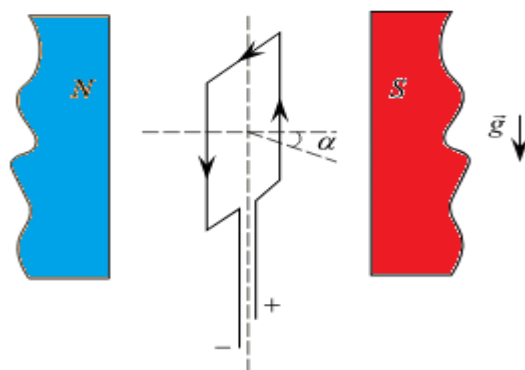
Анализ задачи. Организация фронтального опроса по теме, к которой относится задача, и анализ хода ее решения.

Оценивание. Результаты работы учащихся оцениваются индивидуально на основе разработанных ранее рубрик оценивания.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 6 мин.)

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записываются на доске. Сначала текст задачи один раз читает учитель, а затем его читает вслух ученик.

Задача № 1. Рамка с током, способная свободно вращаться вокруг оси симметрии, помещена в однородное магнитное поле, как показано на рисунке. Нормаль к плоскости рамки образует угол α с линиями индукции магнитного поля.



Вопрос. Что будет наблюдаться после того, как рамку поместят в магнитное поле?

А) Рамка останется неподвижной.

В) Рамка начнет вращаться по часовой стрелке вокруг вертикальной оси симметрии (при взгляде сверху).

С) Рамка начнет вращаться против часовой стрелки вокруг вертикальной оси симметрии (при взгляде сверху).

Д) Рамка начнет вращаться против часовой стрелки вокруг горизонтальной оси симметрии (при взгляде сбоку).

Е) Рамка начнет вращаться по часовой стрелке вокруг горизонтальной оси симметрии (при взгляде сбоку).

2. Организация фронтального опроса по условию задачи. Проводится обсуждение содержания задачи со всем классом.

Учитель: Что изображено на рисунке?

Ученик: На рисунке показана рамка с током, помещенная в однородное магнитное поле, способная свободно вращаться вокруг оси симметрии.

Учитель: Как направлена нормаль к плоскости рамки относительно линий индукции магнитного поля?

Ученик: Нормаль к плоскости рамки образует угол α с линиями индукции магнитного поля.

Учитель: Что требуется определить в задаче?

Ученик: Требуется определить, что будет наблюдаться после того, как рамку с током поместят в магнитное поле.

3. Комментарии краткого содержания задачи. Ученик пересказывает условия задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 8 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: Кто первым определил действие магнитного поля на проводник с током?

Ученик: Французский ученый А. Ампер экспериментально определил действие магнитного поля на проводник с током.

Учитель: Как можно определить направление силы Ампера, действующей на проводник с током в однородном магнитном поле?

Ученик: Направление силы Ампера, действующей на проводник с током в однородном магнитном поле, можно определить по правилу левой руки.

Учитель: Что гласит правило левой руки для силы Ампера?

Ученик: Правило левой руки для силы Ампера гласит: левую руку следует поместить в магнитном поле так, чтобы линии индукции входили в ладонь перпендикулярно, а четыре вытянутых пальца соответствовали направлению тока. В этом случае большой палец, отогнутый под углом 90° , указывает направление силы Ампера, действующей на проводник с током.

Учитель: Чему равен модуль силы Ампера?

Ученик: Модуль силы Ампера определяется выражением $F = IB\sin\alpha$.

Учитель: Как должна быть расположена в однородном магнитном поле рамка с током, чтобы на неё действовала сила Ампера, поворачивающая её вокруг оси симметрии?

Ученик: Когда плоскость рамки с током расположена параллельно линиям индукции магнитного поля, на ее боковые стороны действуют две силы Ампера, направленные перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Эта пара сил вызывает вращение рамки (см. рис. 1).

Учитель: Исходя из условия задачи, как будут направлены две силы Ампера, действующие на рамку с током, помещенную в однородное магнитное поле и способную свободно вращаться вокруг оси симметрии?

Ученик: Две силы Ампера действуют в противоположных направлениях на стороны рамки с током: одна из них направлена от нас, а другая – к нам (см. рис. 2).

Учитель: В каком направлении, следовательно, будет вращаться рамка с током в однородном магнитном поле? Какой из вариантов ответа правильный?

Ученик: Следовательно, рамка с током будет вращаться против часовой стрелки вокруг вертикальной оси симметрии. Таким образом, правильный вариант ответа – С).

Примечание 1. С помощью данной методики в ходе урока можно решить ряд качественных задач.

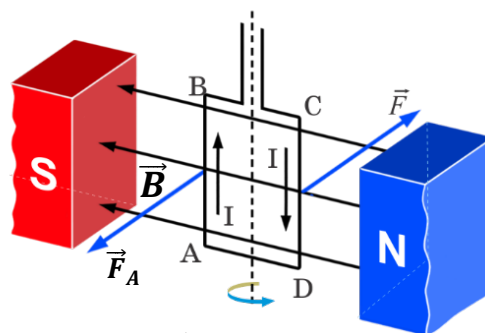


Рисунок 1

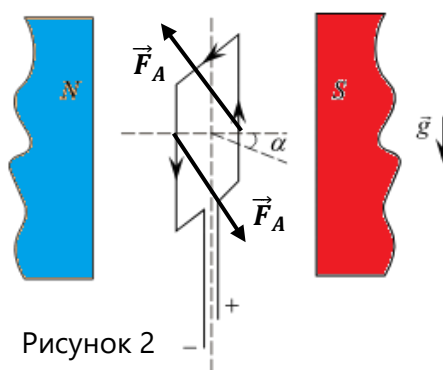


Рисунок 2

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физический механизм действия магнитного поля на рамку с током.	Осознанно объясняет физический механизм действия магнитного поля на рамку с током.	Объясняет физический механизм действия магнитного поля на рамку с током, приводя примеры.	Объясняет физический механизм действия магнитного поля на рамку с током, оценивая результат.
Решение задач	Решает различные простые задачи на действие магнитного поля на рамку с током.	Решает различные задачи средней степени сложности на действие магнитного поля на рамку с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на рамку с током.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на рамку с током, оценивая результат.

Урок 91/Тема: 4.2.3

ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ДВИЖУЩИЕСЯ ЗАРЯЖЕННЫЕ ЧАСТИЦЫ – СИЛА ЛОРЕНЦА

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет физический механизм действия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу. • Решает различные задачи на силу Лоренца, действующую со стороны магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.
Навыки XXI века	Ученик: • использует интерактивные симуляции (PhET и др.); • проводит простые исследования по теме и представляет их результаты; • мыслит критически; • задает вопросы и формулирует гипотезы; • применяет теоретические знания на практике; • умеет работать как индивидуально, так и в группе.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, источник постоянного тока, неглубокая двухэлектродная электролитическая ванна (прозрачная ванна), дистиллированная вода, сульфат меди(II), лампа, ключ, соединительные провода, постоянные магнитные диски (2–3 шт.), древесные опилки, клейкая лента, штатив с зажимом, компьютер и проектор.

Краткий план урока

Урок планируется провести с использованием модели 5Е.

Мотивация

Учащиеся знакомятся с новой темой через обсуждение следующего вопроса:

- На какие свойства частиц может влиять магнитное поле, и от чего зависит это влияние?

Исследование

Исследуется влияние магнитного поля на процесс электролиза.

Объяснение

Организация работы в группах и обсуждение презентаций.

Применение

Влияние магнитного поля на движущуюся заряженную частицу рассматривается в ходе решения качественной задачи.

Оценивание

1. Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая различные задачи из учебника.
2. Результаты работы учащихся оцениваются индивидуально на основе разработанных ранее рубрик оценивания.

МОТИВАЦИЯ (≈ 3 мин.)

Рекомендуется представить научную информацию о том, как часть потока частиц с высокой энергией из космоса проходит сквозь атмосферу Земли, а другая часть отклоняется, после чего необходимо обсудить следующий вопрос:

- На какие свойства частиц может влиять магнитное поле, и от чего зависит это влияние?

Примечание: Ожидается, что к концу урока учащиеся смогут уверенно дать правильные ответы. Однако на данном этапе на доске фиксируются ключевые слова из ответов, и начинается следующий этап урока.

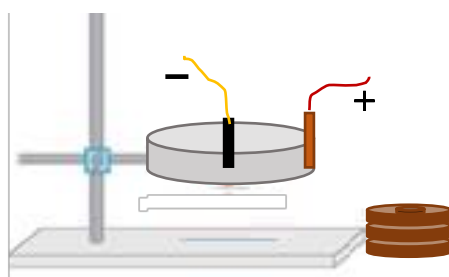
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 10 мин.)

Для эффективного использования учебного времени рекомендуется, чтобы учитель провел этот этап в форме демонстрации.

- I. Учащиеся знакомятся с приборами и оборудованием, входящими в комплект.
- II. Проводится краткий опрос по этапам выполнения работы. В ходе обсуждения учащимся напоминают о явлении “электролитической диссоциации” – понятии, изучаемом в курсе химии 8-го класса.
- III. Проведение эксперимента.

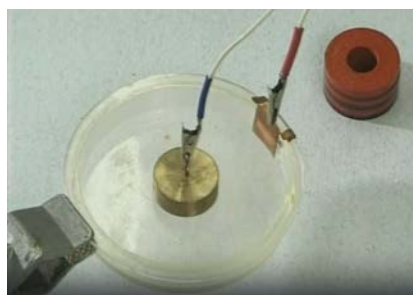
Эксперимент выполняется по плану, приведенному в учебнике. Под сосуд, в котором происходит электролиз, помещают постоянный магнитный диск, а на поверхность раствора электролита насыпают древесные опилки (Рисунок 1; Рисунок 4.64 в учебнике). Во время электролиза учащиеся наблюдают круговое движение опилок. При смене полюсов магнита наблюдается изменение направления движения опилок. Повторение эксперимента с изменением направления тока, подаваемого на электроды, также наглядно демонстрирует изменение направления вращения опилок на поверхности раствора электролита.

IV. Причины наблюдаемых явлений обсуждаются на основе вопросов, приведенных в учебнике. Учащиеся дают предварительные ответы на эти вопросы, однако полное и правильное заключение формулируется на следующем этапе урока. Вместо того чтобы оценивать ответы, учитель направляет учащихся к более точному выводу.

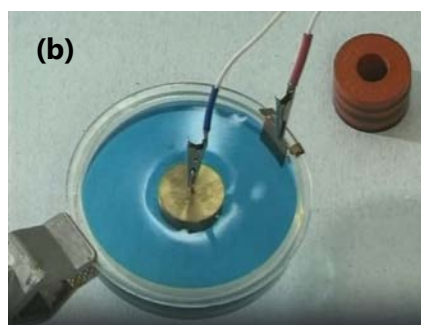


Вид сбоку

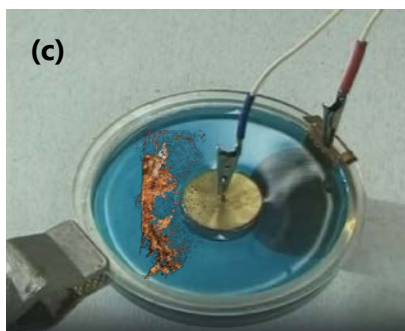
(a)



Вид сверху



(b)



(c)

Рисунок 1

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 25 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап под руководством учителя с использованием интер-активного метода обучения, следуя приведенному ниже алгоритму:

1. Учащиеся делятся на группы. Группам раздаются заранее подготовленные рабочие листы с заданиями. Учащиеся обсуждают вопросы и готовят плакат для презентации. Для этого группам выдаются листы бумаги формата A2 (при наличии) или двойные листы в клетку.

