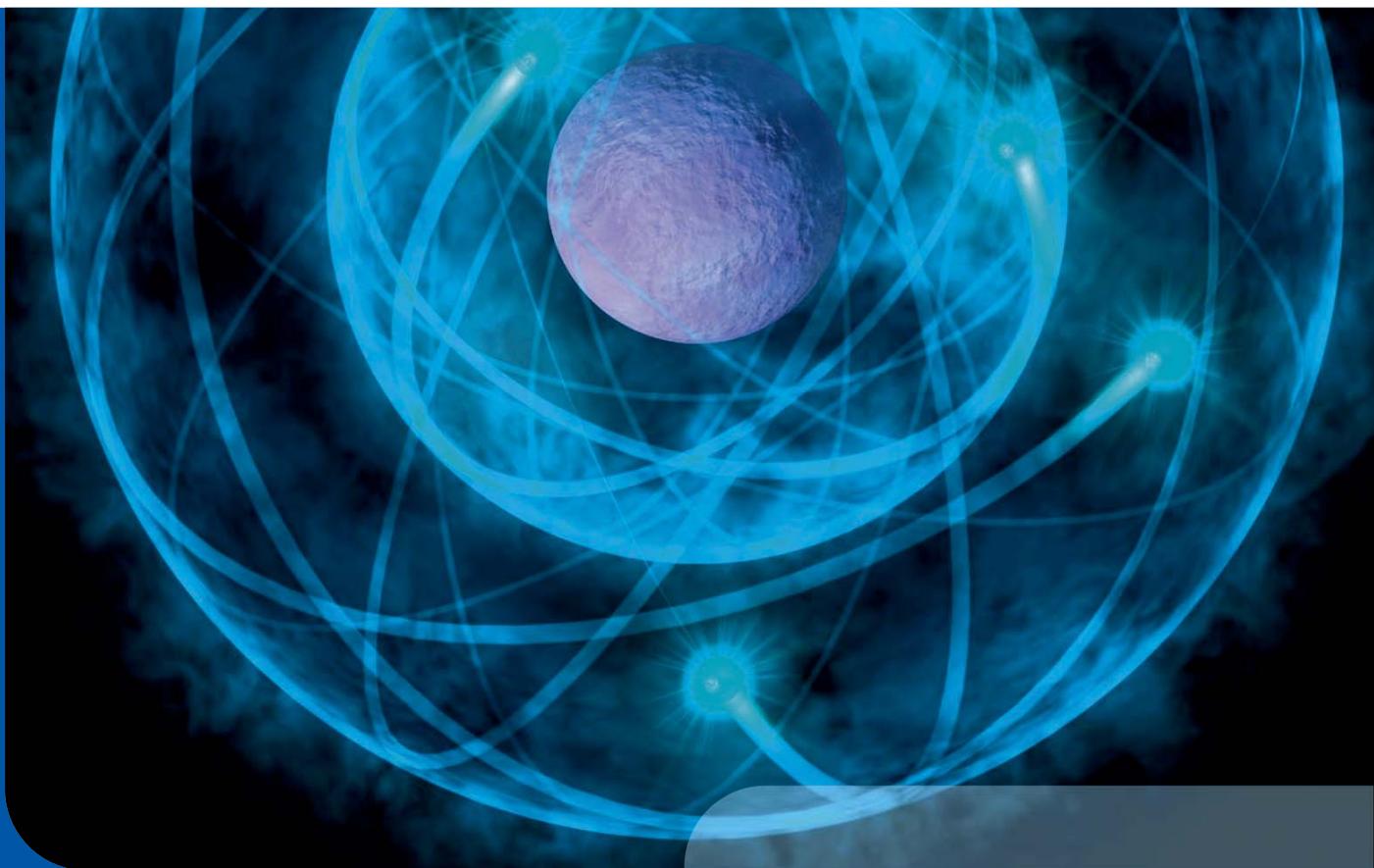


Часть 1



# ФИЗИКА

УЧЕБНИК

7



# AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ DÖVLƏT HİMNİ

Musiqisi *Üzeyir Hacıbəylinin,*  
sözləri *Əhməd Cavadındır.*

Azərbaycan! Azərbaycan!  
Ey qəhrəman övladın şanlı Vətəni!  
Səndən ötrü can verməyə cümlə hazırız!  
Səndən ötrü qan tökməyə cümlə qadiriz!  
Üçrəngli bayrağınla məsud yaşa!

Minlərlə can qurban oldu,  
Sinən hər bə meydan oldu!  
Hüququndan keçən əsgər,  
Hərə bir qəhrəman oldu!

Sən olasan gülüstan,  
Sənə hər an can qurban!  
Sənə min bir məhəbbət  
Sinəmdə tutmuş məkan!

Namusunu hifz etməyə,  
Bayrağını yüksəltməyə  
Cümlə gənclər müştəqdir!  
Şanlı Vətən! Şanlı Vətən!  
Azərbaycan! Azərbaycan!



**ГЕЙДАР АЛИЕВ**  
**ОБЩЕНАЦИОНАЛЬНЫЙ ЛИДЕР**  
**АЗЕРБАЙДЖАНСКОГО НАРОДА**



Ялчин Исламзаде  
Анар Аллахвердиев  
Дуньямалы Мамедов

# Физика

Учебник по предмету физика для 7-х классов общеобразовательных заведений (часть I)


©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](http://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](mailto:trm@arti.edu.az) и [derslik@edu.gov.az](mailto:derslik@edu.gov.az)  
Заранее благодарим за сотрудничество!

7

Часть I

# Ознакомьтесь с учебником

## Введение

Приводятся сведения об этапах становления физики, являющейся отдельной областью естествознания.

**Введение**

**Что изучает физика**

Земля вращается вокруг Солнца, либо Солнце вокруг Земли? Почему происходит затмение Солнца? Какова форма Земли? Что находится внутри Земли? Из чего состоит вещество? Примерно 2500 лет назад греческие учёные впервые попытались найти ответ на поставленные выше вопросы. Позже, учёных, ищущих ответы на подобные вопросы стали называть физиками, а интересующие их темы – физикой. В переводе с греческого языка "Физика" означает природа. Живые организмы и неживые объекты, моря, атмосфера, Земля, Луна, Солнце и другие планеты, спутники и звезды вместе составляют природу. На уроках природы вы узнали о преобразованиях энергии, распространении света и звука, взаимосвязи между силой и движением, круговороте воды в природе и о том, как происходит солнечные и лунные затмения. В природе постоянно происходит изменения. Яблоко падает с дерева, Луна вращается вокруг Земли, а Земля вокруг Солнца, выветриваются горные породы, времена года сменяют друг друга, вещества переходят из одного состояния в другое. Изменение, происходящее в природе называется процессом.

Платон (428-348 до н.э.) Сменил представление о форме Солнечного диска.

Декарт (1596-1650) Выдвинул предположение об атомарности строения вещества.

Эратосфен (276-195 до н.э.) Вычислил радиус Земли.

## Первая страница раздела

Представлены интересные сведения из истории науки, природы или техники. Вопросы на странице помогут вам вспомнить предыдущие знания и связать их с темами раздела. Материал этого раздела формирует представление о темах, преподаваемых в разделе.

## Из раздела вы узнаете

Перечисляются знания и навыки, которые вы получите, изучая темы раздела.

## 2 Прямолинейное движение

В 1912 году корабль под названием "Титаник", плывущий из Англии в Америку утонул из-за столкновения с айсбергом. Несмотря на то, что капитан корабля незадолго до столкновения увидел айсберг, избежать столкновения не удалось из-за большой скорости корабля и небольшого расстояния до айсберга.



- В повседневной жизни мы пользуемся такими транспортными средствами, как велосипед, автомобиль и поезд. Мы выбираем транспортное средство в зависимости от местоположения пункта назначения и длины дороги. В зависимости от вида транспорта и расстояния меняется и время нашего передвижения. Таким образом, зная протяженность дороги, по которой нужно добраться из одного места в другое, скорость транспортного средства и направление пункта назначения, легче спланировать поездку.
- 1. Мог ли корабль избежать столкновения, если бы вовремя изменил курс?
- 2. Достаточно ли знать расстояние между кораблем и айсбергом, чтобы определить столкнутся они или нет?

### Из раздела вы узнаете

- зависимости от траектории движение бывает прямолинейным и криволинейным
- Путь и перемещение: это две разные величины
- Скорость движения может оставаться постоянной или меняться
- Движение тела описывается формулами и графическими методами

часть 1

## 2.3 Равномерное прямолинейное движение

Двигаясь по прямой, спортсмен за каждые 10 с проходит 60 м пути.

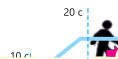


**Ключевые слова**  
 прямолинейное движение,  
 равномерное движение

Иногда тела двигаются, не меняя направления. Примером может служить самолёт, летящий в одном направлении, или автомобиль, движущийся по прямой (рис. 1):

• Если тело движется по прямой траектории, то его движение называется **прямолинейным движением**.

Иногда тело проходит весь путь или часть пути с постоянной скоростью. Например, движение людей на прогулке, движение эскалатора или движение автомобиля на определенных участках дороги может быть движением с постоянной скоростью. Так как **путевая скорость** – это путь, пройденный телом за единицу времени, то при движении с постоянной скоростью, путь пройденный телом за одно и то же время будет равным (рис. 2).

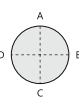


Деятельность

**Нахождение пути и перемещения**  
**Принадлежности:** линейка, циркуль.

**Ход работы:**

- Нарисуйте на бумаге круг, радиусом 5 см.
- Разделите круг на четыре равные части, как показано на рисунке и отметьте точки A, B, C и D.



**Обсудите:**

- Если тело движется из точки A в точку C по окружности, каковы будут его перемещение и путь, который он пройдет (принять  $\pi = 3$ )?
- Если тело начнет двигаться по окружности из точки B и вернется в эту точку, чему будут равны его перемещение и пройденный путь?
- Если будет известно перемещение тела, начавшего двигаться в точке A, можно ли определить пройденный им путь?

## Мотивация

В этой части представлены знакомые ситуации и сопутствующие вопросы. Информация направлена на подготовку к этапам деятельности и объяснения материала урока. Анализируется ситуация, с помощью ответов на вопросы вспоминаются уже имеющиеся знания по теме.

## Разъяснение

Объясняется новый материал (тема)

## Деятельность

Практическое задание, выполняемое для поиска ответа на поставленный вопрос. В результате этой деятельности внимание концентрируется на основных понятиях новой темы и развиваются процедурные навыки.

## Подумай – обсуди – поделись

Представленный вопрос предназначен для обдумывания и обсуждения ответов с одноклассниками. В это время развиваются умения обосновывать свои предположения, самостоятельное мышление и коммуникативные навыки.

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Почему используется понятие "средняя скорость"?

## А знаете ли вы?

Представлены интересные факты и информация из области природы, истории науки, быта или техники.

### Знаете ли вы?

В прошлом люди пытались предсказать погодные условия по поведению животных. А в наше время для составления прогноза погоды используются метеостанции или станции прогноза погоды, оснащённые приборами, измеряющими скорость ветра, температуру, влажность воздуха и другие параметры.

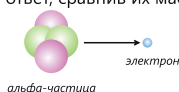


## Применение полученных знаний

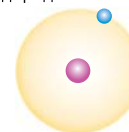
Вопросы и упражнения в этом блоке помогают применить новые понятия в другой ситуации, а также углубить и закрепить полученные знания.

### Примените полученные знания

1. Альфа-частицы состоят из двух протонов и двух нейтронов. Меняет ли во время опыта альфа-частица свое направление при столкновении с электроном в атомах золотой пластинки? Обсудите свой ответ, сравнив их массы.



2. Атом водорода состоит из одного протона и одного электрона. Примерно какой процент массы атома водорода составляет ядро?



### Проверьте свои знания

1. Очень часто модель атома Резерфорда называют "планетарной моделью атома". В чём сходство Солнечной системы и модели атома Резерфорда?
2. Опишите строение атома углерода, нарисовав схему.
3. Объясните, почему масса атома дейтерия меньше массы атома трития, но больше массы атома водорода.
4. Как изменится заряд и масса атома, если добавить в ядро один нейтрон?
5. Если нейтральный атом потеряет 2 электрона, каков будет его заряд?

## Проверка полученных знаний

Представленные вопросы и упражнения измеряют уровень овладения темой.

## Наука, технология, жизнь

В разделе представлен материал для чтения об историческом развитии, применении или возможных направлениях развития изученных знаний.

## Наука, технология, жизнь

Герой романа Жюль Верна "Вокруг света за 80 дней" Филеас Фогг заключает с друзьями пари, что обойдет мир за 80 дней. Используя слонов, воздушные шары, пароходы и лошадей, Фогг завершает запланированное путешествие во времени.

Роман повествует о конце XIX века. Спустя 150 лет после написания романа люди больше для путешествий не используют слонов, воздушные шары или пароходы. Современные виды транспорта намного комфортнее прежних и являются скоростными.



Иллюстрация к роману Жюль Верна "Вокруг света за 80 дней"

## Выводы

Помогает запомнить основные понятия, изучаемые в рамках раздела, в последовательной и обобщенной форме с помощью схемы или карты понятий.



## Обобщающие задания

Представлены вопросы и задания по всем темам раздела, измеряется уровень знаний и умений, освоенных в разделе.

# Оглавление

## Введение

Что изучает физика . . . . .	7
Что физики знают о природе . . . . .	8
Как физики изучают природу . . . . .	10
Значение физики . . . . .	12

## Раздел 1 Физические величины и их измерение

<b>1.1</b>	Физические величины . . . . .	16
<b>1.2</b>	Измерение физических величин . . . . .	20
<b>1.3</b>	Точность измерений. . . . .	24
<b>1.4</b>	Скалярные и векторные величины . . . . .	27
	Наука, технология, жизнь . . . . .	29
	Заключение . . . . .	30
	Обобщающие задания . . . . .	31

## Раздел 2 Прямолинейное движение

<b>2.1</b>	Траектория, путь и перемещение . . . . .	34
<b>2.2</b>	Скорость . . . . .	38
<b>2.3</b>	Прямолинейное равномерное движение . . . . .	42
<b>2.4</b>	Графическое описание пути и путевой скорости . . . . .	45
<b>2.5</b>	Прямолинейное движение с переменной скоростью . . . . .	48
<b>2.6</b>	Ускорение . . . . .	50
<b>2.7</b>	Средняя скорость . . . . .	53
	Наука, технология, жизнь . . . . .	55
	Заключение . . . . .	56
	Обобщающие задания . . . . .	57

## Раздел 3 Криволинейное движение

<b>3.1</b>	Равномерное движение по окружности . . . . .	60
<b>3.2</b>	Скорость при равномерном движении по окружности . . . . .	64
<b>3.3</b>	Периодическое колебательное движение . . . . .	66
	Наука, технология, жизнь . . . . .	71
	Заключение . . . . .	72
	Обобщающие задания . . . . .	73

## Раздел 4 Строение и размер атома

<b>4.1</b>	Строение атома . . . . .	76
<b>4.2</b>	Размер атома . . . . .	81
	Наука, технология, жизнь . . . . .	83
	Заключение . . . . .	84
	Обобщающие задания . . . . .	85
	Словарь . . . . .	87



## Что изучает физика

Совершает ли Земля обороты вокруг Солнца, или же Солнце вращается вокруг Земли? Почему происходит затмение Солнца? Какова форма Земли? Что находится внутри Земли? Из чего состоит вещество?

Примерно 2500 лет назад греческие учёные впервые попытались найти ответы на поставленные выше вопросы. Позже науку, изучающую подобные темы в природе, назвали **физикой**, а ученых, проводящих исследования в этой области науки, – **физиками**.

В переводе с греческого языка *Physis* означает "*природа*". Живые организмы и неживые объекты, моря, атмосфера, Земля, Луна, Солнце и другие планеты, спутники и звезды вместе составляют природу. На уроках природы вы узнали о преобразованиях энергии, распространении света и звука, взаимосвязи между силой и движением, круговороте воды в природе и о том, как происходят солнечные и лунные затмения. В природе постоянно происходят изменения. Яблоко падает с дерева, Луна вращается вокруг Земли, а Земля вокруг Солнца, выветриваются горные породы, времена года сменяют друг друга, вещества переходят из одного состояния в другое. Изменение, происходящее в природе, называют **природным явлением** или же просто **явлением**.