Группам сообщается время, отведенное на выполнение заданий (≈ 10 мин.).

Примечание: Рабочие листы можно подготовить по образцам, представленным на Рисунке 2. Количество листов должно соответствовать числу групп, а вопросы – охватывать различные аспекты изучаемой темы.

2. Каждому представителю группы отводится время на презентацию результатов работы с плакатом (≈ 3 мин. на выступающего; всего ≈ 12 мин.).

3. Проводится краткий опрос для обобщения материала на основе презентаций лидеров (≈ 3 мин.):

Учитель: Что такое сила Лоренца?

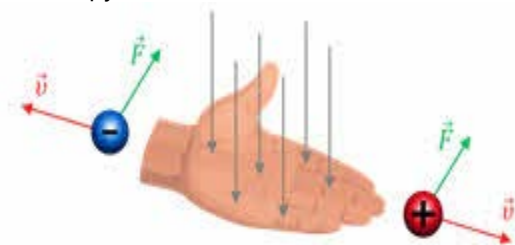
Учитель: На какие частицы действует сила Лоренца?

Учитель: По какой формуле можно определить модуль силы Лоренца?

Учитель: При каких условиях сила Лоренца достигает максимального значения? Что гласит правило левой руки для силы Лоренца?

Лист №1

1. Какую силу называют силой Лоренца? Чем она отличается от силы Ампера?
2. На какие частицы действует сила Лоренца?
3. По какой формуле можно определить модуль силы Лоренца?
4. Объясните рисунок, используя правило левой руки.



Лист №2

1. Что такое сила Лоренца?
2. От каких величин зависит модуль силы Лоренца?
3. Как движется заряженная частица, влетающая в однородное магнитное поле, под действием силы Лоренца?
4. Объясните рисунок, используя правило левой руки.

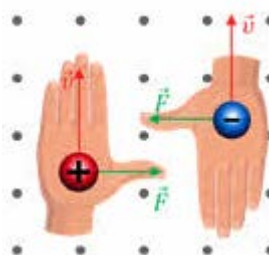


Рисунок 2

Подумай•Обсуди•Поделись

Если заряженная частица входит в магнитное поле параллельно линиям индукции, то есть, $\alpha = 0^\circ$ или $\alpha = 180^\circ$, по какой траектории она будет двигаться? Почему?

Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Если заряженная частица влетает в магнитное поле, двигаясь параллельно линиям магнитной индукции (то есть под углом $\alpha = 0^\circ$ или $\alpha = 180^\circ$), она продолжит движение по прямолинейной траектории с постоянной скоростью. Это объясняется тем, что, согласно формуле $F_L = q_0 B v \sin \alpha$, сила Лоренца, действующая на частицу, равна нулю ($F_L = 0$).

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 3 мин.)

Ученики применяют полученные знания для решения задачи с рисунком или схемой (см. рис. 3; рис. 4.67 в учебнике). Ответы на вопросы, поставленные в задаче, приведены ниже:

Вопрос 1. Ответ.

- Поскольку магнитное поле, по определению, не оказывает силового действия на незаряженную частицу, она продолжит двигаться по прямолинейной траектории в магнитном поле (см. рисунок 4).
- На отрицательно заряженную частицу будет действовать сила Лоренца, направленная вправо в плоскости рисунка (согласно правилу левой руки). В результате частица будет совершать вращательное движение по часовой стрелке (см. рис. 4).

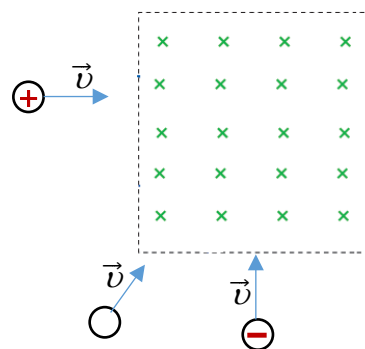


Рисунок 3

- На положительно заряженную частицу будет действовать сила Лоренца, направленная вертикально вверх в плоскости рисунка (согласно правилу левой руки). Таким образом, если учитывать направление скорости $\vec{v}$ частицы, то в магнитном поле она будет совершать движение по окружности против часовой стрелки (см. рис. 4).

Вопрос 2. Ответ. Если заряженная частица неподвижна в магнитном поле (т. е. $v=0$), то сила Лоренца на нее действовать не будет: $F_L = 0$.

Вопрос 3. Ответ. Если бы эти частицы влетали параллельно линиям индукции поля, их траектории были бы прямолинейными. Это объясняется тем, что когда вектор скорости частицы параллелен вектору магнитной индукции – то есть при $\alpha = 0^\circ$ или $\alpha = 180^\circ$ получим $F_L = 0$.

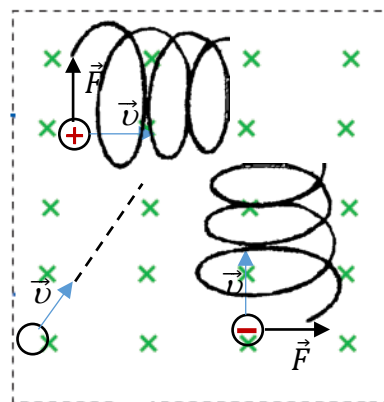


Рисунок 4

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 5 мин.)

Ожидаемые ответы на задания в этом блоке приведены ниже.

1. **Вопрос 1.** Ответ. Для решения задачи используются два последовательных действия:

1) Определяется направление вектора индукции магнитного поля для областей над прямым проводником с током и под ним, изображенным в плоскости рисунка. На основании правила буравчика (или правила правой руки) установлено, что над проводником вектор магнитной индукции направлен перпендикулярно плоскости рисунка к нам (обозначено символом "•"), а под ним – перпендикулярно плоскости рисунка от нас (обозначено символом "x") (рис. 5).

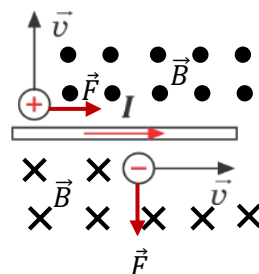


Рисунок 5

2) Направление силы Лоренца, действующей на положительно и отрицательно заряженные частицы, движущиеся со скоростью $\vec{v}$ в магнитном поле с известным направлением линий индукции, определяется по правилу левой руки (см. рисунок 5).

Вопрос 2. Ответ. Если направление тока в проводнике изменяется, то изменится и направление векторов индукции магнитного поля, создаваемых проводником с током, в плоскости рисунка; следовательно, направление силы Лоренца, действующей на заряженные частицы, меняется на противоположное (см. рисунок 6).

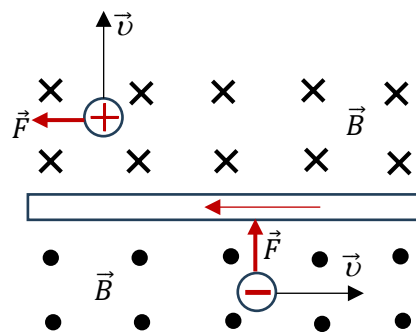


Рисунок 6

2. Вопрос. Ответ. Поскольку частица 1 не имеет заряда, сила Лоренца на нее действовать не будет, и она продолжит движение по прямолинейной траектории. Сила Лоренца не будет действовать и на отрицательно заряженную частицу 2, так как вектор ее скорости параллелен вектору индукции магнитного поля. По этой причине она также продолжит движение по прямолинейной траектории (рис. 7; рис. 4.69 в учебнике).

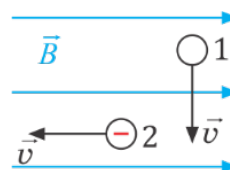


Рисунок 7

3. Электрон влетает в магнитное поле с индукцией $B = 1,6 \text{ мТл}$ под углом 30° к линиям индукции со скоростью $v = 5,6 \cdot 10^3 \text{ м/с}$. Чему равен модуль силы Лоренца, действующей на электрон ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$)?

Решение.

Дано	Решение
$B = 1,6 \text{ мТл} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Тл},$ $\alpha = 30^\circ,$ $v = 5,6 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}},$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}.$ $F_L = ?$	$F_L = eBv \sin \alpha$
	Вычисления
	$F_L = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \cdot 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Тл} \cdot 5,6 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sin 30^\circ =$ $= 7,168 \cdot 10^{-19} \text{ Н}.$ Ответ: $F_L = 7,168 \cdot 10^{-19} \text{ Н}$

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физический механизм действия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	Объясняет физический механизм действия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу своими словами.	Объясняет физический механизм действия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу на основе анализа.	Объясняет физический механизм действия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу, проводя обобщение.
Решение задач	Решает различные простые задачи на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу – на силу Лоренца.	Решает различные задачи средней степени сложности на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу – на силу Лоренца.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу – на силу Лоренца.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу – на силу Лоренца, оценивая результат.

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Объясняет физический механизм действия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу. • Решает различные задачи на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • взаимодействует с окружающими; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает задачи (качественно или количественно); • проверяет результат и выступает с презентацией.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер и проектор (или интерактивная доска)

Краткий план урока

Решение различных задач по данной теме. Если задача носит качественный характер, ее решение проходит в два этапа: "Изучение текста задачи" и "Анализ задачи". Если задача количественная, решение осуществляется в четыре этапа: "Изучение текста задачи", "Анализ задачи", "Написание условия задачи и приведение единиц измерения к единой системе" и "Решение задачи в общем виде и выполнение вычислений".

Изучение текста задачи. Этот этап включает следующие последовательные шаги:

1. Чтение условия задачи.
2. Организация фронтального опроса по условию задачи.
3. Комментирование краткого содержания задачи.

Анализ задачи. Организация фронтального опроса по теме, к которой относится задача, и анализ хода ее решения.

Написание условия задачи и приведение единиц измерения к единой системе. Перечисление величин, данных в условии задачи; если величины представлены в разных системах измерения, они переводятся в систему СИ.

Решение задачи в общем виде и выполнение вычислений. Записываются формулы, выбранные на этапе "Анализа задачи", и выводится итоговая формула путем их совместного преобразования. Определяется искомая физическая величина на основе полученной формулы.

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по уровням.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 8 мин.)

1. Чтение условия задачи. Номер и место задачи записаны на доске. Сначала текст задачи один раз читает учитель, а затем его читает вслух ученик.

Задача № 1 (см.: Рабочая тетрадь, часть II, с. 47, задача № 3). На рисунке 1 показано направление скорости трех электронов в однородном магнитном поле.

Вопрос 1. На какой электрон не будет действовать магнитное поле?