### Вещество и тело

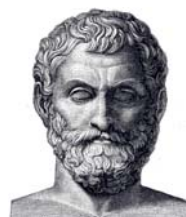
Явления происходят с участием тел. **Тело** имеет массу, может иметь форму и занимать определенный объём в пространстве. В физике тело может быть как живым организмом, так и неживым объектом. Например, при вычислении скорости спортсмена или автомобиля мы их обоих называем телами. Тело может находиться в состоянии покоя или двигаться.

Положение неподвижного тела не меняется относительно тел вокруг него.

Если же с течением времени положение тела в пространстве относительно других тел меняется, то оно движется.

Тела состоят из различных **веществ**. Сталь и пластик – это вещество, а ложка, изготовленная из стали и пластика, – тело.

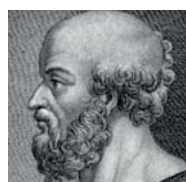
Вещества различаются по таким свойствам, как плотность, электропроводность и температура плавления.



Фалес  
(624-545 до н.э.)  
сумел предсказать  
время Солнечного  
затмения.

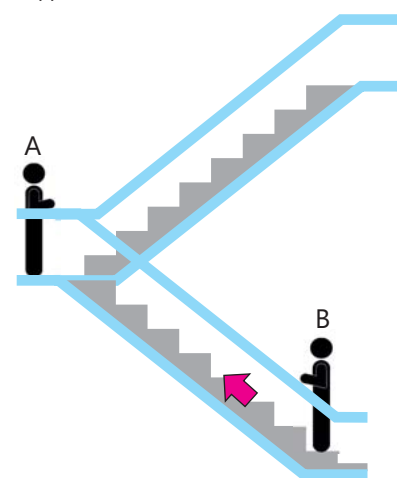


Демокрит  
(460-370 до н.э.)  
выдвинул  
предположение об  
атомарном  
строении вещества.



Эратосфен  
(276-195 до н.э.)  
вычислил радиус  
Земли.

Тело А неподвижно, а тело В движется.



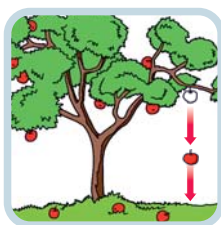
Тела, сделанные из различных веществ



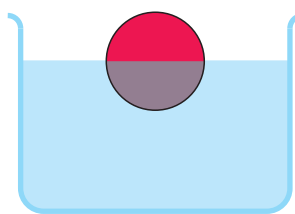
Различные тела, состоящие из одного и того же вещества



Одной из целей физики является изучение причины возникновения явлений. В древности считалось, что причиной солнечного затмения является дракон, проглотивший Солнце. Однако известно, что солнечное затмение происходит потому, что Луна закрывает Солнце. На уроках природы вы узнали, что причиной глобального потепления является увеличение количества парниковых газов в атмосфере и то, что причиной бриза является разница в степени нагревания моря и побережья.



Яблоко падает под действием силы притяжения Земли.



Мяч не тонет в воде, потому что архимедова сила уравновешивает силу тяжести.



Рельсы искривляются из-за расширения от жары

### Физические величины

Для объяснения природных явлений используются такие **физические величины**, как сила, плотность, масса, объем, напряжение и т.д. Одной из целей физики также является определение математической связи между величинами. Например, сила тяжести, действующая на тело, *прямо пропорционально* массе тела. При подключении лампы к батарейке с меньшим напряжением яркость ее *снижается*. Когда

в воде растворяется больше соли, проводимость раствора *увеличивается*. Наряду с изучением причин явлений физики также проводят точные измерения и вычисления для определения значений величин. Например, на основе движения Луны и Земли они объясняют, почему происходит солнечное затмение, и рассчитывают, когда произойдет очередное затмение.

## Что физики знают о природе

Хотя древнегреческие учёные задавали множество вопросов о природе и находили на них ответы, сегодня известно, что лишь немногие из этих ответов оказались верными, а большинство из них оказались ошибочными. Например, Фалес предполагал, что мир образовался из воды, а Земля имеет не шарообразную, а плоскую форму. Демокрит считал, что атомы, из которых состоит вещество, являются неделимыми и не состоят из более мелких частиц. Аристотель утверждал, что вещество состоит всего из пяти элементов. Однако в результате развития физики мы узнали, что атомы состоят из более мелких частиц, что Земля имеет круглую форму и что существует не пять, а более 100 различных элементов.

Развитие физики стимулировало развитие и других наук. Например, понятие “энергия” в физике помогло биологии лучше изучить фотосинтез и пищевую цепь, а химии – реакцию горения.

Несмотря на то, что в результате развития науки были даны ответы на многие вопросы, возникают новые вопросы. Учёные начинают искать ответы и на них. Например, вопрос “Сколько существует простых частиц, которые не состоят из других частиц?” является одной из самых важных проблем современной физики.

Физика изучает строение и свойства вещества, связь между силой, действующей на тело, и его движением, превращение одного вида энергии в другой вид и множество других явлений. Для облегчения изучения физики природные явления делят на определенные группы. В качестве примера мы можем привести нижеследующие группы явлений.



Исаак Ньютон (1643-1727), объяснил связь между силой и движением.



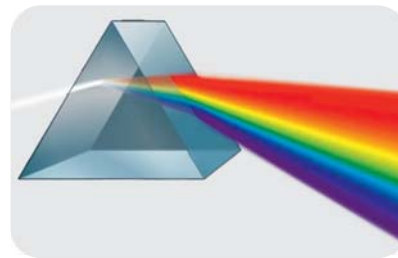
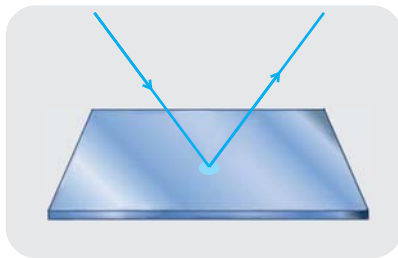
Эрнест Резерфорд (1871-1937), проведя эксперимент, определил внутреннее строение атома.



Альберт Эйнштейн (1879-1955), развил и усовершенствовал работы Ньютона.

### Световые явления

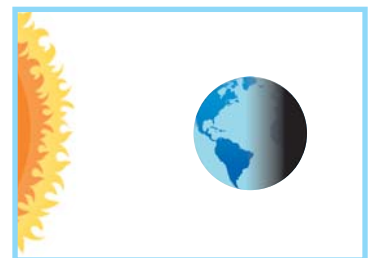
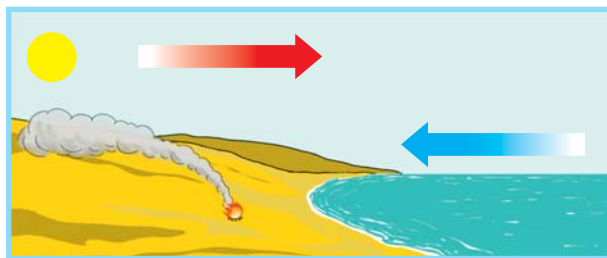
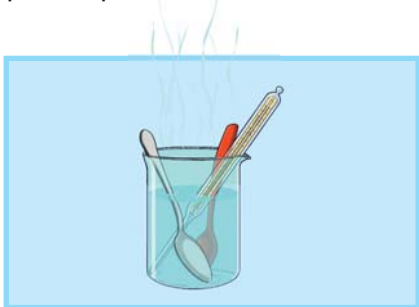
К световым явлениям относятся такие природные явления, как отражение света, преломление при переходе из одной среды в другую и разложение белого света на цвета.



◀ Световые явления

### Тепловые явления

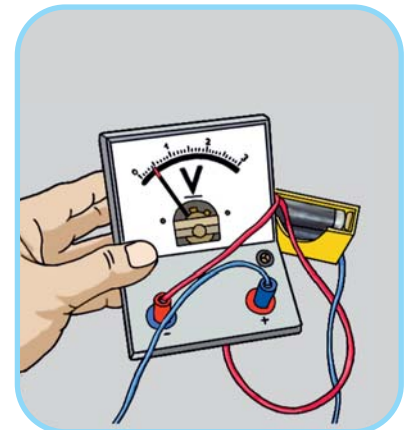
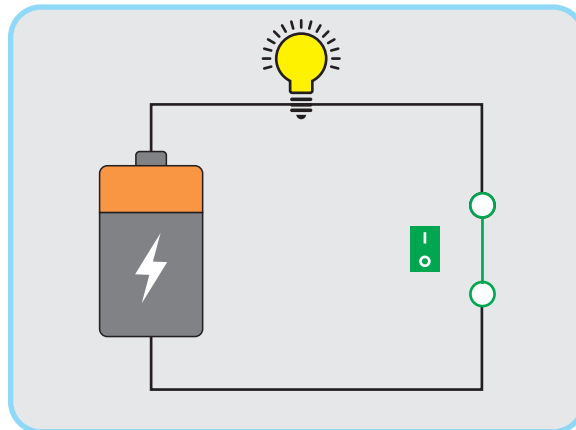
К тепловым явлениям относятся изменения состояния вещества с изменением температуры, расширение тел за счет тепла, перенос тепла теплопроводностью, конвекцией и излучением.



▲ Тепловые явления

### Электрические явления

Разряд молнии, горение лампочки, измерение вольтметром напряжения батареи являются примерами электрических явлений.



▲ Электрические явления

В старших классах вы изучите много новых и интересных физических явлений, связанных с различными областями физики.

## Как физики изучают природу

При изучении природы физики используют **научный метод**. Научный метод – это способ изучения, состоящий из шагов, выполняемых в определенной последовательности. Эти шаги включают: (1) задавать вопросы и проводить наблюдения, (2) выдвигать гипотезы, (3) планировать опыт для подтверждения гипотезы и (4) делиться результатами опыта с другими учёными.

### Вопрос и наблюдение

Наблюдение – это сбор информации о происходящих явлениях с помощью органов чувств. Однако поскольку возможности органов чувств человека ограничены, ученые применяют различные приборы. Например, для наблюдения за очень маленькими телами они используют микроскоп, для наблюдений за далекими планетами и звёздами – телескоп, для измерения скорости ветра применяют анемометр.

Для проведения наблюдений физики используют различные приспособления



▲ Микроскоп



▲ Телескоп

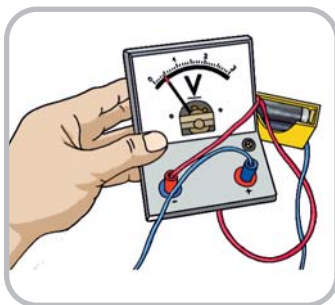


▲ Анемометр

Невозможно определить температуру или массу тела на ощупь или на глаз. Поэтому для измерения величин ученые используют измерительные приборы, такие как весы, термометры, мензурки, вольтметры и секундомеры.



Мензурка



Вольтметр



Секундомер

▲ Для измерения физических величин используются различные приборы

Проведенные нами наблюдения могут вызвать у нас вопросы. Например, после наблюдений приливов и отливов морей возникает вопрос о причине этого явления. Или же, задав в начале вопрос "Как количество кислорода в воздухе влияет на процесс горения?", можно начать поиск ответа на поставленный вопрос.

### Гипотеза

Гипотеза – это идея, выдвинутая для объяснения наблюдаемого. Ее верность можно проверить опытным путем. Например, заметив, что дождевые лужи высыхают быстрее в жаркую погоду, вы можете предположить, что тепло ускоряет процесс испарения воды. Налив в две емкости одинаковой формы равное количество воды и поместив одну ёмкость в солнечной части комнаты, а другую в затененной, вы можете измерить время испарения и определить, верна наша гипотеза или нет.

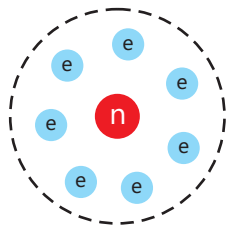
### Опыт

Опыт (эксперимент) – это деятельность, состоящая из последовательных действий, с использованием необходимых материалов и приспособлений. На уроках по предмету "Природа" для нахождения ответов на многие вопросы вы эти действия планировали и проводили подобную деятельность. Например, при добавлении соли в воду по яркости свечения лампы вы определили, что проводимость раствора увеличивается.

### Обсуждение

Учёные делятся полученными результатами с другими учеными. Результаты они представляют с помощью графиков, диаграмм, схем или упрощенных **моделей**. Таким образом и другие ученые тоже смогут ознакомиться с полученными результатами. Например, после определения строения атома Резерфорд поделился своими идеями, представив модель атома.

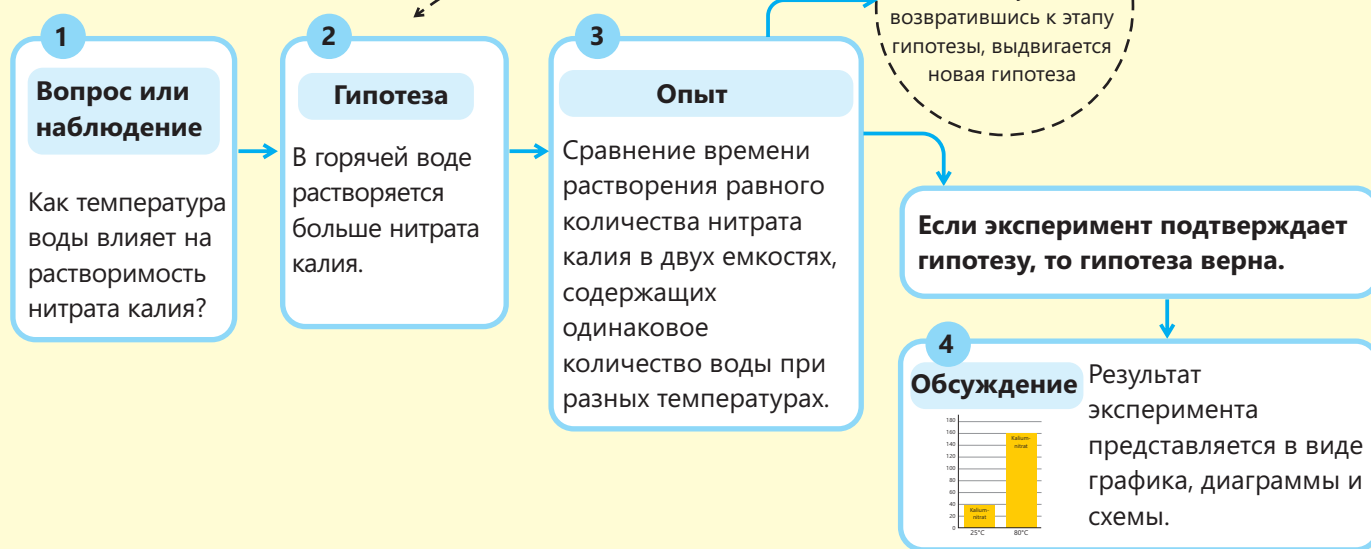
▶ Модель атома, предложенная Резерфордом (n – ядро, e – электрон)



### Новые вопросы

Процесс изучения природы никогда не прекращается. Потому что каждое новое открытие порождает новые вопросы и учёные пытаются найти ответы на эти вопросы. Например, после того, как Резерфорд открыл, что атом состоит из ядра и вращающихся вокруг электронов, учёные задались вопросом: “Каково строение атомного ядра?”

### Этапы научных методов



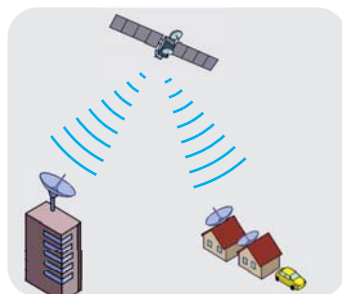
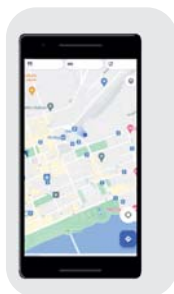
## Значение физики

Знания, полученные в области физики, широко применяются во многих областях, и с развитием физики расширяются области ее применения.

### Технология

Чтобы добраться до школы, вы пользуетесь разными видами транспорта, а для подключения к онлайн-урокам вы

▶ В результате развития науки были изобретены спутниковая связь и медицинские диагностические приборы



используете Интернет и компьютер. С помощью искусственных спутников Земли вы можете общаться с людьми, живущими в далеких странах, узнать прогноз погоды на завтра и отправлять координаты вашего местоположения другу со своего мобильного телефона. Создание **технологий**, облегчающих нашу работу, возможно благодаря полученным научным знаниям.