Вопрос 2. На какой электрон будет действовать бо́льшая сила Лоренца? Для этого примите во внимание следующие характеристики:

- $v_1 = 5,2 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, вектор скорости перпендикулярен вектору индукции магнитного поля;
- $v_2 = 5,2 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, вектор скорости образует угол 180° с вектором индукции магнитного поля;
- $v_3 = 10,4 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, вектор скорости образует угол 30° с вектором индукции магнитного поля.

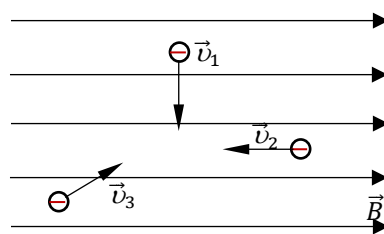


Рисунок 1

2. Организация фронтального опроса по условию задачи. Проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: Что изображено на рисунке?

Ученик: На рисунке показаны направление скорости трех электронов в однородном магнитном поле.

Учитель: О чем спрашивается в первом вопросе?

Ученик: В первом вопросе спрашивается, на какой электрон не будет действовать магнитное поле.

Учитель: А о чем спрашивается во втором вопросе?

Ученик: Во втором вопросе спрашивается, на какой электрон будет действовать бо́льшая сила Лоренца.

Учитель: Какие характеристики необходимо при этом учитывать?

Ученик: Для этого необходимо учитывать следующие характеристики:

- $v_1 = 5,2 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, вектор скорости перпендикулярен вектору индукции магнитного поля;
- $v_2 = 5,2 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, вектор скорости образует угол 180° с вектором индукции магнитного поля;
- $v_3 = 10,4 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, вектор скорости образует угол 30° с вектором индукции магнитного поля.

3. Комментирование краткого содержания задачи. Один из учеников пересказывает условие задачи своими словами.

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 10 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по теме, к которой относится задача.

Учитель: Какая сила называется силой Лоренца?

Ученик: Силой Лоренца называется сила, с которой магнитное поле действует на движущуюся заряженную частицу.

Учитель: На какие частицы действует сила Лоренца?

Ученик: Сила Лоренца действует на движущиеся заряженные частицы.

Учитель: А на какие частицы сила Лоренца не действует?

Ученик: Сила Лоренца не действует на покоящиеся частицы, на незаряженные частицы, а также на заряженные частицы, влетающие в магнитное поле параллельно линиям индукции (то есть если $\alpha = 0^\circ$ или $\alpha = 180^\circ$, то $\sin 0^\circ = 0$ и $\sin 180^\circ = 0$).

Учитель: Исходя из условия задачи, на какой из трех электронов, влетающих в однородное магнитное поле с определенной скоростью, магнитное поле не будет действовать?

Ученик: Магнитное поле не будет действовать на частицу, влетающую в однородное магнитное поле со скоростью $\vec{v}_2$, так как этот электрон влетел в магнитное поле параллельно линиям индукции (см. рисунок 1).

Учитель обращается к классу:

– Итак, вы определили ответ на первый вопрос. Теперь давайте попробуем решить второй вопрос.

Учитель: Чему равен модуль силы Лоренца?

Ученик: Модуль силы Лоренца определяется выражением $F_L = q_o v B \sin \alpha$.

Учитель: При каких условиях сила Лоренца достигает своего максимального значения?

Ученик: Если заряженная частица влетает в магнитное поле в направлении, перпендикулярном линиям магнитной индукции – то есть если $\alpha = 90^\circ$, то $\sin 90^\circ = 1$, и сила Лоренца достигает максимального значения:

$$F_L = q_o v B.$$

Учитель: Исходя из условия задачи, по какой формуле можно определить силу Лоренца, действующую на электроны, входящие в однородное магнитное поле с заданными скоростями?

Ученик: Исходя из условия задачи, силу Лоренца, действующую на электроны, входящие в однородное магнитное поле с заданными скоростями, можно определить следующими формулами (соответственно):

- Сила Лоренца, действующая на электрон, входящий в поле со скоростью v_1 , определяется формулой $F_L = q_o v B$, так как угол между векторами скорости и индукции равен 90° ;
- Сила Лоренца не действует на электрон, влетающий в поле со скоростью v_2 , так как угол между векторами скорости и индукции магнитного поля равен 180° ;
- Сила Лоренца, действующая на электрон, влетающий со скоростью v_3 в поле, будет определяться формулой $F_L = q_o v B \sin \alpha$, так как угол между векторами скорости и индукции магнитного поля равен 30° .

НАПИСАНИЕ УСЛОВИЯ ЗАДАЧИ (≈ 2 мин.)

Одного из учеников вызывают к доске для написания данных.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ В ОБЩЕМ ВИДЕ И ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ (≈ 5 мин.)

Дано	Решение	Вычисления
$v_1 = 5,2 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \alpha = 90^\circ;$ $v_2 = 5,2 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \alpha = 180^\circ;$ $v_3 = 10,4 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \alpha = 30^\circ.$ $F_1, F_2, F_3 - ?$	$F = e v B \sin \alpha$	$F_1 = e v_1 B \sin 90^\circ = 5,2 \cdot 10^5 \cdot e \cdot B;$ $F_2 = e v_2 B \sin 180^\circ = 0;$ $F_3 = e v_3 B \sin 30^\circ = 10,4 \cdot 10^5 \cdot \frac{1}{2} \cdot e \cdot B =$ $= 5,2 \cdot 10^5 \cdot e \cdot B.$ Ответ: $F_1 = F_3; F_2 = 0.$

Примечание. Если позволит время, этим методом можно решить еще одну или две задачи.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физический механизм действия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	Осознанно объясняет физический механизм действия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	Объясняет физический механизм действия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу, приводя примеры.	Объясняет физический механизм действия магнитного поля на движущуюся заряженную частицу посредством анализа и синтеза.
Решение задач	Решает различные простые задачи на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	Решает различные задачи средней степени сложности на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	Решает различные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу, оценивая результат.

Урок 93/Тема:

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Подстандарты	9-3.2.1. Объясняет индукцию магнитного поля проводника с током.
Цели обучения	• Качественно исследует действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу. • Решает качественные задачи на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • взаимодействует с окружающими; • сотрудничает; • анализирует и обобщает информацию; • решает задачи (качественно или количественно); • проверяет результат и выступает с презентацией.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер и проектор (или интерактивная доска)

Краткий план урока

Занятие разработано с использованием интерактивного метода обучения; рекомендуется провести его в следующей последовательности:

1. Формирование групп и распределение заданий.
2. Обмен информацией и обсуждение в группах.
3. Презентация.
4. Подведение итогов.
5. Оценивание.

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ (≈ 6 мин.)

В зависимости от общего числа учащихся в классе, произвольно формируются группы по 4–5 человек. Группам раздаются заранее подготовленные учителем дидактические рабочие листы. Каждый лист содержит три задания. Рекомендуется подобрать как качественные, так и количественные задачи практического и ситуационного характера. Ниже приведен пример таких заданий.

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ И ОБСУЖДЕНИЕ В ГРУППАХ (≈ 14 мин.)

Учащиеся обмениваются информацией, совместно обсуждают и решают задачи, аргументируют свои ответы и оформляют постер. Учитель объявляет время, отведенное группам на выполнение задания и подготовку постера.

Лист №1

1. Протон влетает в однородное магнитное поле со скоростью $\vec{v}$ (Рисунок 1).

Вопрос. Какой вариант правильно отображает траекторию движения протона в магнитном поле (действием силы тяжести на протон, пренебречь)?

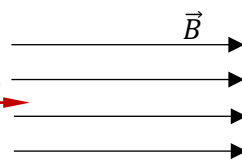
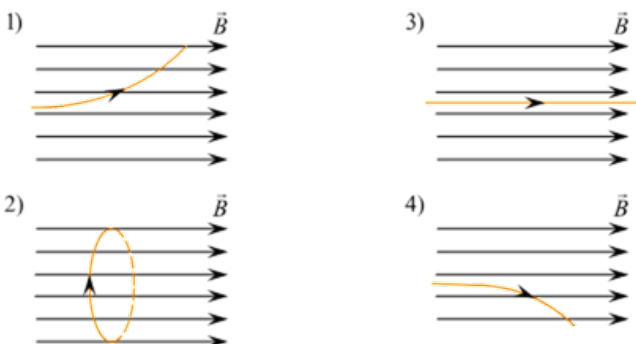


Рисунок 1

2. Протон, электрон и нейтрон влетают с одинаковой скоростью в магнитное поле прямого проводника с током (рис. 2).

Вопрос 1. Будет ли на эти частицы действовать сила Лоренца? Если да, то в каком направлении они отклонятся?

Вопрос 2. Если направление тока в проводнике изменится, как изменится направление силы Лоренца, действующей на частицы? Покажите это на рисунке.

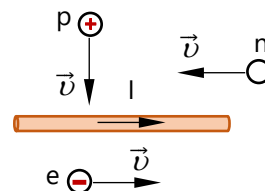


Рисунок 2

Лист №2

1. Протон и нейтрон влетают в однородное магнитное поле с одинаковой скоростью $\vec{v}$, двигаясь перпендикулярно вектору индукции магнитного поля (Рисунок 3).

Вопрос 1. Как будет направлена сила Лоренца, действующая на частицы?

Вопрос 2. Если эти частицы входят в однородное магнитное поле перпендикулярно – двигаясь от нас в плоскость рисунка – по каким траекториям они будут двигаться внутри поля?

2. Нейтрон входит в однородное магнитное поле со скоростью $\vec{v}$ (Рисунок 4).
Вопрос. Какой вариант правильно изображает траекторию движения нейтрона внутри магнитного поля (силой тяжести, действующей на нейтрон пренебречь)?

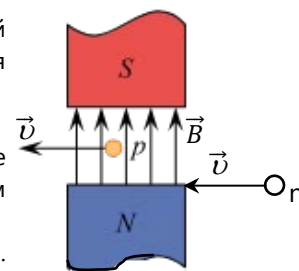


Рисунок 3

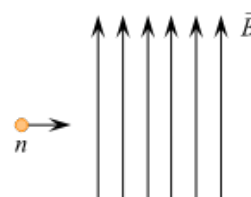
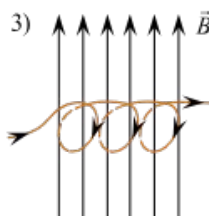
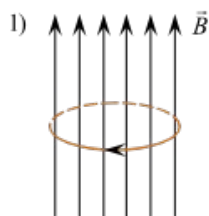
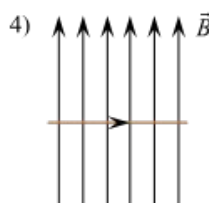
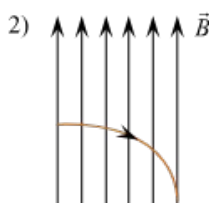


Рисунок 4



ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 16 мин.)

Объявляется, что на выступления лидеров групп отводится определенное время (например ≈ 4 мин. на каждое выступление, всего ≈ 16 мин.). После презентаций преподаватель и другие участники групп при необходимости задают выступающему вопросы.