Ученые изучают природу, а инженеры, применив научные открытия, создают различные технологии. Нет такой сферы жизни, где бы не применялись технологии.

### Объяснение природных явлений

С помощью физики мы можем объяснить образование радуги, миражей в пустыне, лунных затмений, приливов, отливов и вообще определить причины природных явлений. В древние времена люди, когда происходили природные явления, боялись, потому что не знали причин. Изучение природы позволило людям дать научное объяснение природным явлениям. Мы уже не боимся природных явлений, можем заранее их прогнозировать и предпринимать определенные меры. Кроме этого, мы имеем верное представление о размерах Вселенной, в которой мы живём, её возрасте, процессах, происходящих там, и положении Земли в Солнечной системе.

### Инженерия

Вы тоже возможно захотите стать физиками и находить ответы на вопросы о природе. В этом вам поможет физика, изучаемая в школе. Если вы хотите стать инженером в области электротехники и электроники, строительства, компьютеров или в любой другой области, вам все равно понадобится образование в области физики. Потому что профессия инженера требует применения научных знаний для создания новых технологий и решения различных задач.

### Связь с другими областями науки

Развитие физики мотивировало развитие всех областей науки, особенно химии, биологии, географии, астрономии и медицины. Изобретенные физиками многие приборы, например, рентгеновский аппарат, микроскоп, анемометр, барометр, электронный микроскоп, нашли своё широкое применение в других областях науки. Кроме того, такие физические величины и понятия, как сила, масса, скорость, частота, энергия, пространство и движение, широко применяются и в других областях науки.

Следовательно, знание физики необходимо для того, чтобы стать хорошим специалистом во всех областях.

Желаем вам успехов в изучении физики!

**Проверьте полученные знания**

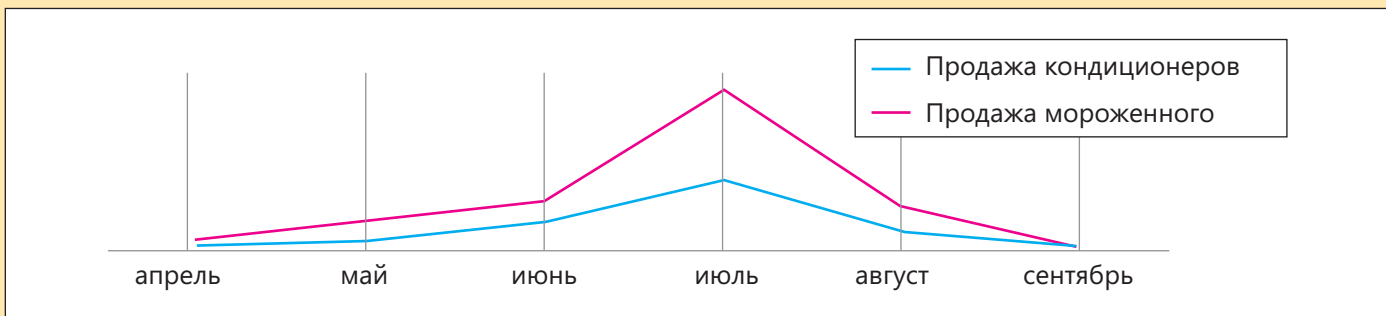
1. Объясните понятия “тело” и “вещество”.
2. На поверхности Луны имеется множество кратеров, то есть углублений, образовавшихся в результате столкновений. Выдвиньте гипотезу для объяснения причины появления этих углублений и обоснуйте свое мнение.



**3. Что должен делать учёный, если гипотеза не подтверждается экспериментом?**

- a) Следует прекратить свою научную деятельность.
- b) Должен настаивать на верности своей гипотезы.
- c) Должен выдвинуть новую гипотезу и проверить её опытным путём.
- d) Должен прийти к выводу, что научный метод неверен.

**4. В летние месяцы увеличивается продажа как кондиционеров, так и мороженого. Какая из гипотез может служить подтверждением этих двух фактов?**



- a) Если в комнате не будет прохладно, то мороженое растает. Для того, чтобы съесть мороженое, нужно купить кондиционер.
- b) Чтобы охладиться в жару, люди должны одновременно есть мороженое и включить кондиционер.
- c) При покупке кондиционера в подарок предлагается мороженое.
- d) Должен прийти к выводу, что научный метод неверен.

**5. Перепишите текст в тетрадь и дополните его, вписав в пропуски соответствующие слова.**

Физика – наука о \_\_\_\_. Возникновение физической науки началось с поиска учеными ответов на вопросы о природе. Метод изучения физики называется \_\_\_\_ методом. Этот метод состоит из следующих этапов: 1) \_\_\_\_, 2) \_\_\_\_, 3) проведение опыта и 4) \_\_\_\_. В результате развития физики мы получили различные \_\_\_\_ и стали лучше \_\_\_\_ мир. Когда находишь ответы на вопросы, всегда возникают новые \_\_\_\_. Поэтому физика постоянно развивается.



раздел  
1

# Физические величины и их измерение

В 1983 году в Канаде у самолета, летевшего из одного города в другой, на высоте 12 500 метров закончилось топливо. Однако пилотам удалось посадить самолет на ближайшем военном аэродроме. Причина проблемы заключалась в том, что бензобак самолёта был заправлен топливом в два раза меньше, чем было необходимо для полета. Поскольку прибор, указывающий количество топлива, был неисправен, работники измеряли количество бензина в баке, спуская в бак шест. Но при измерении они ошиблись и неправильно рассчитали объем топлива в баке.



- Как при изучении физических явлений, так и при выполнении повседневных наших работ приходится измерять различные величины. С этой целью используются измерительные приборы. Некоторые величины мы вычисляем, используя измеряемые нами ранее величины. Иногда измерения выражаются в других единицах, отличных от тех, которые мы используем. Например, размеры экрана компьютера указаны не в сантиметрах, а в дюймах. Учет погрешностей, допускаемых при измерении величин, помогает узнать точность измерения. Также во многих случаях удобнее кратко выражать большие и малые значения величин.
- 1. С какой проблемой мы можем столкнуться, если не учесть размеры двери и стола при покупке домашней мебели?
- 2. Какие приборы или устройства вы используете в повседневной жизни?

## Из раздела вы узнаете

- Для описания физических явлений используют физические величины
- Некоторые величины измеряются приборами, а некоторые вычисляются
- Измерительные приборы имеют определенный предел измерения
- Можно определить погрешности, допущенные во время измерения
- Физические величины бывают векторными и скалярными

# 1.1 Физические величины

Нигяр и Азер измерили длину классной комнаты шагами. По измерениям Нигяр длина комнаты составляла 20 шагов, а по измерениям Азера – 16 шагов.



- Как по-вашему, может ли длина классной комнаты иметь два разных значения?
- Почему невозможно точно измерить длину комнаты шагами?

### Ключевые слова

физические величины, единица измерения, основная единица, производная единица

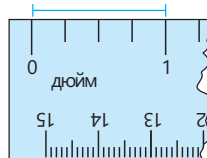
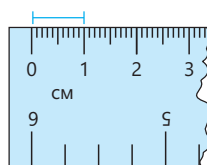
### Деятельность

#### Измерение длины книги

**Принадлежности:** линейка с делениями в сантиметрах и дюймах, учебник по физике.

#### Ход работы:

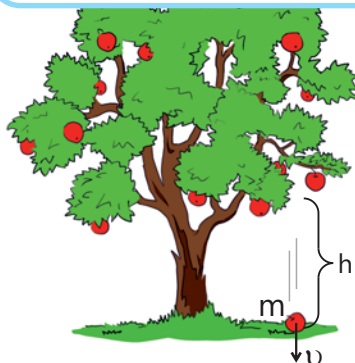
1. Перечертите приведенную ниже таблицу в тетрадь.
2. Измерьте длину книги пядью и запишите ее в таблицу.
3. Измерив линейкой длину книги в дюймах и сантиметрах, запишите ее в таблицу.



Длина книги		
Пядь	Сантиметр	Дюйм

#### Обсудите:

1. Все ли ученики при измерении длины книги пядью, получат одинаковое значение? Что является причиной этого?
2. Какие измерения более точные – пядью или линейкой?
3. Как можно вычислить, сколько сантиметров в одном дюйме, используя длину книги?



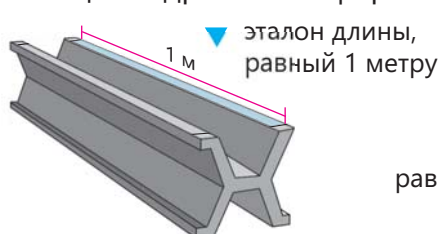
Учёные, изучающие физические явления, собирают информацию, проводя наблюдения и измерения. Например, изучая падение яблока с дерева, необходимо измерить высоту, с которой оно упало, время достижения земли, его скорость и массу. Для изучения физических явлений пользуются **физическими величинами**.

Вам уже знакомы такие физические величины, как масса, время, длина, скорость, сила и частота.

● **Свойства тела или явления, определяемые путем измерения или вычисления, называются физическими величинами.**

Например, масса капли воды, плотность воды и время испарения капли являются физическими величинами. Время испарения, массу и объём капли мы можем измерить, а её плотность вычислить. Невозможно выполнить точные измерения с помощью пяди и шагов. Потому что длина пяди и шагов у людей разная. Поэтому удобнее использовать общепринятые эталоны измерений физических величин. Измерить физическую величину – значит сравнить её с единым принятым эталоном для этой величины. Например, при измерении длины комнаты мы сравниваем её с основной **единицей** длины – метром, а при измерении массы яблок мы сравниваем её с единицей массы – килограммом.

Эталон длины – это расстояние между двумя делениями, нанесенными на специально изготовленный стержень. За единицу массы принята масса специально изготовленного тела цилиндрической формы.



эталон длины,  
равный 1 метру



эталон массы,  
равный 1 килограмму

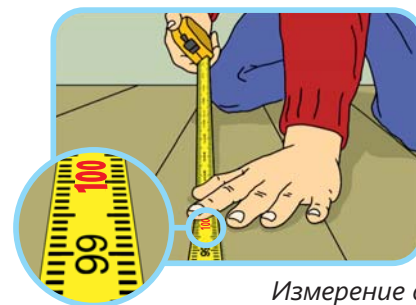
Для простоты многие страны имеют общую систему единиц измерений физических величин. Принятая общая система единиц называется **Международной системой единиц (СИ)**. Единицы некоторых величин, таких как длина, масса и время, являются основными единицами в системе СИ.

Для обозначения единицы физической величины условный символ этой величины пишут в квадратных скобках.

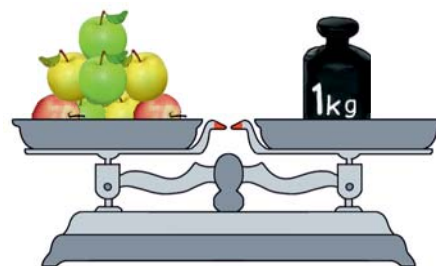
Например, выражение  $[t]=1\text{ с}$  показывает, что единицей измерения времени является секунда.

Название величины	Условное обозначение	Единица измерения в СИ	Условное обозначение единицы
длина	$l$	метр	м
масса	$m$	килограмм	кг
время	$t$	секунда	с

◀ Некоторые величины в СИ



Измерение длины комнаты



Определение массы яблок

Знаете ли вы?



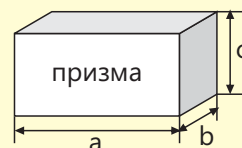
При программировании климатического зонда, посланного на Марс в 1998 г. со стороны NASA, единицы измерений некоторых величин не соответствовали СИ, поэтому зонд не смог выполнить свою функцию и пришёл в негодность.

### Производные единицы

В физике наряду с основными единицами используются и **производные единицы** измерений. Если какая-то единица измерения выражается с помощью более чем одной основной единицы, то единица такой величины является производной единицей. Единицы таких величин, как объём, плотность, скорость и сила, являются производными единицами измерений. Например, единица измерения скорости  $1 \frac{м}{с}$  является производной единицей, поскольку выражается в единицах длины и времени, которые являются основными единицами.

- **Единица объема – производная единица, выраженная с помощью одной основной единицы. Объем прямоугольной призмы равен произведению ее сторон:**

$$V = a \cdot b \cdot c.$$



Если учесть, что единицей измерения длины, ширины и высоты является метр, то для единицы объема получим  $[V] = м \cdot м \cdot м = м^3$  (кубический метр).

### Дольные и кратные единицы

Иногда физические величины выражаются в единицах, не соответствующих системе СИ. Для этого используются дольные и кратные единицы в системе СИ. Например, массу огромного корабля удобнее выразить в тоннах, а массу яблока – в граммах.



Корабль массой 100 тысяч тонн



Яблоко массой 100 г

В нижеследующей таблице приведены дольные и кратные единицы некоторых основных единиц СИ.

Единицы длины
1 км (километр) = 1000 м
1 м = 10 дм (дециметров)
1 дм = 10 см (сантиметров)
1 см = 10 мм (миллиметров)

Единицы массы
1 т (тон) = 1000 кг
1 кг = 1000 г (граммов)
1 г = 1000 мг (миллиграммов)

Единицы времени
1 сутки = 24 часа
1 час = 60 минут (мин.)
1 минута = 60 секунд (с.)

▲ Дольные и кратные единицы

### Решение задач

**Задача 1. Пол в комнате прямоугольной формы со сторонами 4 м и 6 м. Найдите площадь пола и выразите ее в квадратных дециметрах.**

Дано	Формула	Решение
$a = 4 м = 40 дм$ $b = 6 м = 60 дм$ $S - ?$	$S = a \cdot b$	$S = 40 дм \cdot 60 дм = 2400 дм^2$  <b>Ответ:</b> 2400 дм <sup>2</sup>

**Задача 2.** Выразите объем прямоугольной призмы в  $m^3$ , если известно, что стороны ее основания равны 20 см и 50 см, а высота 10 см.

Дано	Формула	Решение
$a = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$ $b = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$ $c = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$ $V = ?$	$V = a \cdot b \cdot c$	$V = 0,2 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ м} \cdot 0,1 \text{ м} = 0,01 \text{ м}^3$  <b>Ответ:</b> $0,01 \text{ м}^3$

**Задача 3.** Вычислите плотность железного шара массой 15,6 кг и объемом 2  $dm^3$  и выразите ее в  $\frac{г}{см^3}$ .

Дано	Формула	Решение
$m = 15,6 \text{ кг}$ $V = 2 \text{ дм}^3$ $\rho = ?$	$\rho = \frac{m}{V}$	$\rho = \frac{15,6 \text{ кг}}{2 \text{ дм}^3} = 7,8 \frac{\text{кг}}{\text{дм}^3} = 7,8 \frac{\cancel{1000} \text{ г}}{\cancel{1000} \text{ см}^3} = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$  <b>Ответ:</b> $7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

**Примените полученные знания**

1. Пользуясь линейкой, определите объем вашей книги. Ответ выразите в кубических метрах.



2. Выразите в основных единицах.

a  $3,6 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

b  $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$

**Проверьте полученные знания**

1. Каковы единицы длины?

1. м 2.  $m^3$  3. см 4. кг

A) 1, 3 B) 2, 3 C) 2, 4 D) 1, 4 E) 3, 4

2. Скольким  $dm^2$  равна площадь квадрата, длина стороны которого равна 20 см?



3. Выразите время одного полного оборота Земли вокруг своей оси в минутах.

4. Определите на диаграмме Эйлера-Венна пункты, соответствующие массе и объему.

1. Единица является основной единицей в СИ.

2. Единица не является основной единицей в СИ.

3. Является физической величиной.

4. Единица измерения – килограмм.

5. Измеряется в кубических метрах.

6. Может измеряться в долях единицы измерений.



	I	II	III
A)	2, 4	1, 5	3, 6
B)	2, 5	1, 4, 6	3
C)	1, 4	2, 3, 5	6
D)	1, 4	2, 5	3, 6
E)	1, 4, 6	2, 5	3

## 1.2 Измерение физических величин

По легенде, король Сиракуз дал ювелиру определенное количество золота для изготовления короны. Масса изготовленной короны равнялась массе золота, данного королем. Хотя корона и была цвета золота, король все же хотел убедиться в том, что она сделана из чистого золота. Архимеду было поручено проверить, золотая корона или нет. Архимед заметил, что при погружении золотого слитка и короны одинаковой массы в емкость с водой вода поднималась до разных уровней.



- Почему уровни воды в емкостях различались?
- Как Архимед вычислил плотность короны?

### Ключевые слова

шкала, цена деления, предел измерения



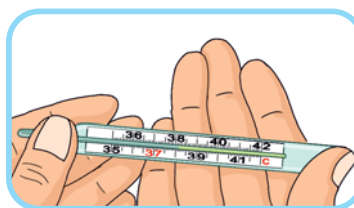
▲ Измерительная лента (рулетка)

Люди получают информацию об окружающей среде через органы чувств. Но органов чувств не достаточно для измерения физических величин. Вы можете предположить длину классной комнаты. Но для того чтобы узнать точное значение длины, необходимо воспользоваться рулеткой.

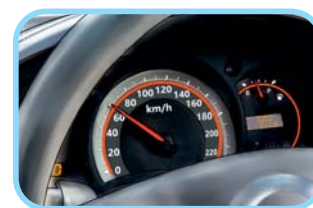
Примеры устройств, часто используемых в повседневной жизни, включают измерительную ленту (рулетку), измеряющую длину, весы, измеряющие массу, термометр, измеряющий температуру, и спидометр, измеряющий скорость автомобилей.



▲ Весы

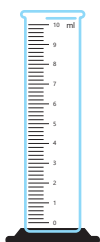


▲ Термометр



▲ Спидометр

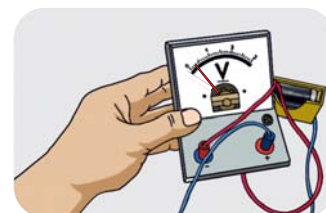
Помимо измерительных приборов, используемых в повседневной работе, есть также приборы, которые используются в основном в лабораториях. Примерами могут служить мензурка, измеряющая объём, секундомер, измеряющий время, и вольтметр, измеряющий напряжение.



▲ Мензурка



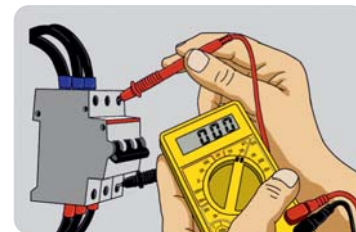
▲ Секундомер



▲ Вольтметр

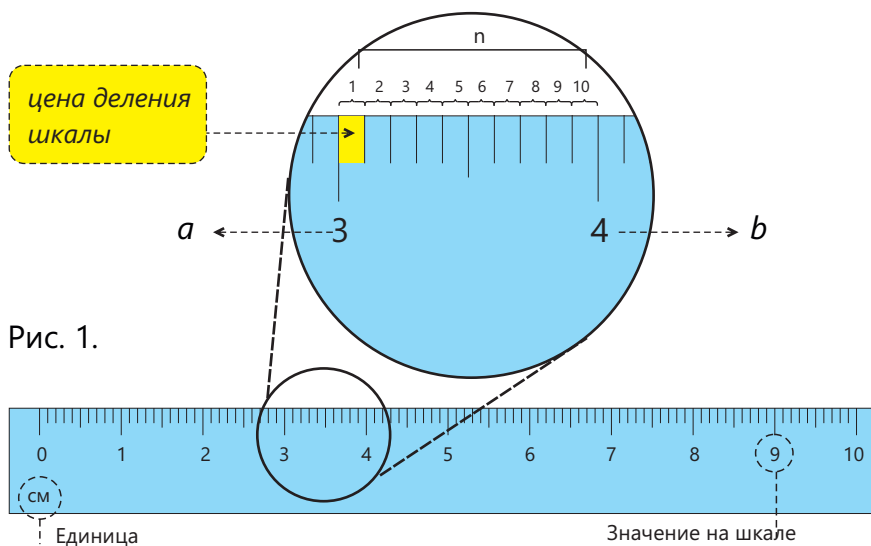
## ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Наблюдали ли вы, какие приборы (приспособления) используют мастера, выполняющие ремонтные работы в домах? Какие величины они измеряют этими приборами?



## Цена деления прибора

Большинство измерительных приборов имеют **шкалу** делений с нанесенными на них значениями. Для определения показателя приборов важно знать цену **деления шкалы**. Цена одного деления шкалы рассчитывается (вычисляется) по формуле:  $\frac{b-a}{n}$ , где  $a$  и  $b$  – значение физической величины, записанной перед двумя произвольными ближайшими длинными штрихами, а  $n$  – количество делений между этими штрихами (рис. 1).



У каждого прибора (устройства) есть верхний и нижний **пределы измерения**. Например, с помощью линейки, приведённой на рисунке 1, можно измерить максимальную длину 10 см. А наименьшая измеримая длина равна цене деления:

$$\frac{b-a}{n} = \frac{4-3}{10} = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ (см)}$$

## Знаете ли вы?

В прошлом люди пытались предсказать погодные условия по поведению животных. А в наше время для составления прогноза погоды используются метеостанции или станции прогноза погоды, оснащённые приборами, измеряющими скорость ветра, температуру, влажность воздуха и другие параметры.



### Измерение плотности твёрдого тела

**Принадлежности:** весы, мензурка, металлическое тело, нить, таблица плотностей.

**Ход работы:** 1. Перечертите в тетрадь приведенную ниже таблицу.

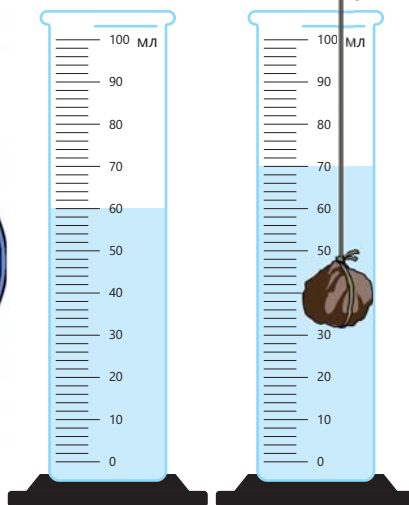
Цена деления весов	Цена деления мензурки	Масса металлического тела	Объём металлического тела	Плотность металла, из которого изготовлено тело

2. Определите цену одного деления весов и мензурки. Запишите ее в таблицу.

3. Измерьте массу и объём металлического тела и занесите их в таблицу.

4. Вычислите плотность металлического тела и запишите ее в таблицу.

**Примечание.**  $1\text{мл} = 1\text{см}^3$



**Обсудите:**

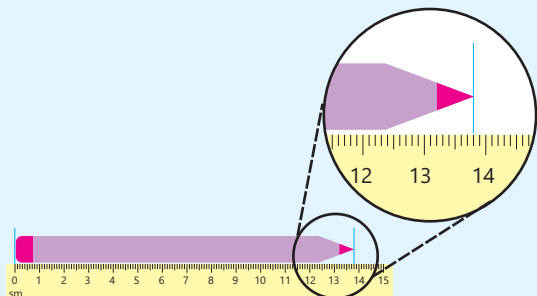
1. Как по найденной вами плотности вы можете определить название металла?

2. Могут ли тела одинаковой массы и плотности иметь разную форму? Обоснуйте свой ответ.

### Примените полученные знания

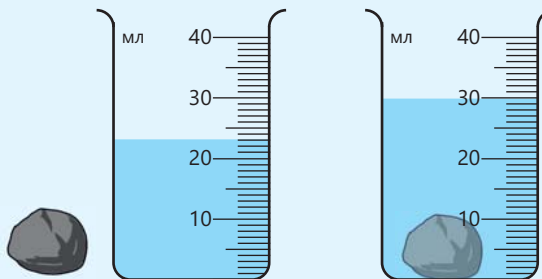
1. На рисунке изображено измерение длины карандаша линейкой.

- Чему равна цена деления линейки?
- Какой длины карандаш?



2. Плотность камня, помещенного в мензурку, равна  $2100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ .

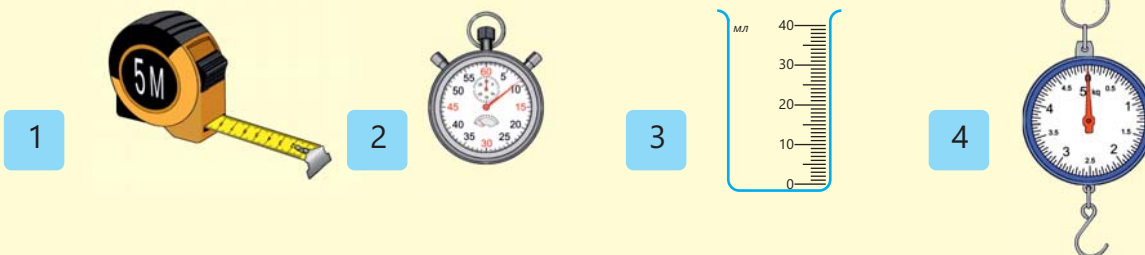
- Определите цену деления мензурки.
- Вычислите объём камня.
- Вычислите массу камня и выразите её в граммах.



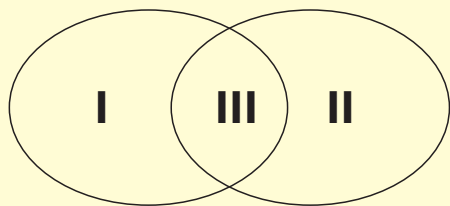


**Проверьте полученные знания**

1. При помощи каких приборов можно рассчитать плотность тела неправильной формы?

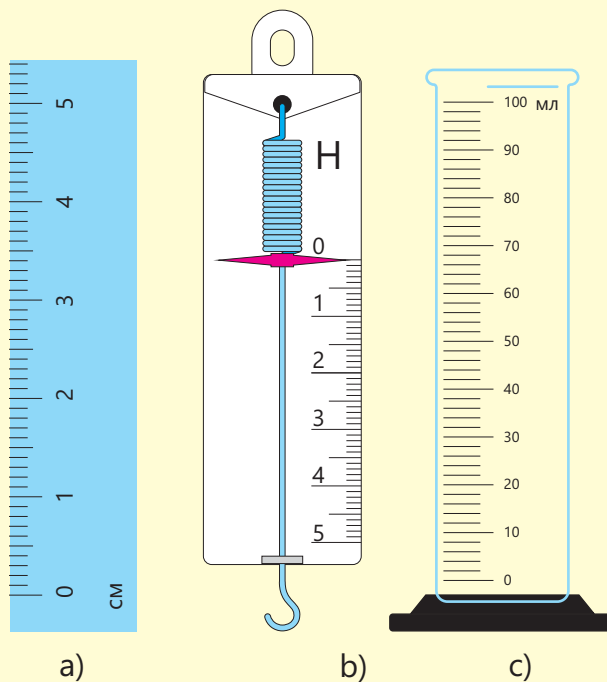


2. Определите соответствующие пункты для данных приборов в диаграмме Эйлера-Венна.



1. Измеряет напряжение.
2. Измеряет скорость.
3. Имеет шкалу.
4. Имеет определенный предел измерений.
5. Чаще используется в повседневной жизни.
6. В основном применяется в лабораториях.

3. Определите нижний и верхний пределы измерений приведённых на рисунке приборов.

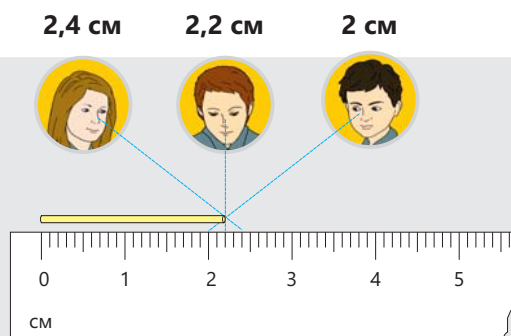


	I	II	III
A)	1, 4, 5	2, 6	3
B)	2, 6	1, 3, 5	4
C)	1, 6	2, 5	3, 4
D)	2, 5	1, 6	3, 4
E)	1, 4, 6	2, 5	3

## 1.3 Точность измерений

Ученики, проводящие измерения линейкой, получили различный результат.

- Как по-вашему, кто из учеников провёл наиболее точные измерения? Обоснуйте свой ответ.
- Что ещё может послужить причиной неточности измерений?



### Ключевые слова

погрешность

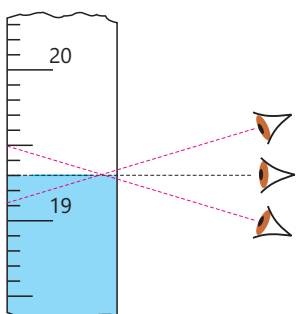


Рис. 1.

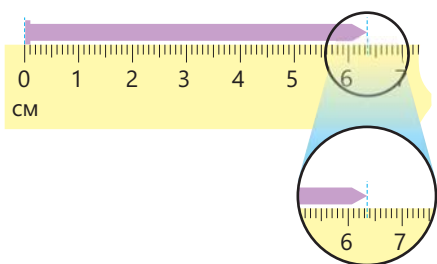


Рис. 2.

Наши измерения никогда не бывают совершенно точными. Некоторые ошибки, допущенные во время измерения, могут не оказать весомого влияния на нашу повседневную деятельность. Но во многих случаях очень важно провести точные измерения. Например, если размер ключа, изготовленного мастером, будет отличаться на 1 мм, то мы не сможем открыть замок этим ключом.

При проведении измерений важную роль играет направление взгляда. Например, при измерении объёма воды с помощью мензурки, если смотреть с разных сторон, мы получаем разные значения. Для более точного измерения на уровень жидкости в мензурке следует смотреть одним глазом (закрыв другой) перпендикулярно (рис. 1).

При измерении физических величин, помимо невнимательности человека, проводящего измерение, допускаются ошибки, обусловленные неточностью прибора. Поэтому при всех измерениях и расчетах следует учитывать эти **погрешности**. Допустим, вы измеряете длину гвоздя, кончик которого расположен между делениями 6.3 и 6.4 (рис. 2). Для точности измерений нам необходимо определить погрешность линейки.

- За погрешность прибора принимают половину цены деления его шкалы.

Поскольку цена деления линейки равна 0,1 см, для погрешности измерения получаем:

$$\Delta l = \frac{0,1}{2} = 0,05 \text{ (см)}.$$

Погрешности измерений, определенные этим методом, обозначаются греческой буквой  $\Delta$  – дельта. С учётом погрешности прибора длина гвоздя находится в пределах

$$l = (6,35 \pm 0,05) \text{ см}.$$

Из этого выражения следует, что длина гвоздя может быть не более

$$l = 6,35 \text{ см} + 0,05 \text{ см} = 6,4 \text{ см}$$

и не менее

$$l = 6,35 \text{ см} - 0,05 \text{ см} = 6,3 \text{ см.}$$

Точное значение длины гвоздя находится между этими числами:

$$6,3 \text{ см} \leq l \leq 6,4 \text{ см.}$$

Каждый прибор имеет погрешность измерения. Чем больше делений на шкале прибора, тем меньше цена одного деления прибора. В этом случае измерения можно провести более точно, с меньшей погрешностью.

В наше время для повышения точности измерения физических величин используются электронные приборы. Шкалы таких приборов заменены цифрами (рис.3.)

### ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Как баркоды на товарах в магазине предотвращают ошибки продавцов при подсчете?



### Десятичные кратные

При вычислениях и измерениях значение величины может быть очень большим и очень маленьким (рис. 4). В таких случаях удобно использовать умножение или деление единиц на 10, 100, 1000 и т.д. Например, длину палочковидной бактерии, равную 0,000 005 метра, можно выразить как 5 мкм (микрометр). Такое правило показано в таблице ниже.

Приставка	Краткое обозначение	Состав
Мега (миллион)	М	1000 000
Кило (тысяча)	к	1000
Деци (одна десятая)	д	0,1
Санتي (одна сотая)	с	0,01
Милли (одна тысячная)	м	0,001
Микро (одна миллионная)	мк	0,000 001
Нано (одна миллиардная)	н	0,000 000 001

Выражение единицы измерения приставками

Электронные весы



Электронный термометр



Электронный метр (рулетка)



Рис. 3.