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Учитель завершает презентации обобщающими вопросами:

Учитель: Что гласит правило левой руки для силы Лоренца?

Учитель: По какой траектории движется заряженная частица, влетевшая в однородное магнитное поле, под действием силы Лоренца?

Учитель: В каком направлении действует сила Лоренца на электрон, движущийся со скоростью $\vec{v}$ вдоль прямого проводника с током (рис. 5)?

Учитель: На рисунке 6 показана сила Лоренца, действующая на протон в магнитном поле прямого проводника с током. Как направлена скорость протона?

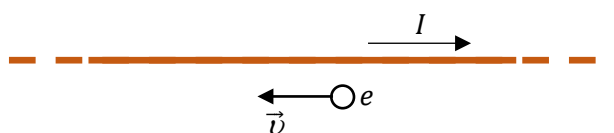


Рисунок 5

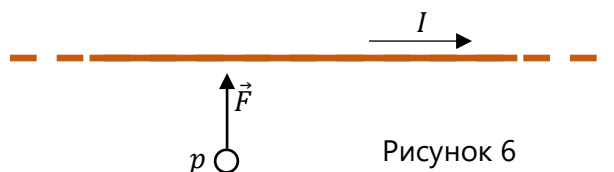


Рисунок 6

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Исследование	Качественно исследует действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу лишь при работе в группах.	Осознанно качественно исследует действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	На примерах качественно исследует действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	Качественно исследует действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу посредством анализа и синтеза.
Решение задач	Решает качественные простые задачи на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	Решает качественные задачи средней степени сложности на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на действие магнитного поля на движущуюся заряженную частицу, проводя анализ.

4.3. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

Урок 94/Тема: 4.3.1

ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Подстандарты	9-1.3.6. Комментирует результаты важных экспериментов в истории физики 9-3.2.3. Объясняет электромагнитную индукцию.
Цели обучения	• Объясняет явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре под действием переменного магнитного поля. • Решает различные задачи на явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре под действием переменного магнитного поля.
Навыки XXI века	Ученик: • использует симуляции PhET; • использует программное обеспечение на базе искусственного интеллекта; • создает плакат и выступает с презентацией по теме; • мыслит критически; • обменивается информацией и обсуждает тему, работая как индивидуально, так и в группах.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, плоский магнит, гальванометр, источник постоянного тока, реостат, катушка, соединительные провода, телефон, компьютер, проектор (или интерактивная доска)
Электронные ресурсы	1. https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_all.html?locale=az

2. <https://phet.colorado.edu/az/simulations/faradays-electromagnetic-lab>
3. *Fizikadan yeni nəsil multimedia dərsləri. Ümumi kurs III-IV hissə. Bakı nəşr-2007.*

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 4E. Такой урок состоит из четырех этапов.

Мотивация

Представляется ситуация, описывающая возникновение электрического тока в катушке, и обсуждаются следующие вопросы:

- Что вызвало возникновение тока в катушке, не подключенной к источнику тока?
- Какой вывод можно сделать из этой экспериментальной задачи?

Объяснение

Этот этап рекомендуется проводить с использованием интерактивного метода. Это обусловлено тем, что в уроке не предусмотрен отдельный этап деятельности; вместо этого основная часть времени отводится объяснению материала и практической работе на этапе применения знаний.

Применение

Опытная проверка явления электромагнитной индукции.

Оценивание

Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая задачи различных типов, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 4 мин.)

На этом этапе рекомендуется объяснить учащимся качественную экспериментальную задачу, представленную в учебнике, и организовать обсуждение вокруг соответствующих вопросов:

- Что вызвало возникновение тока в катушке, не подключенной к источнику тока (рисунок 1)?

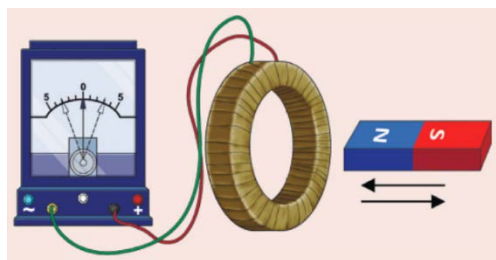


Рисунок 1

Ожидаемый ответ. При приближении магнита к катушке или его удалении от нее магнитное поле, проходящее через катушку, изменяется. В результате этого изменения возникает явление электромагнитной индукции, и в катушке возникает индукционный ток.

- Какой вывод можно сделать из этой экспериментальной задачи?

Ожидаемый ответ. В замкнутом контуре электрический ток возникает только при изменении проходящего через него магнитного поля; постоянное магнитное поле не порождает индукционный ток.

Примечание: Ответы учащихся могут различаться. Не комментируя правильность ответов, учитель записывает на доске ключевые слова из предложенных гипотез и формулирует исследовательский вопрос.

Исследовательский вопрос: Каков физический механизм возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре в результате изменения магнитного поля?

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 25 мин.)

Рекомендуется проводить этот этап под руководством учителя, используя интерактивный метод обучения и следуя приведенной ниже последовательности действий:

1. Учащиеся делятся на группы и получают заранее подготовленные рабочие листы. Они обмениваются информацией по вопросам, участвуют в обсуждении и оформляют постер для презентации. Объявляется время, отведенное на выполнение задания (≈ 10 мин.).

Примечание: Рабочие листы содержат вопросы, охватывающие ключевые аспекты темы (например, электромагнитная индукция, индукционный ток, изменения магнитного поля и т. д.).

Для каждой группы подготавливается комплект рабочих листов с вопросами, касающимися различных частей темы. Ниже приведен пример такого рабочего листа.

Лист №1

1. Что такое явление электромагнитной индукции и при каких условиях оно происходит?
2. Что такое индукционный ток?
3. Объясните характеристики тока, возникающего в катушке, когда магнит приближается к ней и когда он удаляется от неё.
4. Что означает изменение магнитного поля?

Лист №2

1. К чему приводит изменение числа линий магнитной индукции?
2. Почему в катушке не возникает ток, когда магнит неподвижен?
3. Что доказал опыт Х. Эрстеда?
4. Какое важное физическое явление открыл М. Фарадей?

Лист №3

1. Как изменяется направление индукционного тока при изменении направления движения магнита?
2. При каких условиях возникает электромагнитная индукция?
3. Почему в однородном магнитном поле не возникает индукционный ток?
4. Приведите два примера применения электромагнитной индукции в технике.

2. Для создания постеров группам выдают бумагу формата А2 (по возможности) или двойной лист в клетку.

3. Каждому лидеру группы отводится определенное время на презентацию подготовленного плаката (≈ 3 мин. на выступающего; всего ≈ 12 мин.).

4. Проводится краткий опрос для обобщения материала, представленного учащимися (≈ 3 мин.):

Учитель: Что такое явление электромагнитной индукции?

Учитель: Что такое индукционный ток?

Учитель: Что означает изменение магнитного поля?

Учитель: В каких случаях в катушке под действием магнитного поля возникает ток, а в каких – нет?

Подумай•Обсуди•Поделись

Замкнутый контур движется прямолинейно и равномерно в однородном магнитном поле.

Вопрос. Возникнет ли в контуре в этом случае индукционный ток? Обоснуйте свой ответ.

Ответ. Нет, в данном случае индукционный ток в цепи не возникает. Это объясняется тем, что явление электромагнитной индукции наблюдается лишь тогда, когда магнитное поле, проходящее через замкнутый контур, изменяется – то есть когда число линий магнитной индукции, пересекающих контур, увеличивается или уменьшается. При движении контура с постоянной скоростью в однородном магнитном поле само магнитное поле не меняется.

ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 10 мин.)

Чтобы существенно экономить время на уроке, рекомендуется проводить демонстрацию опытов самим учителем. Для этого советуем выполнять данный этап в следующей последовательности:

I. Учащихся знакомят с комплектом оборудования.

II. Учащимся объясняют ход эксперимента.

III. Проводится эксперимент. Следуя инструкциям, учитель приближает плоский магнит к катушке, подключенной к гальванометру, и удаляет его от нее, а затем вводит магнит внутрь катушки и вращает его вокруг своей оси (рис. 2; рис. 4.72 в учебнике). Учащиеся наблюдают за показаниями гальванометра.

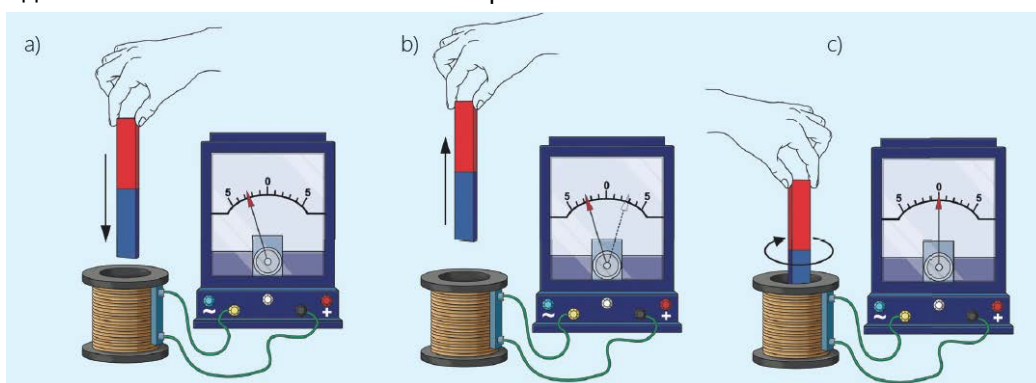


Рисунок 2

Обсуждение первого этапа эксперимента строится вокруг вопросов, приведенных в учебнике:

- Какой вывод можно сделать из того факта, что стрелка гальванометра отклоняется то вправо, то влево, когда магнит приближается к катушке и удаляется от нее?

Ответ. Тот факт, что стрелка гальванометра отклоняется попеременно то вправо, то влево при приближении магнита к катушке и его удалении от нее, приводит к простому выводу: направление индукционного тока в катушке меняется.

- Что означает неподвижность стрелки гальванометра на нулевом делении, когда магнит внутри катушки либо покоится, либо вращается вокруг своей оси?

Ответ. Когда магнит неподвижно удерживается внутри катушки или вращается вокруг своей оси, число линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку, не изменяется; следовательно, индукционный ток в катушке не возникает, и стрелка гальванометра остается на нулевой отметке.

На втором этапе эксперимента собирают электрическую цепь в соответствии с инструкциями (рис. 3; рис. 4.73 в учебнике). Учитель сначала замыкает и размыкает ключ,

а затем, при замкнутом ключе, изменяет ток в электромагните 1, перемещая ползунок реостата вправо и влево. Во всех случаях ученики наблюдают, изменяются ли показания гальванометра, подключенного к катушке 2.

Обсуждение второго этапа эксперимента также строится вокруг вопросов, приведенных в учебнике:

- Почему произвольное изменение силы тока, проходящего через электромагнит 1, привело к возникновению индукционного тока в катушке 2?

Ответ. Изменение силы тока, протекающего через электромагнит 1, приводит к возникновению индукционного тока в катушке 2, поскольку изменение тока вызывает изменение магнитного поля, которое, в свою очередь, приводит к возникновению тока в катушке 2.