Расстояние между Солнцем и Венерой составляет примерно 110 000 000 км



Длина палочковидной бактерии составляет примерно 0,000 005 м



Рис. 4.

Деятельность

**Точные измерения массы**

**Принадлежности:** пружинные весы, электронные весы, учебник физики, полиэтиленовый пакет.

**Ход работы:**

1. Определите и запишите цену деления шкалы пружинных весов.
2. Определите погрешность измерений пружинных весов.
3. Измерьте массу учебника с помощью пружинных весов и запишите ее с учётом погрешности.
4. Измерив массу учебника с помощью электронных весов, запишите ее в таблицу.



**Обсудите:**

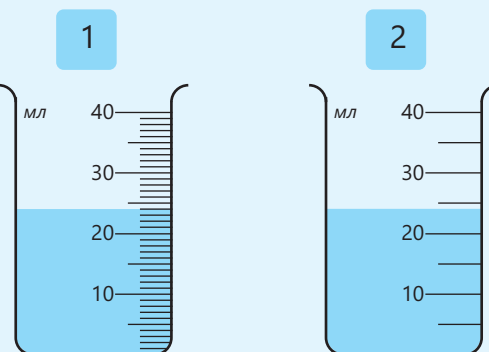
1. Был ли результат измерения на весах одинаковым?
2. Измерение какими весами дает более точный результат? Как по-вашему, почему?

Цена одного деления шкалы пружинных весов	Погрешность пружинных весов	Результат измерений пружинными весами	Результат измерений электронными весами

**Примените полученные знания**

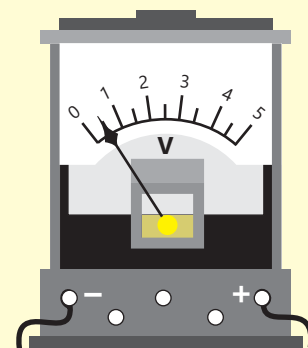
Измерив объем жидкости в 1-й мензурке, ее переливают во 2-ю мензурку.

- a. Определите погрешности обеих мензурок.
- b. Определите объём жидкости.
- c. Какая из мензурок позволяет определить объём жидкости с большей точностью? Обоснуйте свой ответ.



**Проверьте полученные знания**

1. На рисунке изображён вольтметр. Определите:
  - a. цену деления шкалы прибора.
  - b. предел измерений.
  - c. погрешность прибора.
2. Можно ли измерить линейкой толщину книжного листа учебника? Какой метод вы предложили бы для определения толщины листа?



## 1.4 Скалярные и векторные величины

Путешествуя на автомобиле, мы руководствуемся указателями пункта назначения.



- Можем ли мы добраться до пункта назначения, если нам известно лишь расстояние до него?
- Для характеристики какой физической величины, недостаточно знать только численное значение?

Значение некоторых величин можно выразить лишь числом и единицей измерения. Для определения некоторых величин необходимо знать также и их направление. Например, из предложения "Ученик двигает тележку в маркете, приложив силу 15 Н" мы узнаём лишь численное значение и единицу измерения силы "15 Н". Но нам остаётся неизвестным, в каком направлении движется тележка. Для этого необходимо отметить направление силы. Потому что если сила, действующая на тележку, направлена вправо, то она будет двигаться вправо (рис. 1, а), а когда сила направлена влево, тележка движется влево (рис. 1, б). Физические величины делятся на **векторные** и **скалярные**.

### Ключевые слова

скалярные величины,  
векторные величины,  
равнодействующая сила



а. Сила направлена вправо

б. Сила направлена влево

Рис. 1.

### Скалярные величины

- **Величины, не имеющие направления и имеющие только численное значение, называются скалярными величинами.**

Такие величины, как плотность, масса, время, длина, являются скалярными величинами. Математические действия, применяемые к числам, можно применять и к скалярным величинам.

### Решение задач

Во время футбольного матча судья за минуты, потерянные из-за замен, травм игроков и других остановок, добавил по 3 минуты к концу каждого тайма. Сколько всего времени было затрачено на эту игру, если игра проводилась в два тайма по 45 минут каждый, с перерывом между таймами в 15 минут?

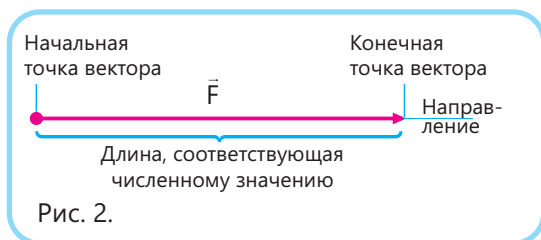
#### Решение:

1. Время, затраченное на оба тайма:  $2 \cdot 45 \text{ мин.} = 90 \text{ мин.}$
  2. Добавленное время:  $2 \cdot 3 \text{ мин.} = 6 \text{ мин.}$
  3. Перерыв: 15 мин.
- Общая продолжительность матча:  $90 \text{ мин.} + 6 \text{ мин.} + 15 \text{ мин.} = 111 \text{ мин.}$

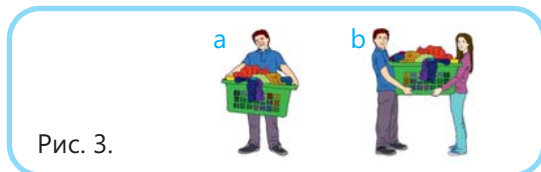
### Векторные величины

На уроке по природе вы познакомились с силой, которая является векторной величиной.

- **Величины, обладающие как численным значением, так и направлением, называются векторными величинами.**



Любая векторная величина обозначается стрелкой( $\rightarrow$ ) над ее условным обозначением. На рисунке 2 показаны начальная и конечная точки, направление и длина, соответствующая численному значению вектора силы ( $\vec{F}$ ). В большинстве случаев на объект действуют несколько сил. Один человек с трудом поднимает тяжелую корзину, но вдвоем ее легче поднять. Потому что в этом случае приложенные силы складываются (рис. 3).



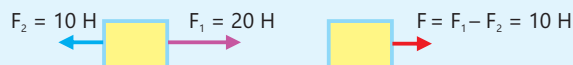
Математические действия можно выполнять не только над силами, но и над всеми векторными величинами. Две силы, действующие на тело одновременно, можно заменить одной. Эта сила будет называться **равнодействующей силой**. Например, численное значение равнодействующей силы равно сумме численных значений сил, направленных в одну сторону.

Направление вектора равнодействующей силы совпадает с направлением этих сил (рис. 4, а). Если силы направлены в противоположные стороны, численное значение равнодействующей силы равно разности численных значений сил, направленных в противоположные стороны. Направление вектора равнодействующей силы совпадает с направлением большей из этих сил (рис. 4, б).

Рис. 4. а. Силы, действующие в одном направлении.



б. Силы, действующие в противоположных направлениях.



Деятельность

**Сложение сил**

**Принадлежности:** два динамометра, книга, полиэтиленовый пакет.

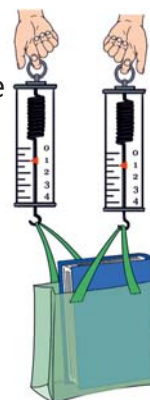
**Ход работы:**

1. Перечертите в тетрадь приведенные ниже таблицы.
2. Положите книгу в полиэтиленовый пакет и подвесьте каждую ручку пакета по отдельности к крючкам динамометров.
3. Одновременно аккуратно поднимите динамометры. Запишите показания динамометров, пока пакет находится в подвешенном состоянии.

Показания первого динамометра	Показания второго динамометра

4. Перед тем как снять один из динамометров, запишите в таблицу предполагаемое показание второго динамометра.
5. Снимите один из динамометров и запишите показание второго.

Предполагаемое показание	Показание динамометра



**Обсудите:**

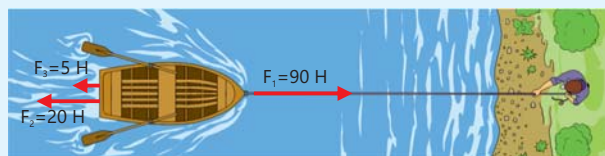
- На чем было основано ваше предполагаемое показание динамометра?

**Примените полученные знания**

1. Как можно найти численное значение равнодействующей силы для приведенных ниже случаев? Ответ обоснуйте.



2. На лодку, изображённую на рисунке, действует сила тяги 90 Н, сила сопротивления воздуха 5 Н и сила сопротивления воды 20 Н. Найдите значение и направление равнодействующей силы.

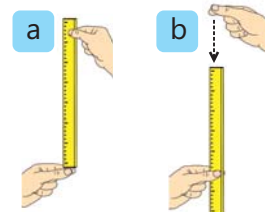
**Проверьте полученные знания**

1. Какие величины называют векторными, а какие скалярными?
2. В чём различие между векторными и скалярными величинами?

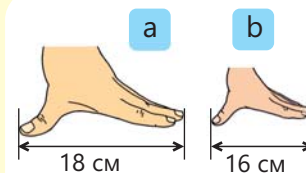
## Наука, технология, жизнь

Геометрия в переводе с греческого означает "гео" – земля, "метрия" – измерять. Около 2200 лет назад математик Эратосфен измерил длину окружности Земли, используя расстояние между двумя городами и тень палки в полдень. Результат, полученный Эратосфеном, был равен 250 000 стадионам. Стадион – единица длины, использовавшаяся в Древней Греции и равная примерно 160 метрам. Переведя в метры, Эратосфен вычислил, что окружность Земли равна 40 000 000 метров, то есть 40 000 км. Длина окружности Земли составляет 40 075 км. Результат, рассчитанный Эратосфеном в то время простым суждением, очень близок к результату, измеренному сегодня. Чтобы повысить точность измерений, необходимо знать причину погрешности. Одна из погрешностей при использовании секундомера связана со временем реакции человека. Между моментом, когда вы видите начало падения предмета, и моментом, когда вы запускаете секундомер, проходит около 0,2 секунды. Также, когда объект достигает земли, секундомер останавливается за 0,2 секунды. Значит, погрешность измерений в этом опыте равна 0,4 с. Водителям также следует учитывать, что время реакции не равно нулю. При принятии решения остановить автомобиль, движущийся со скоростью  $72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , между решением и нажатием на тормоз проходит 0,2 секунды, а автомобиль за это время проезжает уже 4 метра. Поэтому водителям рекомендуется соблюдать дистанцию с идущим впереди транспортным средством.

Также важно проводить измерения по согласованным стандартам. В прошлом люди применяли такие нестандартные единицы измерения, как пядь, локоть и шаг. Так как люди имеют разные размеры, измерения длины одного и того же тела были разными. Чтобы избежать подобных недоразумений и неточностей, ученые используют точные измерительные приборы. Выявляются причины ошибок, возникающих в ходе эксперимента, и используются согласованные единицы измерения, т.е. Международная система единиц.

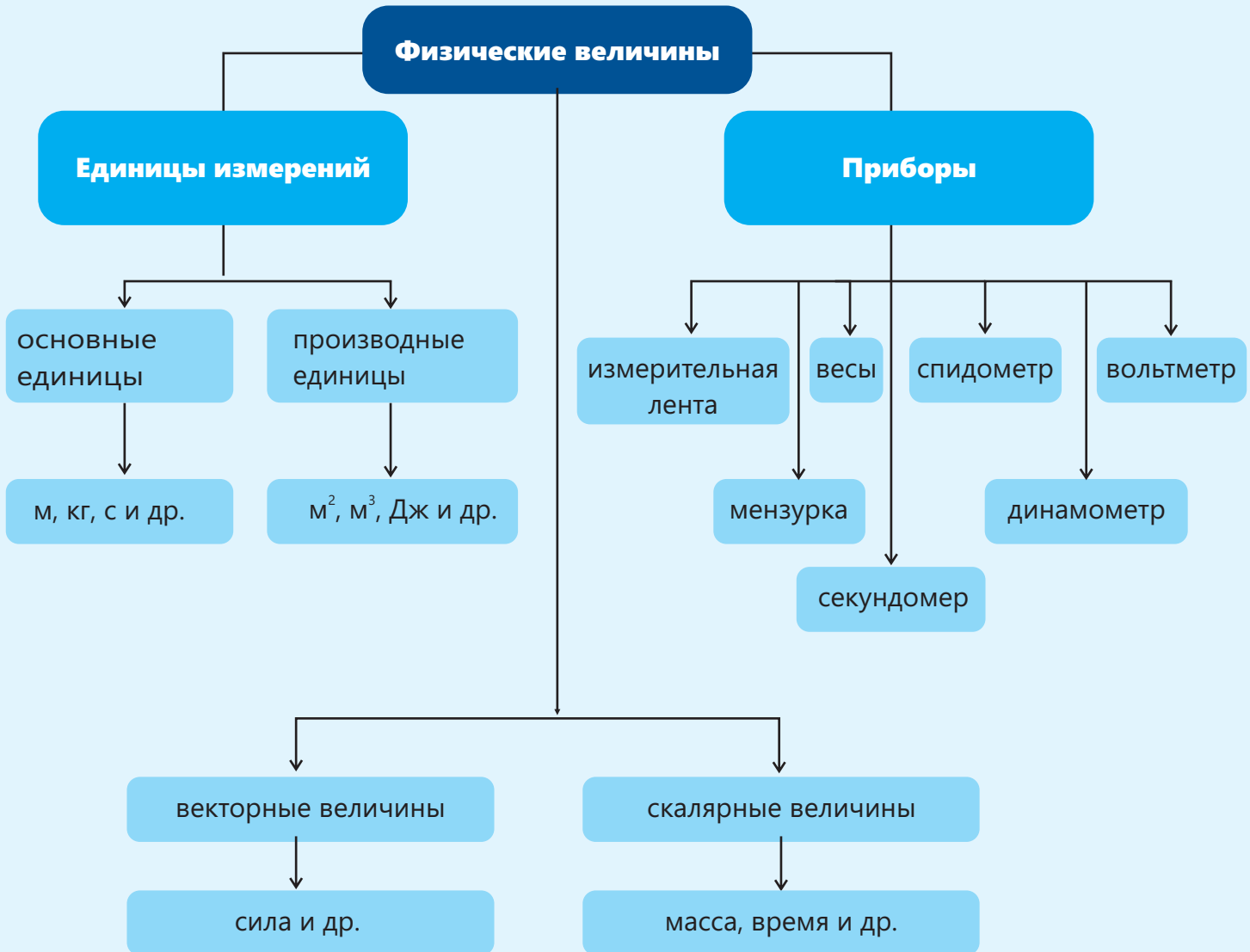


Путь, пройденный линейкой до нашей реакции на неё



Пяди по длине не одинаковы

# Заключение





# Обобщающие задания

1. Азер спросил у отца размер экрана нового телевизора. Отец ответил – 75 дюймов. Какова длина диагонали экрана телевизора? (1 дюйм = 2,54 см)



2. Что из данного является физической величиной?

А) секунда В) метр С) килограмм D) время E) минута

3. Определите положения, соответствующие для длины и времени в диаграмме Эйлера-Венна.

1. Является скалярной величиной.
2. Единица измерения является основной в СИ.
3. Единица измерения – секунды.
4. Единица измерения – метр.
5. Измеряется измерительной лентой.
6. Измеряется секундомером.



	I	II	III
A)	2, 3, 5	4, 6	1
B)	4, 6	2, 3, 5	1
C)	4, 6	3, 5	1, 2
D)	1, 4, 5	3, 6	2
E)	4, 5	3, 6	1, 2

4. Автомобили движутся со скоростями  $72 \frac{\text{км}}{\text{час}}$  и  $30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Сравните скорости автомобилей.

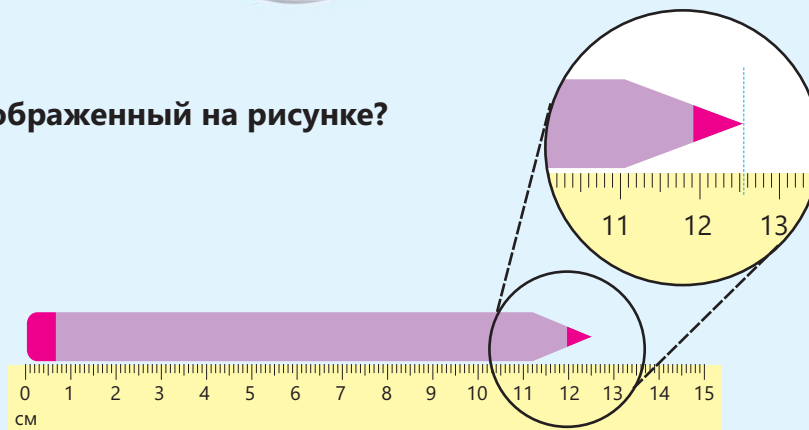
5. Определите цену деления шкалы и погрешность показаний секундомера.

	Цена деления шкалы	Погрешность прибора
A)	1 с	1 с
B)	5 с	1 с
C)	1 с	0,5 с
D)	5 с	0,5 с
E)	1 с	5 с



6. Какой длины карандаш, изображенный на рисунке?

- A) 12,5 см
- B) 12,35 см
- C) 12,45 см
- D) 12,55 см
- E) 12,6 см

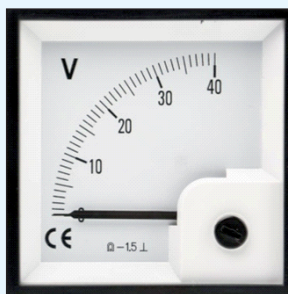


**7. Укажите верные суждения о вольтметрах, приведённых на рисунке.**

1. Более точно напряжение можно измерить вольтметром I.
2. Более точно напряжение можно измерить вольтметром II.
3. Большее напряжение можно измерить вольтметром I.
4. Большее напряжение можно измерить вольтметром II.



I

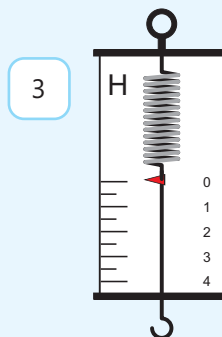
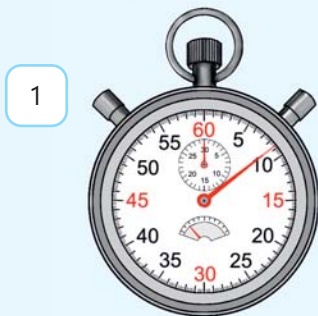


II

**8. Гидроэлектростанция за 1 секунду вырабатывает 420 000 000 Дж энергии. Выразите эту цифру в мегаджоулях.**

- A) 42 000 МДж
- B) 4200 МДж
- C) 420 МДж
- D) 42 МДж
- E) 4,2 МДж

**9. Какой прибор или приборы измеряют скалярную величину?**



**10. На неподвижное тело начали действовать одновременно четыре силы так, как показано на рисунке.**

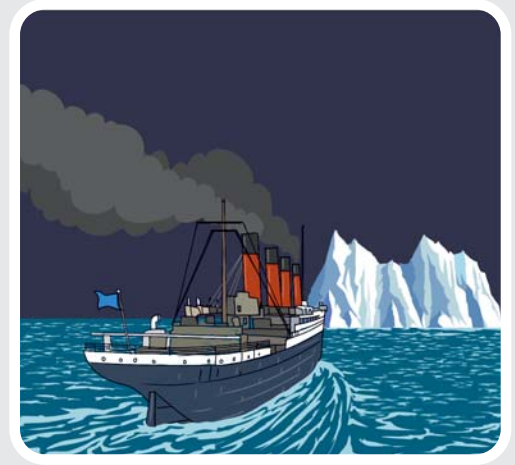
- а. Найдите значение равнодействующей силы.
- б. Как направлена равнодействующая сила?
- в. Как будет двигаться тело, изображённое на рисунке?



## раздел 2

# Прямолинейное движение

В 1912 году корабль под названием "Титаник", плывущий из Англии в Америку, утонул из-за столкновения с айсбергом. Несмотря на то, что капитан корабля незадолго до трагедии увидел айсберг, избежать столкновения не удалось из-за большой скорости корабля и небольшого расстояния до айсберга.



- В повседневной жизни мы пользуемся такими транспортными средствами, как велосипед, автомобиль и поезд. Мы выбираем транспортное средство в зависимости от местоположения пункта назначения и длины дороги. В зависимости от вида транспорта и расстояния меняется и время нашего передвижения. Таким образом, зная протяжённость дороги, по которой нужно добраться из одного места в другое, скорость транспортного средства и направление пункта назначения, легче спланировать поездку.
- 1. Мог ли корабль избежать столкновения, если бы вовремя изменил курс?
- 2. Достаточно ли знать расстояние между кораблем и айсбергом, чтобы определить, столкнутся они или нет?

### Из раздела вы узнаете

- По форме траектории движение бывает прямолинейным и криволинейным
- Путь и перемещение- это две разные величины
- Скорость движения может оставаться постоянной или меняться
- Движение тела описывается формулами и графическими методами

## 2.1 Траектория, путь и перемещение

Чтобы попасть в музей, расположенный на расстоянии 200 м от школы, нужно пройти 600 м пути.

- Почему путь от школы до музея больше, чем расстояние между ними?
- Какую еще информацию следует предоставить для определения местонахождения музея, помимо его удаленности от школы?

### Ключевые слова

траектория, путь, перемещение



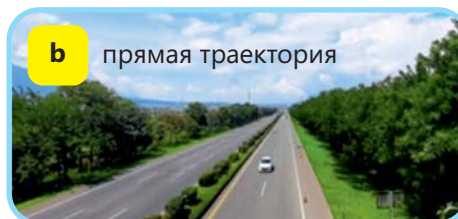
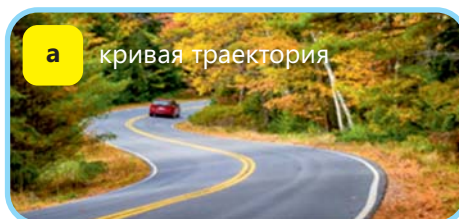
▲ Рис. 1. Следы животного на снегу

### Траектория

В течение дня мы наблюдаем движение транспорта, людей и других живых существ. Некоторые из них двигаются прямолинейно, а некоторые – по кривой линии.

● **Линия, вдоль которой движется тело, называется траекторией** (рис.1).

Форма траектории может быть как кривой (а), так и прямой (b).



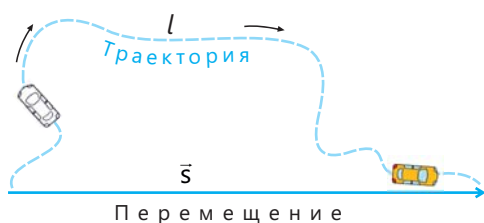
▲ Рис. 2.

### Путь и перемещение

● **Длину траектории называют пройденным путём.**

Путь является скалярной физической величиной и обозначается буквой  $l$ . За единицу пути в СИ приняли:  $[l] = 1\text{ м}$ .

● **Перемещением называют вектор, соединяющий начальное и конечное положения траектории движения тела** (рис. 3).

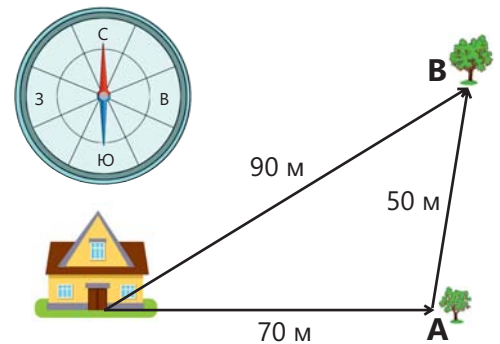


▲ Рис. 3. Траектория и перемещение

Вектор перемещения направлен от начала траектории к концу, а величина перемещения равна расстоянию между этими точками. Перемещение обозначается  $\vec{s}$ , а численное значение –  $s$ , и единица его измерения в СИ – **метр**:  $[s] = 1\text{ м}$ .

Перемещаясь, мы можем менять местоположение и направление движения. Например, представим, что мы выходим из дома и собираем яблоки с дерева **A**, а затем с дерева **B**, как показано на рис. 4.

Когда мы доходим до дерева **A**, длина пути, по которому мы идем, составляет 70 метров, а наше перемещение – 70 метров в восточном направлении. Когда мы доберемся до дерева **B**, общий путь, который мы пройдем, составит 120 метров, а наше перемещение – 90 метров к северо-востоку от дома. Как видно из примера, при движении в одном направлении по прямой численное значение перемещения равно длине пройденного пути. Однако если мы изменим направление или будем двигаться по криволинейной траектории, длина пройденного пути будет больше численного значения перемещения.



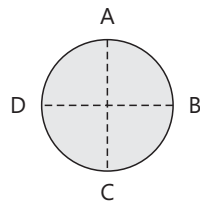
▲ Рис. 4

Деятельность

**Нахождение пути и перемещения**  
**Принадлежности:** линейка, циркуль.

**Ход работы:**

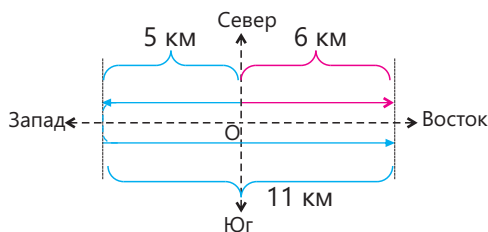
1. Нарисуйте на бумаге круг радиусом 5 см.
2. Разделите круг на четыре равные части, как показано на рисунке, и отметьте точки A, B, C и D.



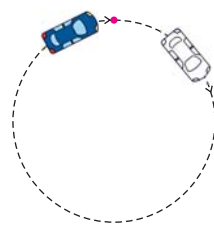
**Обсудите:**

1. Если тело движется из точки A в точку C по окружности, каковы будут его перемещения и путь, который он пройдет (принять  $\pi = 3$ )?
2. Если тело начнет двигаться по окружности из точки B и вернется в эту точку, чему будут равны его перемещение и пройденный путь?
3. Если будет известно перемещение тела, начавшего движение в точке A, можно ли определить пройденный им путь?

Поскольку перемещение является векторной величиной, то вместе с его численным значением следует указывать и его направление. Например, если тело начало движение из точки O и сначала переместилось на 5 км в западном направлении, а затем на 11 км в восточном направлении, то его перемещение равно 6 км в восточном направлении, а пройденный путь – 16 км (рис. 5). Перемещение тела, возвращающегося в точку, откуда оно начало движение, равно нулю (рис. 6):



▲ Рис. 5.



▲ Рис. 6.

**Знаете ли вы?**

Древние римляне для измерения расстояния наносили на колёса колесницы отметку и отсчитывали количество оборотов колеса.



Китайцы для этого использовали прикрепленный к колесу барабан, колотушка которого ударяла по нему через определённое количество оборотов. Считая звуки ударов о барабан, можно было узнать расстояние.

### Решение задач

Выйдя из дома, Кямран проходит 120 м в восточном направлении, 80 м в северном направлении, а затем 120 м в западном направлении и достигает школы. Найдите длину пройденного пути и перемещение Кямрана.

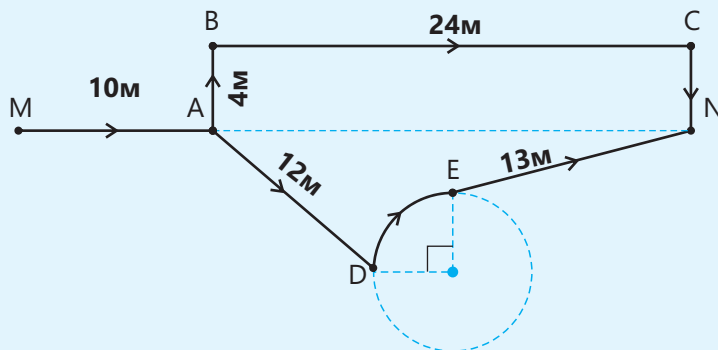
Дано	Диаграмма	Решение
$l_1 = 120 \text{ м}$ $l_2 = 80 \text{ м}$ $l_3 = 120 \text{ м}$ $l - ?$ $\vec{s} - ?$		<p>Пройденный путь:  <math>l = l_1 + l_2 + l_3 = 120 \text{ м} + 80 \text{ м} + 120 \text{ м} = 320 \text{ м}</math>                      Перемещение: <math>s = 80 \text{ м}</math> на север</p> <p><b>Ответ:</b>                      Пройденный путь: 320 м                      Перемещение: 80 м на север</p>

### ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Может ли численное значение перемещения быть больше пути? Объясните свое мнение, начертив схему.

### Примените полученные знания

Дорога, идущая из точки М в точку N, разветвляется в точке А. Поэтому из точки М в точку N можно попасть по двум траекториям. Один путь проходит вдоль определённой части круга диаметром 8 м, а другой – по прямоугольнику со сторонами 4 м и 24 м.

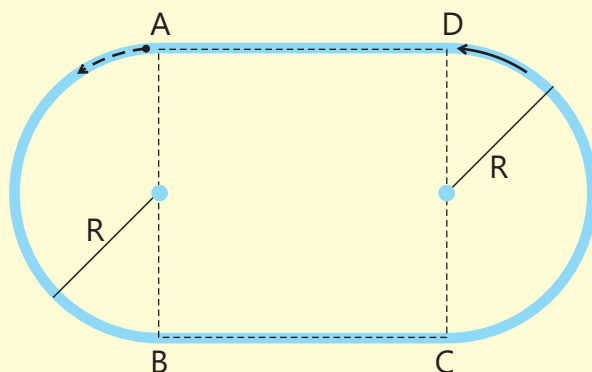


- Найдите длину пройденного пути для обеих траекторий (принять  $\pi = 3$ ).
- Вычислите перемещение тела, движущегося из точки М в точку N.

- с) При движении по какой из траекторий тело пройдёт меньший путь?  
 д) Влияет ли выбор траектории движения из точки М в точку N на величину перемещения? Обоснуйте свой ответ.

**Проверьте полученные знания**

- Каковы сходства и различия между путем и перемещением?
- Спортсмен, вышедший из точки А, описав полукруг, попадает в точку В, затем, пройдя по стороне ВС квадрата ABCD, попадает в точку С и в конце, пройдя полукруг, попадает в точку D. Найдите путь и перемещение спортсмена, если  $R = 80$  м,  $BC = 160$  м (принять  $\pi = 3$ ).



- Лейла пошла из дома в библиотеку, а затем вернулась в школу.
  - Найдите по рисунку пройденный ею путь и перемещение.
  - Чему будет равно перемещение Лейлы, когда она вернется домой?



## 2.2 Скорость

Азер и Нигяр проходят одинаковое расстояние до школы, но Азер идёт пешком, а Нигяр едет на автобусе.



• Если известно время, когда Азер и Нигяр начали движение, кто из них раньше доберется до школы? Обоснуйте свой ответ.

• Если известна длина дороги, которую предстоит пройти, как можно вычислить, в какое время ученики прибудут в школу?

### Ключевые слова

путевая скорость, скорость по перемещению

Невозможно вычислить время движения, если известно лишь расстояние. Потому что на прохождение одного и того же пути разными средствами может уйти разное время. Например, время, потраченное на поездку из одного города в другой на самолете, отличается от времени, потраченного на поездку на автомобиле. Поэтому чтобы вычислить время, затраченное на весь путь, необходимо знать путь, пройденный телом за единицу времени. С этой целью пользуются физической величиной, называемой **путевой скоростью**.

### Путевая скорость

• **Отношение пути ко времени, затраченному на прохождение этого пути, называют *путевой скоростью*:**

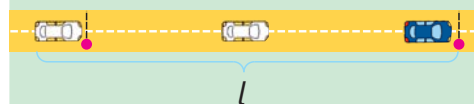
$$v = \frac{l}{t},$$

где  $l$  – пройденный путь,  $t$  – время (рис. 1). Путевая скорость является скалярной величиной, единица измерения в СИ – **метр в секунду**:

$$[v] = \frac{[l]}{[t]} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Кроме этой известны ещё и внесистемные единицы скорости, такие как

$$1 \frac{\text{км}}{\text{с}}, 1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}, 1 \frac{\text{мм}}{\text{с}}$$

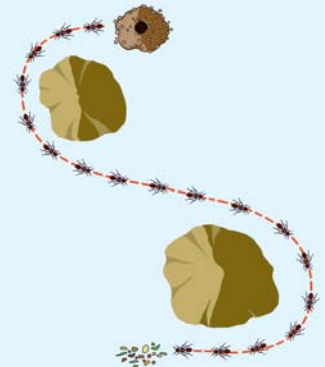


▲ Рис. 1.  
Вычисление путевой скорости



**Решение задач**

Пустынные муравьи, живущие в пустыне Сахара, – самые быстрые муравьи в мире. Вычислите путевую скорость пустынного муравья, если он прошёл 900 м пути за 20 минут. Ответ выразите в  $\frac{м}{с}$ .