• Как увеличение или уменьшение силы тока через электромагнит 1 повлияло на направление индукционного тока в катушке 2?

Ответ. Увеличение или уменьшение тока изменяет направление индукционного тока.

- Какой вывод можно сделать из проведенного исследования?

Ответ. Только переменное магнитное поле создает индукционный ток в катушке (закон Фарадея).

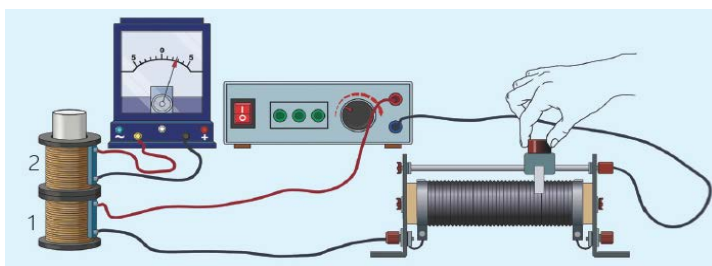


Рисунок 3

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 6 мин.)

Оценивание состоит из двух этапов.

На первом этапе учащиеся отвечают на вопросы и выполняют задания из блока учебника “Проверьте полученные знания”.

Ответы на вопросы следующие:

1. Вопрос. Ответ. Да, возникает индукционный ток. Поскольку катушка движется относительно магнита, проходящее через нее магнитное поле изменяется, и в результате возникает индукционный ток (рис. 4; рис. 4.74 в учебнике).

2. Вопрос. Ответ. Нет, индукционный ток не возникает. Поскольку магнитное поле при движении рамки не изменяется, число линий индукции магнитного поля остается постоянным, и ток не возникает.

3. Вопрос 1. Ответ. Индукционный ток возникает в катушке, когда движущийся магнит проходит через точки А и С. Это происходит потому, что в этих точках магнит входит в катушку или выходит из нее, вызывая изменение магнитного поля внутри катушки (рис. 4; рис. 4.74 в учебнике).

Вопрос 2. Ответ. Индукционный ток в катушке не возникает, когда магнит проходит через точку В, несмотря на то, что он находится в движении. Это объясняется тем, что магнитное поле, проходящее через катушку, в точке В не изменяется (см. рис. 5).

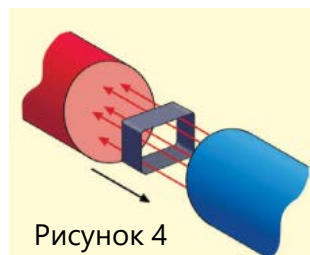


Рисунок 4

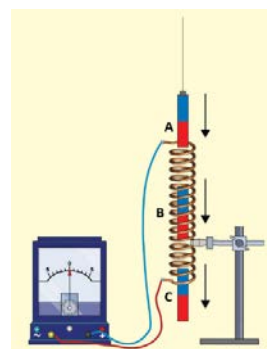


Рисунок 5

Вопрос 3. Ответ. Индукционный ток возникает только тогда, когда изменяется магнитное поле, проходящее через катушку.

На втором этапе учитель оценивает успеваемость учеников на основе заранее разработанных им рубрик.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре под действием переменного магнитного поля	Объясняет явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре под действием переменного магнитного поля, приводя примеры	Объясняет явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре под действием переменного магнитного поля, проводя анализ	Объясняет явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре под действием переменного магнитного поля, проводя обобщение
Решение задач	Решает различные простые задачи на явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре под действием переменного магнитного поля	Решает различные задачи средней степени сложности на явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре под действием переменного магнитного поля	Решает различные задачи высокой степени сложности на явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре под действием переменного магнитного поля	Решает различные задачи высокой степени сложности на явление возникновения электрического тока в замкнутом проводящем контуре под действием переменного магнитного поля, оценивая результат

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ – ПРОЕКТ STEAM

Учитель может поручить учащимся выполнить дома проект на тему “При каких условиях в катушке возникает индукционный ток?”, отсканировав QR-код, приведенный в учебнике.

Вопросы, рассматриваемые в проекте, и ответы на них приведены ниже:

1. Что произошло, когда магнит перемещали внутри катушки?

Ответ. При движении магнита изменяется число линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку, что приводит к возникновению в ней индукционного тока.

2. Почему загорелась лампочка?

Ответ. Индукционный ток, возникающий в катушке, протекает по электрической цепи, заставляя лампу светиться.

3. В чем причина возникновения электрического тока в катушке?

Ответ. Электрический ток в катушке возникает в результате изменения магнитного поля. Это изменение происходит при движении магнита; когда магнит неподвижен, ток не возникает.



Подстандарты	9-3.2.3. Объясняет электромагнитную индукцию
Цели обучения	• Объясняет физические принципы явления электромагнитной индукции. • Решает различные задачи на явление электромагнитной индукции.
Навыки XXI века	Ученик: • мыслит критически; • работает в группе и сотрудничает; • формулирует гипотезы; • обменивается информацией и обсуждает тему; • выступает с презентацией.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочий лист, рабочая тетрадь, компьютер, проектор (или интерактивная доска).

Краткий план урока

Занятие разработано с использованием интерактивного метода обучения; рекомендуется провести его в следующей последовательности:

1. Формирование групп и распределение заданий.
2. Обмен информацией и обсуждение в группах.
3. Презентация.
4. Обобщение.
5. Оценивание.

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАДАНИЙ (≈ 5 мин.)

В зависимости от общего числа учащихся в классе, произвольно формируются группы по 4–5 человек. Группам раздаются заранее подготовленные учителем дидактические рабочие листы. Каждый лист содержит три задания. Рекомендуется подбирать задания в виде практических качественных и количественных ситуационных задач. Ниже приведен пример таких заданий.

ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ И ОБСУЖДЕНИЕ В ГРУППАХ (≈ 14 мин.)

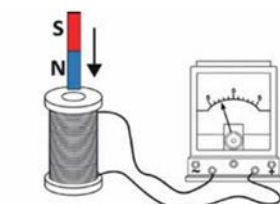
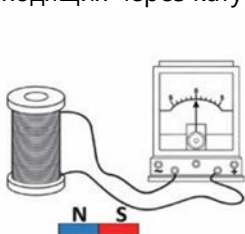
Учащиеся обмениваются информацией, совместно обсуждают и решают задачи, обосновывают свои ответы и создают постеры. Учитель объявляет время, отведенное группам на выполнение задания и подготовку постера.

Лист №1

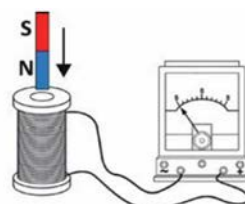
1. Следуя указаниям учителя, Наргиз и Ниджат исследуют на уроке явление электромагнитной индукции с помощью катушки, подключенной к гальванометру, и плоского магнита. На рисунке 1 показаны проведенные ими эксперименты и гальванометр.

Вопрос. Какие два из приведенных ниже утверждений верны на основании этого эксперимента?

- А) Величина индукционного тока зависит от геометрических размеров катушки.
- В) Индукционный электрический ток возникает в катушке при изменении числа линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку.
- С) Величина индукционного тока зависит от скорости изменения числа линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку.
- Д) Направление индукционного тока зависит от того, увеличивается или уменьшается число линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку.
- Е) Направление индукционного тока зависит от направления линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку.



Опыт 1. Магнит приближают к катушке со скоростью v_1



Опыт 2. Магнит приближают к катушке со скоростью v_2 ($v_2 > v_1$).

Рисунок 1

2. Ученики подносят северный полюс постоянного магнита к катушке, соединенной с гальванометром (рис. 2).

Вопрос. Если с той же скоростью к катушке поднести южный полюс магнита, то какое из изображений на рис. 3 будет соответствовать показаниям гальванометра?

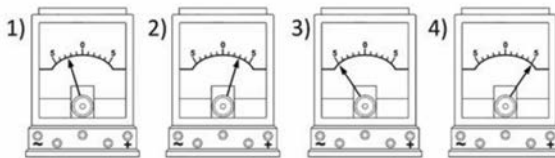
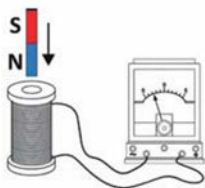


Рисунок 2

Рисунок 3

Лист №2

1. Ученик исследует явление электромагнитной индукции с помощью катушки, подключенной к гальванометру, и плоского магнита. На рисунке 4 представлены результаты эксперимента для трех случаев: введение магнита в катушку (1), неподвижное положение магнита (2) и извлечение магнита из катушки (3).

Вопрос. Какие два из приведенных ниже утверждений верны на основании результатов эксперимента?

- 1) Величина индукционного тока зависит от геометрических размеров катушки.
- 2) Величина индукционного тока зависит от скорости изменения числа линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку.
- 3) В катушке, находящейся в постоянном магнитном поле, индукционный ток не возникает.
- 4) Направление индукционного тока зависит от того, вводится ли магнит в катушку или извлекается из нее.
- 5) Величина индукционного тока зависит от магнитных свойств магнита.

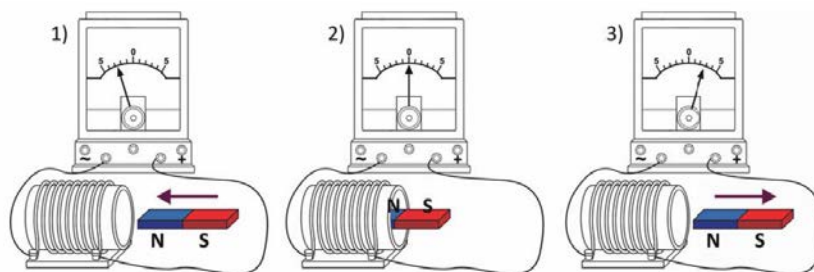


Рисунок 4

2. Кольцо из медной проволоки быстро вращается между полюсами сильного магнита (см. рисунок 5).

Вопрос. Будет ли кольцо нагреваться в процессе вращения? Обоснуйте свой ответ.



Рисунок 5

ПРЕЗЕНТАЦИЯ (≈ 16 мин.)

Объявляется, что на презентации лидеров групп отводится определенное время (например, ≈ 4 мин. на каждое выступление, всего ≈ 16 мин.). Заслушиваются презентации, а учитель и другие участники групп при необходимости задают выступающему вопросы.

ОБОБЩЕНИЕ (≈ 7 мин.)

Учитель завершает этап обобщающими вопросами:

Учитель: Как изменяются показания гальванометра при введении постоянного плоского магнита в катушку и его извлечении из нее? В чем причина этого?

Учитель: Какое физическое условие должно выполняться для возникновения индукционного тока в катушке?

Учитель: Как изменится величина индукционного тока, если перемещать постоянный плоский магнит к катушке быстрее? Обоснуйте свой ответ.

Учитель: Почему индукционный ток не возникает, когда магнит неподвижно находится внутри катушки?

Учитель: Как зависит направление тока от того, каким полюсом (северным или южным) магнит приближают к катушке?

Учитель: Как изменится величина индукционного тока, если увеличить число витков в катушке?