Дано	Формула	Решение
$l = 900 \text{ м}$ $t = 20 \text{ мин} = 1200 \text{ с}$ $v = ?$	$v = \frac{l}{t}$	$v = \frac{900 \text{ м}}{1200 \text{ с}} = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ <b>Ответ:</b> $0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

**Скорость по перемещению**

Путевая скорость – это путь, пройденный телом за единицу времени, она не указывает нам, куда движется тело. Для определения направления движения используется физическая величина, называемая **скоростью по перемещению**.

- Величина, равная отношению перемещения ко времени, затраченному на совершение этого перемещения, называют **скоростью по перемещению**.

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t},$$

где  $\vec{s}$  – перемещение, а  $t$  – время. Скорость по перемещению является векторной величиной, за её единицу в СИ принят **метр в секунду**:

$$[v] = \frac{[s]}{[t]} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

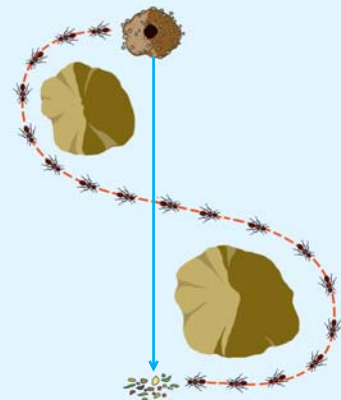
Скорость по перемещению всегда направлена в сторону перемещения. Ее числовое значение обозначается буквой  $v$  и вычисляется по формуле  $v = \frac{s}{t}$ . Здесь  $s$  – численное значение перемещения.

**Знаете ли вы?**

В древние времена, чтобы измерить скорость судна, моряки с борта корабля бросали в воду нетонущий предмет. Они определяли скорость корабля, вычисляя время, затраченное кораблем на обгон этого объекта.

**Решение задач**

По предыдущей задаче перемещение муравья равно 120 метрам на юг. Вычислите скорость муравья по перемещению. Ответ выразите в  $\frac{м}{с}$ .



Дано	Формула	Решение
Перемещение муравья: $s = 120 \text{ м, на юг}$ Время, затраченное на перемещение: $t = 20 \text{ мин} = 20 \cdot 60 \text{ с} = 1200 \text{ с}$ $\vec{v} = ?$	$v = \frac{s}{t}$	$v = \frac{120 \text{ м}}{1200 \text{ с}} = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ <b>Ответ:</b> $0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ на юг

Деятельность

**Нахождение путевой скорости и скорости по перемещению**

**Принадлежности:** секундомер, измерительная лента.

**Ход работы:**

1. Измерьте расстояние от доски до противоположной стены.
2. Когда вы включите секундомер, попросите одного из ваших одноклассников пройти с постоянной скоростью к противоположной стене и обратно, не останавливаясь.
3. Остановите секундомер, когда ваш товарищ дойдёт до середины класса.
4. Определите путь и перемещение, совершённые вашим товарищем.
5. Вычислите его путевую скорость и скорость по перемещению.

**Обсудите:**

1. Что больше, путевая скорость или скорость по перемещению? Почему?
2. Какие данные вы использовали, чтобы вычислить скорость по перемещению?



**Решение задач**

Двигаясь из Баку в Лачин, автобус проходит 450 км пути за 5 часов. Расстояние между этими городами по прямой равно 330 км. Определите путевую скорость и скорость по перемещению автобуса.

Дано	Формула	Решение
Путь: $l = 450$ км Перемещение: $S = 330$ км в сторону Лачина Время: $t = 5$ час $v = ?$ $\bar{v} = ?$	$v = \frac{l}{t}$ $\bar{v} = \frac{\bar{s}}{t}$	Путевая скорость: $v = \frac{450 \text{ км}}{5 \text{ час}} = 90 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ Скорость по перемещению $v = \frac{330 \text{ км}}{5 \text{ час}} = 66 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ в сторону Лачина <b>Ответ:</b> $v = 90 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ , $66 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ в сторону Лачина



ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Какой формы должна быть траектория, чтобы численные значения путевой скорости и скорости по перемещению были равны? А когда будет меньше?

**Примените полученные знания**

Двигаясь из посёлка Биби-Эйбат в посёлок Зых, автобус проходит 22 км пути за 25 минут:

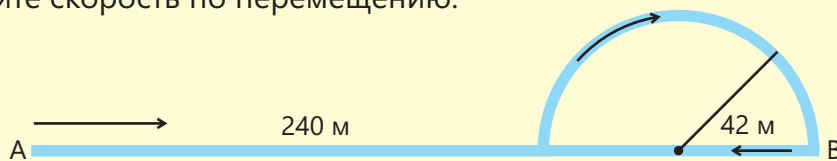
- Определите путевую скорость.
- Пользуясь картой, определите расстояние между посёлками и вычислите скорость по перемещению.
- Определите путевую скорость, если плыть по морю из посёлка Биби-Эйбат в Зых на корабле, затратив то же самое время.



**Проверьте полученные знания**

- Каковы сходства и различия между путевой скоростью и скоростью по перемещению?
- Может ли путевая скорость быть меньше скорости по перемещению? Обоснуйте свой ответ.
- На испытаниях робот начинает движение в точке А, проходит 240 м по прямой, затем, описав полукруг радиусом 42 м, доходит до точки В. Потом он возвращается в точку А по прямой, затратив на весь путь 50 минут (принять  $\pi = 3$ ).

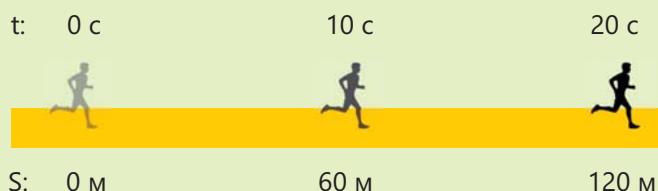
- Определите путевую скорость робота.
- Определите скорость по перемещению.



- Двигаясь по прямой из точки М в точку N, автомобиль проходит 1200 метров пути за 2 минуты. Определите путевую скорость и скорость по перемещению.
- Путь, пройденный автомобилем, равен 320 м, а значение перемещения – 240 м. Найдите величину скорости по перемещению, если известно, что путевая скорость равна  $72 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ .

## 2.3 Прямолинейное равномерное движение

Двигаясь по прямой, спортсмен за каждые 10 с проходит 60 м пути.



• Как менялась скорость спортсмена во время движения: увеличивалась, уменьшалась или оставалась постоянной?

### Ключевые слова

прямолинейное движение, равномерное движение



Рис. 1. Прямолинейное движение

Иногда тела двигаются, не меняя направления. Примером может служить самолёт, летящий в одном направлении, или автомобиль, движущийся по прямой (рис.1):

• Если тело движется по прямой траектории, то его движение называется **прямолинейным движением**.

Иногда тело проходит весь путь или часть пути с постоянной скоростью. Например, движение людей на прогулке, движение эскалатора или движение автомобиля на определенных участках дороги может быть движением с постоянной скоростью. При таком движении путь, пройденный телом за одно и то же время, будет равным (рис. 2).

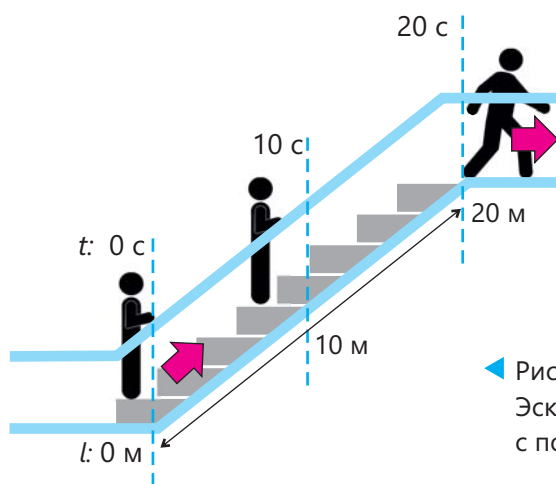
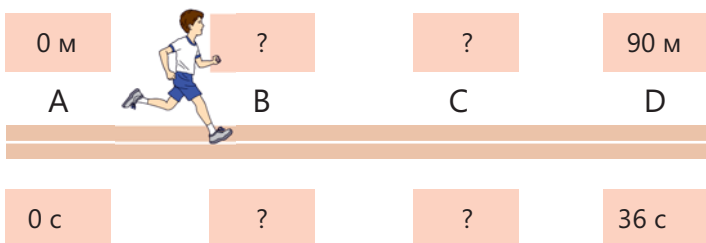


Рис. 2. Эскалатор, движущийся с постоянной скоростью

• Если тело, двигаясь по прямой, за равные промежутки времени проходит одно и то же расстояние, то его движение называется **прямолинейным равномерным движением**.

Исследование

На беговой дорожке ученик за 36 секунд прошёл 90 м пути.



Обсудите:

- а) Какие значения пути и времени должны соответствовать точкам В и С, чтобы движение ученика считалось равномерным?
- б) Какое расстояние пройдет ученик за первые 10 секунд?

Вычисление пройденного пути

Путевая скорость при равномерном прямолинейном движении бывает постоянной:  $v = \text{const}$

Из формулы:  $v = \frac{l}{t}$  для определения пути можно воспользоваться выражением:

$$l = vt$$

Вычисление перемещения

При прямолинейном равномерном движении скорости по перемещению остаются неизменными как численное значение, так и направление:

$$\vec{v} = \text{const}$$

Скорость по перемещению равна  $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t}$ , поэтому из этой формулы перемещение равно

$$\vec{s} = \vec{v}t$$



**const** – сокращенное от **constant**, означающее в переводе с английского **постоянно**.

Знаете ли вы?

Скорость света в пустом пространстве постоянна и равна  $300\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ . Так же в безветренную погоду при температуре  $25^\circ\text{C}$  скорость звука постоянна и равна  $340 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Решение задач

Звук грома был слышен через 7 секунд после удара молнии. На каком расстоянии произошел удар молнии? Скорость распространения звука в воздухе равна  $340 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Дано	Формула	Решение
$t = 7 \text{ с}$ $v_{\text{звук}} = 340 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $l - ?$	$l = vt$	$l = 340 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 7 \text{ с} = 2380 \text{ м}$  <b>Ответ:</b> 2380 м

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

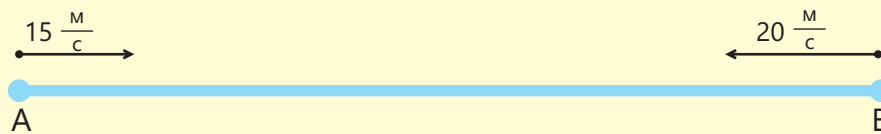
Если скорость по перемещению постоянна, означает ли это постоянство путевой скорости?

**Примените полученные знания**

1. Вычислите путь, пройденный автомобилем по прямой за 5 с, если скорость его движения равна  $72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ .
2. Два самолёта вылетели из одного города с одинаковой скоростью  $630 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , но один летит на юг, другой на север.
  - а) Равны ли их путевые скорости?
  - б) Равны ли их скорости по перемещению?

**Проверьте полученные знания**

1. Какое движение называется прямолинейным равномерным движением?
2. Может ли скорость по перемещению тела, движущегося прямолинейно, быть равной  $0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ? Обоснуйте свой ответ.
3. Если путевая скорость постоянна, можем ли мы сказать, что движение является равномерно прямолинейным? Обоснуйте свой ответ.
4. Скорость света в пустоте равна  $300\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ . Луч Солнца достигает Земли через 8 минут. Вычислите расстояние между Солнцем и Землей.
5. Один из двух автомобилей начинает своё движение из точки А со скоростью  $15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Навстречу ему одновременно из точки В начал двигаться другой автомобиль со скоростью  $20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Расстояние между точками А и В равно 700 м. Через какое время встретятся автомобили?



## 2.4 Графическое описание пути и путевой скорости

Зависимость пути от времени равномерно прямолинейно движущегося автомобиля имеет вид:  $l = 5t$ .

**При этом:**

- Зависит ли скорость от времени?
- Как путь зависит от времени?

Пройденный путь и скорость при прямолинейном равномерном движении также можно представить в виде графика.

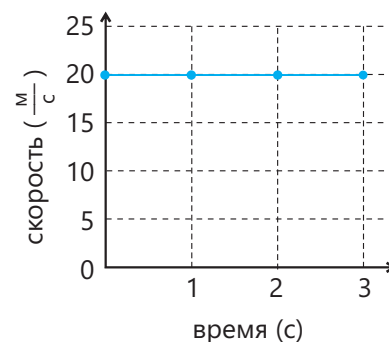
### График зависимости скорости от времени

При равномерном прямолинейном движении скорость не зависит от времени, т.е. с течением времени скорость не меняется. Если скорость будет равна  $20 \frac{м}{с}$ , то она спустя 1, 2, 3 с. так и останется равной  $20 \frac{м}{с}$ . Записав эти значения скорости и времени в таблицу, можно построить график **зависимости скорости от времени** (рис. 1).

Время (с)	Скорость (м/с)
0	20
1	20
2	20
3	20

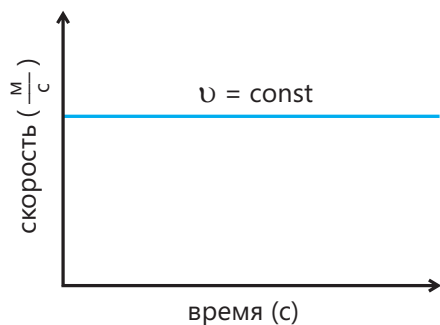
### Ключевые слова

график зависимости скорости от времени, график зависимости пути от времени, прямая пропорциональность

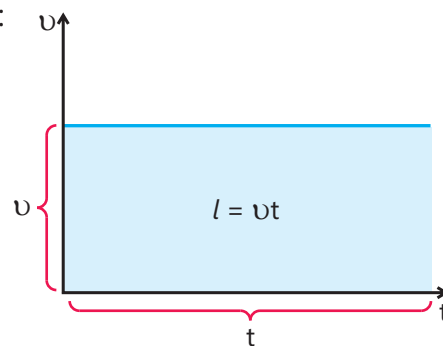


▲ Рис. 1. График зависимости скорости от времени

Как видно, график зависимости скорости от времени при равномерном прямолинейном движении представляет собой прямую линию, параллельную оси времени. Общая картина графика зависимости скорости от времени при равномерном прямолинейном движении выглядит следующим образом (рис. 2):



◀ Рис. 2. График зависимости скорости от времени при равномерном прямолинейном движении

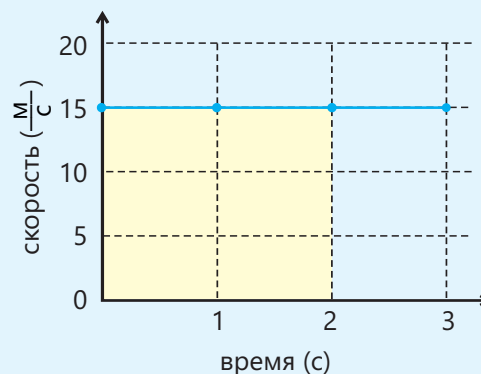


▲ Рис. 3. Расчет пути

Пройденный путь вычисляется по формуле  $l = vt$ , а это численно равно площади прямоугольника со сторонами  $v$  и  $t$  на графике зависимости скорости от времени (рис. 3).

### Решение задач

Дан график зависимости скорости от времени калибри, самой маленькой птицы в мире. Найдите по графику путь, пройденный птицей за 2 с.