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физические принципы явления электромагнитной индукции	Осознанно объясняет физические принципы явления электромагнитной индукции	Объясняет физические принципы явления электромагнитной индукции, проводя анализ	Объясняет физические принципы явления электромагнитной индукции, делая обобщение
Решение задач	Решает различные простые задачи на явление электромагнитной индукции	Решает различные задачи средней степени сложности на явление электромагнитной индукции	Решает различные задачи высокой степени сложности на явление электромагнитной индукции	Решает различные задачи высокой степени сложности на явление электромагнитной индукции, оценивая результат

Урок 96/Тема: 4.3.2

НАПРАВЛЕНИЕ ИНДУКЦИОННОГО ТОКА. ПРАВИЛО ЛЕНЦА

Подстандарты	9-1.3.6. Комментирует результаты важных экспериментов в истории физики. 9-3.2.3. Объясняет электромагнитную индукцию.
Цели обучения	- Комментирует результаты основных экспериментов по определению направления индукционного тока. - Решает качественные задачи на определение направления индукционного тока.
Навыки XXI века	Ученик: - демонстрирует навыки понимания прочитанного; - проводит наблюдения и комментирует их результаты; - анализирует и сравнивает результаты экспериментов; - выявляет причинно-следственные связи; - дает качественное объяснение проблемы; - взаимодействует и сотрудничает с другими; - представляет результаты, обосновывая их.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, устройство Ленца, постоянный магнит (прямой или подковообразный), замкнутый проводящий контур из нескольких витков, гальванометр, компьютер, проектор (или электронная доска).
Электронные ресурсы	https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_all.html?locale=az https://phet.colorado.edu/az/simulations/faradays-electromagnetic-lab https://www.trims.edu.az/site/resource.php?id=2235

Краткий план урока

Рекомендуется построить урок на основе модели 5E. Такой урок состоит из пяти этапов.

Мотивация

Рассматривается экспериментальная задача по теме “Почему замкнутый проводящий контур иногда отталкивается, а иногда притягивается магнитом?” и выносятся на обсуждение следующие вопросы:

- Почему замкнутый проводящий контур отталкивается постоянным магнитом, когда его приближают, и притягивается к нему, когда магнит отдают?
- Какова связь между изменением направления индукционного тока в контуре и его отталкиванием или притяжением постоянным магнитом?

Исследование

Проводится исследование “Опыт Ленца”.

Объяснение

Этот этап планируется провести с использованием метода устного объяснения.

Применение

Исследуются результаты явления электромагнитной индукции, возникающего при удалении южного полюса плоского магнита от катушки, подключенной к гальванометру.

Оценивание

Учащиеся оценивают свои знания и умения по данной теме, решая различные задачи, представленные в учебнике.

МОТИВАЦИЯ (≈ 5 мин.)

На этом этапе рекомендуется решить экспериментальную задачу, представленную в учебнике. Учащиеся наблюдают, что при приближении постоянного плоского магнита к проводящему контуру последний отталкивается от него, тогда как при удалении магнита проводящий контур притягивается к нему (рис. 1; рис. 4.77 в учебнике).

Учащиеся пытаются объяснить причины наблюдаемых явлений, обсуждая следующие вопросы:

- Почему замкнутый проводящий контур отталкивается постоянным магнитом, когда его приближают, и притягивается к нему, когда магнит отдают?

Ожидаемый ответ: При приближении магнита к контуру индукционный ток возникает в таком направлении, что создаваемое им магнитное поле противодействует усилению внешнего поля, что приводит к отталкиванию. И наоборот, при удалении магнита ток меняет направление и препятствует ослаблению поля, что приводит к притяжению.

- Какова связь между изменением направления индукционного тока в контуре и его отталкиванием или притяжением постоянным магнитом?

Ожидаемый ответ: При изменении направления индукционного тока меняется и направление создаваемого им магнитного поля. Это меняет характер взаимодействия между контуром и магнитом: в одном случае происходит отталкивание, а в другом – притяжение.

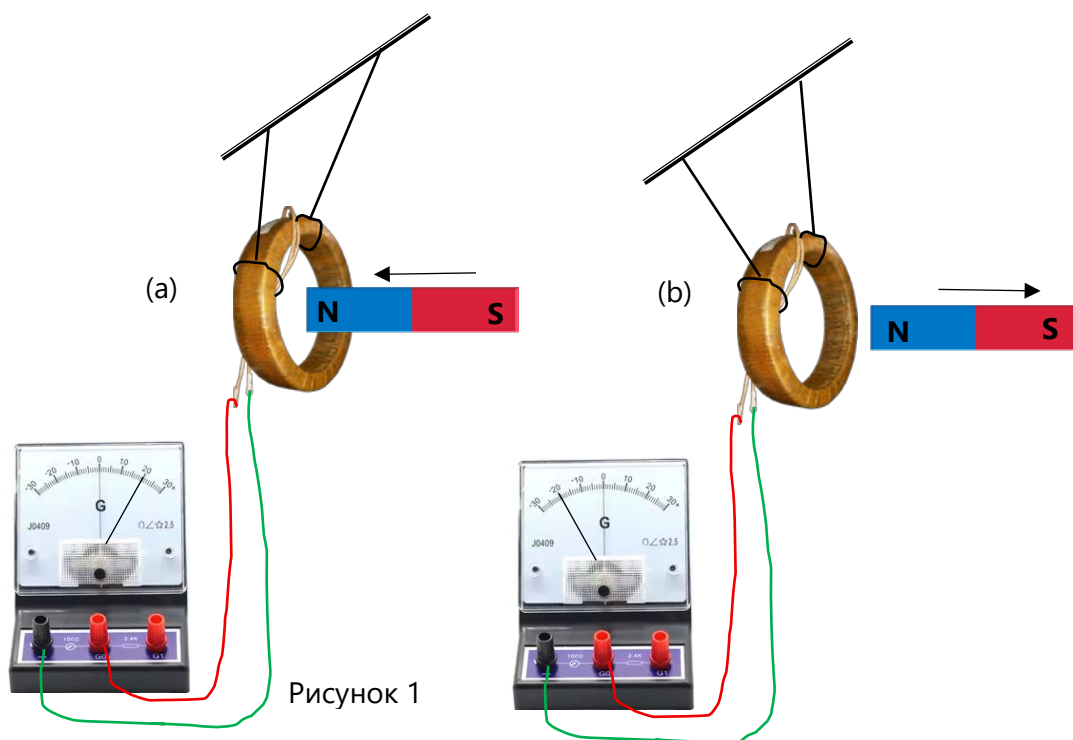


Рисунок 1

Гипотезы, выдвинутые учащимися, могут быть неверными. Учитель формулирует исследовательские вопросы, записывая на доске ключевые слова из этих гипотез.

Исследовательские вопросы

- Какова физическая основа возникновения индукционного тока?
- Как можно определить направление индукционного тока?

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (≈ 15 мин.)

На этом этапе проводится эксперимент "Опыт Ленца".

Рекомендуется организовать этот этап, следуя приведенной ниже последовательности действий:

I. Учащиеся делятся на группы в зависимости от количества имеющихся комплектов оборудования; им предоставляется время для ознакомления с ходом работы (4 мин.).

II. Проводится краткий опрос по ходу работы (4 мин.):

Учитель: Какой комплект оборудования следует использовать для проведения эксперимента?

Ученик: Для проведения эксперимента будут использоваться устройство Ленца и постоянный магнит.

Учитель: Из каких компонентов состоит устройство Ленца?

Ученик: Основная часть устройства представляет собой стержень, к концам которого прикреплены два алюминиевых кольца: одно – сплошное, другое – с разрезом. Стержень установлен на острие (рис. 2, а).

Учитель: С чего мы начнем наш эксперимент?

Ученик: Один из полюсов магнита будет поднесен близко к замкнутому кольцу, и будем наблюдать за происходящим явлением (Рисунок 2, б).

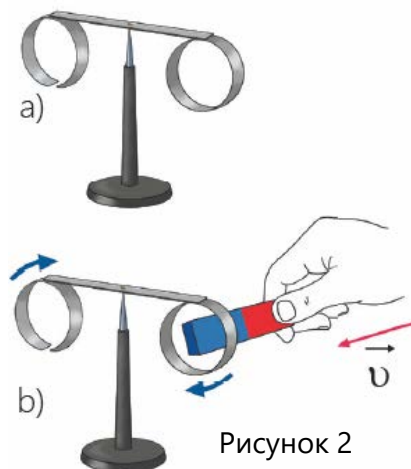


Рисунок 2

Учитель: Что будет сделано далее?

Ученик: Магнит будет удерживаться неподвижно внутри кольца; затем его извлекут из кольца, и будет наблюдаться возникающее явление.

Учитель: Что мы сделаем дальше?

Ученик: Далее эксперимент будет повторен с использованием другого полюса магнита.

Учитель: Как мы завершим эксперимент?

Ученик: Наконец, эксперимент будет завершен повторением опыта с разрезанным кольцом: полюса магнита будут последовательно подноситься близко к разрезанному кольцу и удаляться от него и будут сравниваться наблюдаемые явления.

III. Выполнение эксперимента (3 мин.).

Примечание! Если количество оборудования ограничено, эксперимент демонстрирует сам учитель.

IV. Обсуждение по вопросам из учебника (4 мин.):

1. Что вы наблюдали, когда приближали полюса магнита к сплошному кольцу?

Ответ. Когда магнит приближали, кольцо отталкивалось от магнита.

2. Что происходило, когда вы удерживали магнит в состоянии покоя в сплошном кольце?

Ответ. Никакого взаимодействия не наблюдалось, когда магнит оставался неподвижным внутри сплошного кольца.

3. Что вы наблюдали, когда удаляли магнит от сплошного кольца?

Ответ. Когда магнит перемещали от сплошного кольца, кольцо притягивалось к магниту.

4. Что происходило, когда вы повторяли эксперимент с разрезанным кольцом?

Ответ. Никакого взаимодействия не наблюдалось, когда эксперимент повторяли с разрезанным кольцом.

5. Какое обобщение можно сделать из этих экспериментов?

Ответ. Из экспериментов можно сделать следующее обобщение:

- при приближении постоянного магнита к замкнутому контуру и удалении от него в цепи возникает индукционный ток, который способен менять своё направление;
- индукционный ток возникает только в замкнутой цепи;
- Направление линий индукции магнитного поля, создаваемого индукционным током, противодействует изменению внешнего магнитного поля (правило Ленца).

ОБЪЯСНЕНИЕ (≈ 14 мин.)

Учителям следует учитывать, что понятие “магнитный поток” в 9-м классе не вводится. Оно рассматривается на более позднем этапе, одновременно с количественными законами электромагнитной индукции. Поэтому объяснение правила Ленца учащимся 9-го класса через понятие “изменение магнитного потока” было бы методически необоснованным.

В связи с этим учителям рекомендуется следующий подход.

Методические аспекты урока

Необходимо донести до учащихся, что индукционный ток возникает в результате изменения числа линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку. Суть этого явления можно объяснить, опираясь на наглядные результаты опытов с устройством Ленца – как в ходе экспериментальной задачи на этапе мотивации, так и во время деятельности. Таким образом, объяснение можно выстроить в следующей последовательности:

- При приближении магнита к катушке число линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку, увеличивается.

- При удалении магнита от катушки число линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку, уменьшается.
- Индукционный ток всегда создает магнитное поле, противодействующее этому изменению. На данном этапе учащимся целесообразнее формулировать правило Ленца следующим образом:

Магнитное поле, создаваемое индукционным током, противодействует изменению числа внешних линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку.

Некоторые рекомендации для учителей

1. Следует избегать упрощенных формулировок, таких как “при приближении магнита возникает ток”. Первопричиной является не само движение магнита, а изменение числа линий индукции магнитного поля, проходящих через катушку.
2. Рекомендуется использовать формулировку “противодействие изменению числа линий индукции магнитного поля” вместо “противодействие магнитному полю”. Это связано с тем, что правило Ленца не устраняет существующее магнитное поле, а лишь противодействует происходящему изменению.
3. При сравнении случаев приближения магнита к катушке и его удаления от нее учащиеся должны связывать отклонение стрелки гальванометра в разные стороны именно с увеличением или уменьшением числа линий индукции магнитного поля.

Только в этом контексте можно правильно понять суть правила Ленца.

Следует объяснять учащимся, что индукционный ток возникает в таком направлении, что создаваемое им магнитное поле противодействует происходящему изменению.

Иными словами:

- если число линий магнитной индукции, пронизывающих замкнутый проводящий контур, увеличивается, то в контуре возникает индукционный ток такого направления, при котором создаваемое им магнитное поле направлено противоположно внешнему магнитному полю и препятствует его усилению;
 - если число линий магнитной индукции, пронизывающих замкнутый проводящий контур, уменьшается, то в контуре возникает индукционный ток такого направления, при котором создаваемое им магнитное поле направлено в ту же сторону, что и внешнее магнитное поле, и препятствует его ослаблению.
4. Рекомендуется объяснить то, какая сторона замкнутого проводящего контура становится полюсом магнита.

Например:

- если северный полюс постоянного магнита приближается к замкнутому контуру, то сторона контура, обращенная к магниту, становится северным полюсом магнитного поля, создаваемого индукционным током, и, как следствие, магнит отталкивается;
- если северный полюс постоянного магнита удаляется от замкнутого контура, то сторона контура, обращенная к магниту, становится южным полюсом магнитного поля, создаваемого индукционным током, и, как следствие, магнит притягивается.

Такой подход позволяет учащемуся лучше понять физический смысл правила Ленца.

Далее определяется направление индукционного тока.

После того как установлено, какая сторона замкнутого контура действует как северный полюс, а какая – как южный, направление индукционного тока определяют с помощью правила правой руки для кругового тока (или правила буравчика).

Таким образом, учащийся анализирует явление в следующей последовательности:

движение магнита → изменение числа линий индукции магнитного поля → полюса магнита, приобретаемые контуром (или катушкой) → направление индукционного тока.

Поэтому учителям следует учитывать следующие важные моменты:

- Учащиеся должны определять направление тока путем логических рассуждений, а не просто заучивая изображения на схемах.
- При решении задачи следует последовательно задавать вопросы: “Что изменилось?”, “Как замкнутый контур или катушка отреагировали на это изменение?” и “Какой полюс магнита должен возникнуть на соответствующей стороне контура (или катушки)?”
- Направление тока следует определять только на заключительном этапе.

Подумай•Обсуди•Поделись

Плоский магнит удаляется от катушки (рис. 4.80).

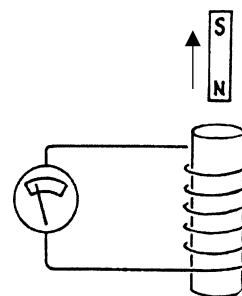
Вопрос 1. Как направлен индукционный ток, возникший в катушке?

Ответ. Как показано на рисунке, северный полюс магнита удаляется от катушки. Согласно правилу Ленца, южный полюс магнитного поля, создаваемого индукционным током, будет находиться на том конце катушки, который обращен к магниту. Направление индукционного тока можно определить с помощью правила правой руки для катушки с током.

Согласно этому правилу, катушку охватывают правой рукой так, чтобы четыре согнутых пальца указывали направление тока в витках; при этом отогнутый большой палец указывает направление линий индукции магнитного поля внутри катушки. Поскольку верхняя часть катушки (в плоскости рисунка) соответствует южному полюсу ее магнитного поля, а нижняя – северному, направление индукционного тока в катушке будет по часовой стрелке.

Вопрос 2. Как направлены линии индукции магнитного поля, создаваемого индукционным током? С помощью какого правила удобнее всего определить это направление?

Ответ. Было установлено, что верхняя часть катушки (если смотреть в плоскости рисунка) соответствует южному полюсу её магнитного поля, а нижняя – северному. Следовательно, линии магнитного поля, создаваемого индукционным током, выходят из нижнего конца катушки и входят в верхний. Это направление для катушки с током удобно определять с помощью правила правой руки или правила буравчика.



ПРИМЕНЕНИЕ (≈ 5 мин.)

На данном этапе решаются задачи, представленные в учебнике. Ниже приведены ответы на вопросы к этим задачам.

Вопрос 1. Как изменится поле постоянного магнита вокруг катушки: усилится или ослабнет?

Ответ. Магнитное поле, создаваемое магнитом вокруг катушки, ослабнет.

Объяснение. Магнитное поле плоского магнита неоднородно: оно сильнее вблизи полюсов магнита и ослабевает по мере удаления от них. При удалении плоского магнита от катушки расстояние между его южным полюсом и катушкой увеличивается. Следовательно, величина индукции магнитного поля в пространстве вокруг катушки уменьшится.



Вопрос 2. Ответ. Внутри катушки магнитное поле направлено в сторону магнита – а именно к его южному полюсу.

Вопрос 3. Ответ. Чтобы уменьшить скорость ослабления магнитного поля в пространстве вокруг катушки, индукционный ток направляется таким образом, чтобы направление создаваемого им магнитного поля совпадало с направлением линий магнитной индукции постоянного магнита (см. этап объяснения).

Вопрос 4. Ответ. Конец катушки, обращенный к магниту, должен быть ее северным полюсом, чтобы притягивать плоский магнит. Согласно правилу правой руки, индукционный ток направлен против часовой стрелки.

Оценивание (≈ 6 мин.)

Ожидаемые ответы на задания этого этапа таковы:

1. Ответ. К катушке с током, применяется правило правой руки. Установлено, что северный полюс магнитного поля, создаваемого индукционным током, находится у правого конца катушки. Это означает, что полюс удаляющегося плоского магнита, обращенный к катушке, – южный.

2. Вопрос 1. Ответ. Индукционный ток возникает только при изменении магнитного поля. Это происходит в следующих случаях:

- при изменении силы тока в катушке, подключенной к источнику питания;
- при размыкании или замыкании электрической цепи;
- при изменении взаимного расположения катушек.

Вопрос 2. Ответ. Направление индукционного тока определяется с помощью правила Ленца и других вспомогательных правил. Они заключаются в следующем:

- определяется направление линий индукции внешнего магнитного поля, создаваемого первой катушкой (подключенной к источнику тока) – с использованием правила правой руки для катушки с током;
- определяется, увеличивается или уменьшается число линий индукции магнитного поля, проходящих через вторую катушку (подключенную к гальванометру). Например, при замыкании цепи ток в первой катушке возрастает (а значит, увеличивается число линий индукции), тогда как при размыкании цепи он убывает;
- применяется правило Ленца: магнитное поле индукционного тока во второй катушке противодействует изменению числа линий индукции внешнего магнитного поля:
 - если число линий индукции увеличивается, магнитное поле индукционного тока будет направлено противоположно внешнему полю;
 - если число линий индукции уменьшается, магнитное поле индукционного тока будет направлено в ту же сторону, что и внешнее поле.

Таким образом, направление индукционного тока определяется на основе направления линий индукции магнитного поля, возникающего во второй катушке.

Вопрос 3. Ответ. Направление линий индукции магнитного поля, создаваемых индукционным током, определяется по правилу правой руки (или правилу буравчика) в зависимости от направления тока.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Наизусть комментирует результаты основных экспериментов по определению направления индукционного тока.	Осознанно комментирует результаты основных экспериментов по определению направления индукционного тока.	Комментирует результаты основных экспериментов по определению направления индукционного тока, приводя примеры.	Комментирует результаты основных экспериментов по определению направления индукционного тока, проводя анализ.
Решение задач	Решает качественные простые задачи на определение направления индукционного тока.	Решает качественные задачи средней степени сложности на определение направления индукционного тока.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на определение направления индукционного тока.	Решает качественные задачи высокой степени сложности на определение направления индукционного тока, оценивая результат.

ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Ознакомьтесь с материалом “Практическая работа № 4.1. Изучение явления электромагнитной индукции” (см.: Физика 9, Рабочая тетрадь, часть II, с. 54–58).

Урок 97/ Практическая работа №4.1

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Подстандарты	9-3.2.3. Объясняет электромагнитную индукцию.
Цели обучения	• Объясняет физические принципы явления электромагнитной индукции. • Экспериментально проверяет явление электромагнитной индукции и представляет результаты.
Навыки XXI века	Ученик: • ставит проблему; • организует взаимодействие и обратную связь по схеме “учитель ↔ ученик ↔ ученик”; • планирует и выполняет практическую работу; • экспериментально определяет численные значения физических величин; • оформляет постер с результатами эксперимента и делает обобщающие выводы.
Вспомогательные средства	Рабочая тетрадь, рабочий лист, катушка, закрепленная в штативе, плоский магнит (2 шт.), миллиамперметр, соединительные провода, компьютер, проектор (или интерактивная доска)

Краткий план урока

Проведение вводного опроса

Он включает в себя три этапа:

1. Опрос по теоретическим основам практической работы.
 2. Планирование работы: фронтальный опрос последовательности выполнения работы.
 3. Опрос по принадлежностям, необходимым для выполнения работы.
- Организация выполнения работы и презентация постеров
- Выполнение работы организуется в соответствии с запланированной последовательностью действий.

Оценивание

Результаты работы учащихся оцениваются индивидуально по подготовленным заранее рубрикам.

ПРОВЕДЕНИЕ ВВОДНОГО ОПРОСА (≈ 12 мин.)

1. Опрос по теоретическим основам практической работы (≈ 3 мин.)

Опрос можно провести по следующим вопросам:

Учитель: Что представляет собой явление электромагнитной индукции?

Учитель: При каких условиях возникает индукционный ток?

Учитель: Что означает изменение магнитного поля?

Учитель: Что происходит при приближении магнита к катушке или его удалении от нее?

Учитель: Как определяется направление индукционного тока согласно правилу Ленца?

Учитель: С помощью какого правила можно определить направление индукционного тока в замкнутом проводящем контуре?

2. Планирование работы: фронтальный опрос последовательности выполнения работы (≈ 7 мин.)

Опрос можно провести, используя следующие вопросы:

Учитель: Какую подготовительную работу необходимо выполнить перед началом работы?

Учитель: По какой схеме следует собрать электрическую цепь для эксперимента?

Схема изображена на доске.

Учитель: Каков первый шаг после сборки цепи?

Учитель: Каков следующий этап эксперимента?

Учитель: Каковы дальнейшие этапы эксперимента согласно таблице 3?

3. Опрос по принадлежностям, необходимым для выполнения работы (≈ 2 мин.)

Учитель: Какой комплект оборудования будет использован для проведения эксперимента?

ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ И ПРЕЗЕНТАЦИЯ ПОСТЕРОВ (≈ 30 мин.)

Этот этап можно организовать следующим образом:

I. Учащиеся делятся на группы в зависимости от количества имеющихся комплектов оборудования; каждой группе выдается комплект оборудования и лист формата A2 (или двойной лист в клетку) для оформления постеров (≈ 3 мин.).

II. Выполнение работы (≈ 15 мин.).

Группам дается задание выполнить следующие действия:

- провести эксперимент в соответствии с установленной последовательностью;
- обсудить вопросы по результатам работы;
- оформить постер.

Учитель перемещается между группами, наблюдая за работой учащихся и при необходимости давая советы.

III. Лидеры групп выступают с презентациями, используя подготовленные постеры. На каждое выступление отводится определенное время (например, ≈ 3 мин. на презентацию, всего ≈ 12 мин.).

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 3 мин.)

Оценивание проводится в соответствии с ожидаемыми результатами обучения с использованием четырехуровневой рубрики оценивания.

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет физические основы явления электромагнитной индукции.	Своими словами объясняет физические основы явления электромагнитной индукции.	Объясняет физические основы явления электромагнитной индукции, приводя примеры.	Объясняет физические основы явления электромагнитной индукции, проводя анализ.
Применение	Экспериментально проверяет явление электромагнитной индукции и выступает с презентацией, основанной на заученной информации о результатах.	Экспериментально проверяет явление электромагнитной индукции и самостоятельно представляет результаты.	Экспериментально проверяет явление электромагнитной индукции и выступает с презентацией, основанной на анализе полученных результатов.	Экспериментально проверяет явление электромагнитной индукции и делает научные обобщения на основе полученных результатов.

Урок 98/Тема:

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Подстандарты	9-3.2.3. Объясняет электромагнитную индукцию.
Цели обучения	• Объясняет возникновение индукционного тока в замкнутом проводящем контуре и способ определения его направления. • Решает качественную задачу на возникновение и направление индукционного тока в замкнутом проводящем контуре.
Навыки XXI века	Ученик: • демонстрирует навыки понимания прочитанного; • общается; • сотрудничает; • анализирует наблюдения и результаты; • решает задачу качественно; • проверяет результат и выступает с презентацией.
Вспомогательные средства	Учебник, рабочая тетрадь, рабочий лист, компьютер, проектор (или интерактивная доска)

Краткий план урока

Поскольку задача носит качественный характер, ее решение осуществляется в два этапа: изучение текста задачи и анализ задачи.

Изучение текста задачи. Этот этап включает следующие последовательные шаги:

1. Чтение текста задачи.
2. Организация фронтального опроса по условию задачи.
3. Комментирование краткого содержания задачи.

Анализ задачи. Организация фронтально опроса по теме, к которой относится задача, и анализ ее решения.

Оценивание. Деятельность учащихся оценивается индивидуально по установленным раннее рубрикам.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕКСТА ЗАДАЧИ (≈ 6 мин.)

1. Чтение текста задачи. Номер и место задачи указаны на доске. Сначала текст задачи один раз читает учитель, а затем задачу читает один из учеников.

Задача № 1 (рабочая тетрадь, часть II, с. 51, № 1). 1. Замкнутый контур В приближается к контуру А, подключенному к электрической цепи (Рисунок 1).

Вопрос 1. Как будет направлен электрический ток, возникший в контуре В, в момент замыкания ключа в цепи контура А?

Вопрос 2. Как будет направлена сила, действующая на контур В, при замыкании ключа? Почему возникает эта сила?

2. Организация фронтального опроса по условию задачи. Проводится фронтальный опрос по условию задачи.

Учитель: Что изображено на схеме?

Ученик: На схеме показана цепь А, подключенная к источнику тока, и расположенный рядом с ней замкнутый контур В.

Учитель: О чем спрашивается в первом вопросе?

Ученик: В первом вопросе требуется определить направление индукционного тока в контуре В при замыкании ключа в цепи А.

Учитель: О чем спрашивается во втором вопросе?

Ученик: Во втором вопросе нужно определить направление силы, действующей на контур В, и причину возникновения этой силы.

3. Комментирование краткого содержания задачи. Ученика просят своими словами объяснить условие задачи.

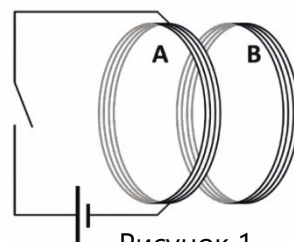


Рисунок 1

АНАЛИЗ ЗАДАЧИ (≈ 10 мин.)

На этом этапе проводится фронтальный опрос по изучаемой теме.

Учитель: В чем заключается явление электромагнитной индукции?

Ученик: Возникновение индукционного тока в замкнутом контуре вследствие изменения магнитного поля, проходящего через этот контур, называется явлением электромагнитной индукции.

Учитель: Что означает изменение магнитного поля, проходящего через контур?

Ученик: Увеличение или уменьшение числа линий индукции магнитного поля, проходящих через контур, означает изменение магнитного поля.

Учитель: Что произойдет в контуре А и в контуре В (который подносят к нему), если замкнуть ключ?

Ученик: При замыкании ключа ток в контуре А, создаст вокруг него магнитное поле, и контур В начнёт отталкиваться от контура А.

Учитель: Почему контур В будет отталкиваться от контура А? Обоснуйте свой ответ.

Ученик: При приближении контура В к контуру А в нем возникает индукционный ток. Это происходит потому, что увеличивается число линий индукции магнитного поля от контура А, проходящих через контур В, – то есть изменяется магнитное поле, проходящее через контур В. Согласно правилу Ленца, магнитное поле, создаваемое индукционным током, будет противодействовать изменению внешнего магнитного поля (от контура А), вызвавшему этот ток, что приведет к отталкиванию.

Учитель: Итак, какой порядок действий лучше всего подходит для определения направления индукционного тока, возникающего в контуре В? Обоснуйте свой ответ.

Ученик: Направление индукционного тока, возникающего в контуре В, удобно определять с помощью трех последовательных шагов. Они следующие:

1. Определение направления линий индукции магнитного поля, создаваемого контуром А с током, – то есть определение магнитных полюсов с правой и левой сторон контура. Для этого применяется правило правой руки для кругового тока. В результате выясняется, что северный полюс (N) магнитного поля находится с правой стороны контура А (сторона, обращенная к контуру В) (Рисунок 2).

2. Полюса магнитного поля, создаваемого индукционным током на левой стороне кон-

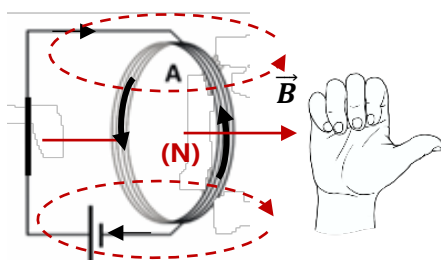


Рисунок 2

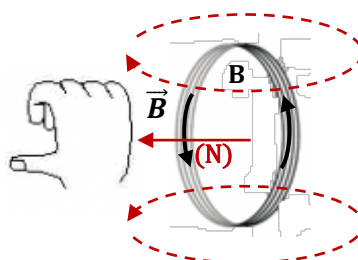


Рисунок 3

тура В (сторона, обращенная к контуру А): Поскольку контур В отталкивается контуром А (согласно закону Ленца), северный полюс магнитного поля расположен на ее левой стороне.

3. Направление индукционного тока в контуре В определяется применением правила правой руки для кругового проводника с током. Таким образом, направление индукционного тока в контуре В – против часовой стрелки в плоскости рисунка (см. рисунок 3).

Учитель: Итак, как и спрашивалось в вопросе 2, в каком направлении будет действовать сила на контур В, когда замкнут ключ?

Ученик: Когда замкнут ключ, контуры В и А будут отталкиваться друг от друга.

Примечание 1. Учителю следует давать дополнительные разъяснения по вопросам, вызвавшим у учащихся затруднения, и направлять их к правильному ответу, исправляя допущенные ошибки.

Примечание 2. При соблюдении методики решения задач за урок можно решить еще несколько качественных задач.

ОЦЕНИВАНИЕ (≈ 2 мин.)

Рубрика оценивания (носит рекомендательный характер)

Критерии оценивания	I уровень	II уровень	III уровень	IV уровень
Объяснение	Формально объясняет возникновение индукционного тока в замкнутом проводящем контуре и способ определения его направления	На примерах объясняет возникновение индукционного тока в замкнутом проводящем контуре и способ определения его направления	Объясняет возникновение индукционного тока в замкнутом проводящем контуре и способ определения его направления, проводя анализ	Объясняет возникновение индукционного тока в замкнутом проводящем контуре и способ определения его направления, проводя обобщение
Решение задач	Решает качественные простые задачи на возникновение и направление индукционного тока в замкнутом проводящем контуре	Решает качественные задачи средней степени сложности на возникновение и направление индукционного тока в замкнутом проводящем контуре	Решает качественные задачи высокой степени сложности на возникновение и направление индукционного тока в замкнутом проводящем контуре	Решает качественные задачи высокой степени сложности на возникновение и направление индукционного тока в замкнутом проводящем контуре, оценивая результат

BURAXILIŞ MƏLUMATI

*Ümumi təhsil müəssisələrinin 9-cu sinifləri üçün
fizika fənni üzrə dərsliyin (qrif nömrəsi: 2026-024)
metodik vəsaiti
rus dilində*

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər	Rasim Abdurazaqov Dünyamalı Məmmədov Əli Ağacanlı Zamir Dadaşov
Tərcümə	Mehriban Bağirova
İxtisas redaktoru	Nigar Həniyəyeva
Dil redaktoru	Aygün Əliyeva
Bədii redaktor	Taleh Məlikov
Texniki redaktor	Zeynal İsayev
Dizayner	Eldəniz Xocayev
Səhifələyici	Səbinə İbrahimli
Üz qabığı	Taleh Məlikov
Rəssam	Fərid Quliyev
Korrektor	Olqa Kotova
Rəyçilər	Sona Hacı fiz.ü.f.d., dos. Qurban Mehdiyev Sevda Qadaşova Təranə Orucova Sevda Əsgərli

© Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin qrif nömrəsi: 2026-024

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun
hər hansı hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron
informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

Hesab-nəşriyyat həcmi: 54,2. Fiziki çap vərəqi: 52,5.
Səhifə sayı: 420. Formatı: 57x82 1/8. Kəsimdən sonra ölçüsü: 195x275.
Şriftin adı və ölçüsü: Times new roman 10-11 pt. Ofset kağızı. Ofset çapı.
Pulsuz. Bakı – 2026.

Çap məhsulunu hazırlayan:
Azərbaycan Respublikasının Təhsil İnstitutu (Bakı ş., A.Cəlilov küç., 86).