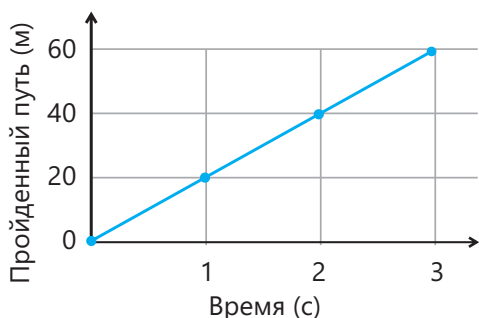


Дано	Формула	Решение
$t = 2 \text{ с}$ $v = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $l - ?$	$l = vt$	На графике зависимости скорости от времени путь численно равен площади фигуры под графиком: $l = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 \text{ с} = 30 \text{ м}$

Время (с)	Путь (м)
0	0
1	20
2	40
3	60

### График путь-время

Так как тело, движущееся со скоростью  $20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , за 1 с проходит 20 м пути, тогда с увеличением времени за каждую секунду пройденное им расстояние будет увеличиваться на 20 м. Тело пройдет 20 м за 1 секунду, 40 м за 2 секунды и 60 м за 3 секунды. Отметив эти значения в таблице, построим график зависимости пути от времени (рис. 4).



Как видно из графика, **график путь-время** равномерного прямолинейного движения представляет собой прямую, проходящую через начало координат, а пройденный путь **прямо пропорционален** времени.

▲ Рис.4. График путь-время

Деятельность

**Определите, является ли движение равномерным прямолинейным по графику**

**Принадлежности:** лист бумаги в клетку, линейка.

**Ход работы:**

1. Перечертите нижеследующую таблицу в тетрадь.
2. Запишите значения времени 0, 2, 4 и 6 в первый столбец.
3. Запишите значения 0, 3, 6 и 9 пути во второй столбец.
4. Постройте график зависимости путь-время.

t (с)	l (м)

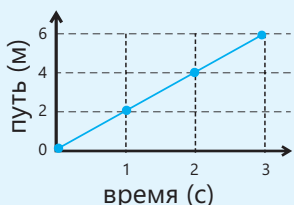
**Обсудите:**

1. Является ли движение равномерно прямолинейным? Обоснуйте свой ответ.
2. Постройте график зависимости скорости от времени соответственно построенному ранее графику.



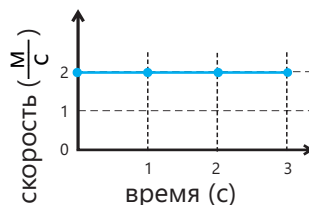
### Решение задач

Постройте график скорость-время на основе заданного графика путь-время.



**Решение.** За равные промежутки времени тело проходит равные расстояния, значит, его движение является равномерным. Поэтому для построения графика зависимости скорости от времени достаточно одного вычисления:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{2 \text{ м}}{1 \text{ с}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



Таким образом, график зависимости скорости от времени будет представлять собой прямую линию, параллельную оси времени, проходящую через точку 2 на оси скорости.

### ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Как по графику путь-время определить, является ли движение равномерным?

### Примените полученные знания

Постройте отдельно графики зависимости скорости от времени двух автобусов, движущихся с постоянными скоростями  $20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  и  $30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  за 10 секунд, и заштрихуйте области под графиками.

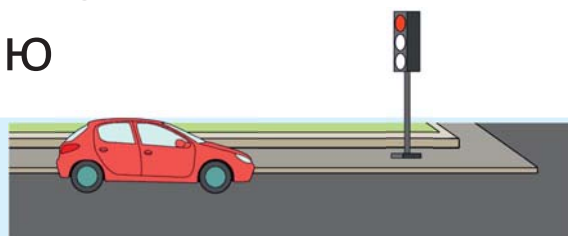
- Что выражают значения площади заштрихованных областей?
- Постройте оба графика в одной координатной системе. Что выражает разность площадей заштрихованных областей?

### Проверьте полученные знания

- Поезд движется с постоянной скоростью  $20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Постройте графики скорость-время и путь-время.
- Зависит ли скорость от времени на графике скорость-время при равномерном движении?
- Как зависит путь от времени на графике путь-время при прямолинейном равномерном движении?
- Автобус, движущийся прямолинейно равномерно, за 3 минуты проходит 3 км 600 м пути. Постройте график скорость-время для автобуса.

## 2.5 Прямолинейное движение с переменной скоростью

Автомобиль подъезжал к светофору, когда загорелся красный свет. Уменьшая скорость, автомобиль остановился. Спустя некоторое время загорелся зелёный свет, и автомобиль тронулся в путь.



- Как движется автомобиль до остановки?
- Как движется автомобиль после того, как загорелся зелёный свет?

### Ключевые слова

движение с переменной скоростью

В основном тела не движутся с постоянной скоростью. Например, автобус, приближаясь к остановке, уменьшает свою скорость, а затем останавливается. Автомобиль, ждущий у светофора, начинает двигаться после того, как загорается зелёный свет, и увеличивает свою скорость. Также и тело, выпущенное из рук, по мере приближения к земле постепенно увеличивает свою скорость.

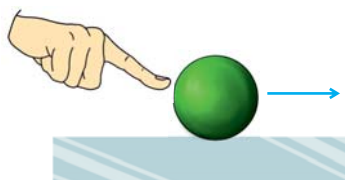
### Деятельность

#### Исследование движения с переменной скоростью

**Принадлежности:** маленький шарик.

#### Ход работы:

- Лёгким толчком пальца начните движение шарика по гладкой поверхности.



#### Обсудите:

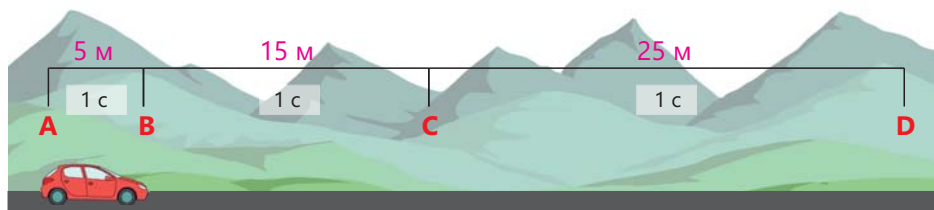
- Как меняется скорость шарика после начала движения? Обоснуйте свой ответ.

При изменении скорости тела расстояния, пройденные им за равные промежутки времени, также будут разными.

- Если тело, движущееся прямолинейно, за равные промежутки времени проходит разные расстояния, такое движение называется **прямолинейным движением с переменной скоростью**.

Например, если автомобиль проезжает 5 м за первую секунду, 15 м за вторую секунду и 25 м за третью секунду, это значит, что он движется с переменной скоростью (рис.1):

Время (с)	Путь (м)
1	5
1	15
1	25



▲ Рис.1. Автомобиль, движущийся с переменной скоростью

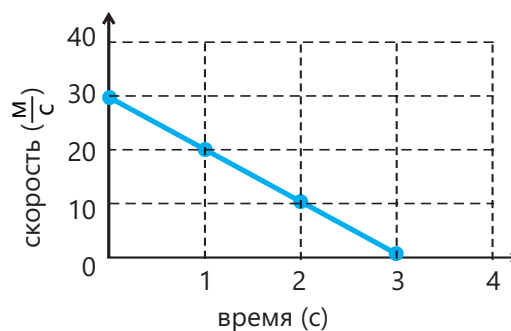
### Решение задач

Поезд, подъезжая к станции, начал постепенно уменьшать свою скорость. Если значения его скорости в последовательные секунды такие, как указано в таблице, постройте график зависимости скорости от времени. На основе графика покажите, как изменяется скорость с течением времени.

$t$ (с)	$v$ ( $\frac{м}{с}$ )
0	30
1	20
2	10
3	0

**Решение.** Для построения графика зависимости скорости от времени отметим точки (0; 30), (1; 20), (2; 10) и (3; 0) и соединим эти точки прямой линией. Из графика видно, что скорость снижается до нуля.

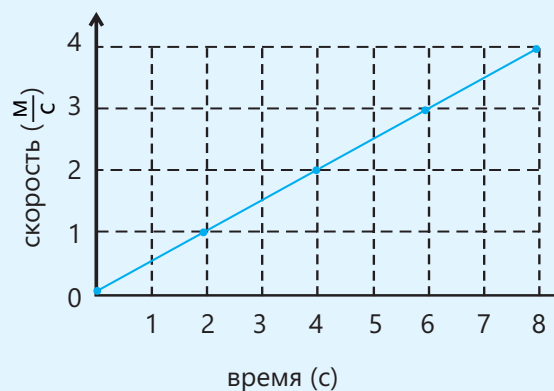
**Ответ.** Скорость с течением времени уменьшается.



### Примените полученные знания

Известно, что численное значение площади фигуры под графиком скорость-время равно пройденному за это время пути.

- Покажите, что тело начало двигаться из состояния покоя.
- Вычислите расстояние, пройденное телом за первые 6 секунд.
- Зная, что за 12 секунд телом пройдено 36 метров, определите скорость по истечении 12-й секунды.

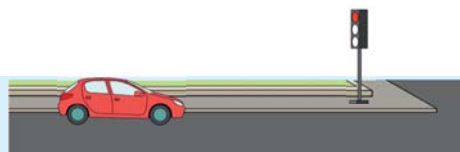


### Проверьте полученные знания

- Что такое прямолинейное движение с переменной скоростью?
- Если автомобиль движется прямолинейно и определенную часть дороги преодолевает со скоростью  $5 \frac{м}{с}$ , а остальную часть пути со скоростью  $10 \frac{м}{с}$ , то можно ли это движение назвать прямолинейным движением с переменной скоростью?
- Является ли движение автобуса, начинающего движение по прямой с остановки, движением с переменной скоростью?

## 2.6 Ускорение

Автомобиль, приближающийся к светофору со скоростью  $10 \frac{M}{C}$ , начинает тормозить, когда загорается красный свет:



- **Через какое время остановится автомобиль, если за каждую секунду скорость уменьшается на  $5 \frac{M}{C}$ ?**
- **На сколько должна уменьшаться скорость автомобиля за каждую секунду, чтобы остановиться через 2 секунды?**

### Ключевые слова

ускорение, начальная скорость, конечная скорость

При переменном движении скорость всё время меняется, она то увеличивается, то уменьшается. Поэтому чтобы найти значение скорости тела в любой момент времени, необходимо знать, как меняется скорость за одну секунду. Например, если тело начинает движение из состояния покоя, и каждую секунду его

скорость увеличивается на  $3 \frac{M}{C}$ , тогда изменение его скорости за первые 3 секунды будет выглядеть следующим образом:

t (с)	0	1	2	3
v ( $\frac{M}{C}$ )	0	3	6	9

### Знаете ли вы?

Прибор, измеряющий ускорение, называется акселерометром. Первый акселерометр был изобретен в XVIII веке.

Для выражения зависимости скорости от времени при переменном движении пользуются физической величиной – “**ускорением**”.

- **Величина, равная отношению изменения скорости ко времени, затраченному на это изменение, называется *ускорением*:**

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t},$$

где  $\vec{v}_0$  – начальная скорость,  $\vec{v}$  – конечная скорость, t – время, затраченное на изменение скорости.

Скорость, которой обладало тело в начале наблюдения, называют **начальной скоростью**, а скорость, приобретённую телом к концу наблюдения, называют **конечной скоростью**.

Ускорение – векторная величина, единицей измерения ускорения в СИ принят **метр в секунду в квадрате**:

$$[a] = 1 \frac{M}{C^2}.$$

При переменном движении ускорение может быть как положительным, так и отрицательным. Соответственно этому скорость возрастает либо убывает.

### Ускоренное движение

При увеличении скорости конечная скорость будет больше начальной скорости ( $v > v_0$ ) и выражение  $v - v_0$  становится положительным. Так как время положительно согласно  $a = \frac{v - v_0}{t}$ , ускорение также положительно.

- **Если скорость тела возрастает, такое движение называют *ускоренным движением*.**

**Решение задач**

Через 20 секунд после начала прямолинейного движения из состояния покоя скорость велосипедиста становится равной  $10 \frac{M}{C}$ .

а) Найдите численное значение ускорения; б) Постройте график зависимости скорости от времени.

Дано	Формула	Решение						
а) Поскольку велосипед начинает движение из состояния покоя, начальная скорость равна нулю: $v_0 = 0$ Конечная скорость: $v = 10 \frac{M}{C}$ Время: $t = 20$ с $a$ – ?	$a = \frac{v - v_0}{t}$	$a = \frac{10 - 0}{20} = 0,5 \left( \frac{M}{C^2} \right)$  <b>Ответ:</b> $0,5 \frac{M}{C^2}$						
б) Используя значения времени 0 с и 20 с, а также значения скорости $0 \frac{M}{C}$ и $10 \frac{M}{C}$ , построим график зависимости скорости от времени:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>t (с)</th> <th>v (<math>\frac{M}{C}</math>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	t (с)	v ( $\frac{M}{C}$ )	0	0	20	10	
t (с)	v ( $\frac{M}{C}$ )							
0	0							
20	10							

**Замедленное движение**

При уменьшении скорости конечная скорость становится меньше начальной ( $v < v_0$ ) и выражение  $v - v_0$  становится отрицательным. Если учесть, что время всегда положительно, то и ускорение, определяемое выражением  $a = \frac{v - v_0}{t}$ , будет отрицательным.

● Если скорость тела уменьшается, то такое движение называют замедленным движением.

**Решение задач**

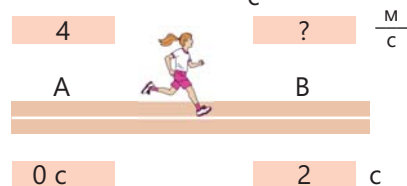
Движущийся со скоростью  $20 \frac{M}{C}$  автомобиль остановился на красный свет светофора через 5 секунд после начала уменьшения скорости.

а) Найдите численное значение ускорения;  
 б) Постройте график зависимости скорости от времени.

Дано	Формула	Решение						
а) Начальная скорость автомобиля: $v_0 = 20 \frac{M}{C}$ Конечная скорость: $v = 0$ Время: $t = 5$ с $a$ – ?	$a = \frac{v - v_0}{t}$	$a = \frac{0 - 20}{5} = -4 \left( \frac{M}{C^2} \right)$  <b>Ответ:</b> $-4 \frac{M}{C^2}$						
б) Используя значения времени 0 с и 5 с, а также значения скорости $20 \frac{M}{C}$ и $0 \frac{M}{C}$ , построим график зависимости скорости от времени:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>t (с)</th> <th>v (<math>\frac{M}{C}</math>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	t (с)	v ( $\frac{M}{C}$ )	0	20	5	0	
t (с)	v ( $\frac{M}{C}$ )							
0	20							
5	0							

Исследование

Спортсмен проходит точку А со скоростью  $4 \frac{M}{C}$ .



Обсудите:

• В каком случае спортсмен движется с ускорением? Исследуйте три случая.

Скорость в точке В:

- а) больше  $4 \frac{M}{C}$ . б) равна  $4 \frac{M}{C}$ . в) меньше  $4 \frac{M}{C}$ .

ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

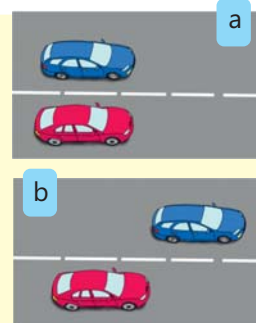
Два автомобиля движутся с переменной скоростью. Начальная скорость первого автомобиля равна  $20 \frac{M}{C}$ , а второго  $30 \frac{M}{C}$ . Зная это можем ли сказать, какой автомобиль имеет большее ускорение?

Примените полученные знания

1. Автомобиль, движущийся со скоростью  $15 \frac{M}{C}$ , приближаясь к светофору, при загорании красного света начал замедлять скорость и остановился через 3 с. Вычислите его ускорение.
2. Пользуясь формулой ускорения, получите выражение для нахождения конечной скорости тела.
3. Яблоко, падающее с дерева, движется с ускорением  $10 \frac{M}{C^2}$  и достигает земли через 0,8 с. Найдите его скорость, когда оно достигнет земли.

Проверьте полученные знания

1. Что называют ускорением?
2. Приведите примеры движений с положительным или отрицательным ускорением.
3. Автомобили на рисунке начинают двигаться в одном направлении из одной точки. Определите по рисунку, какой из автомобилей обладает большим ускорением. Обоснуйте свой ответ.
4. Скорость птицы калибри равна  $15 \frac{M}{C}$ , а ускорение равно  $-2 \frac{M}{C^2}$ . За сколько секунд сможет остановиться птица?
5. Кролик, бегущий со скоростью  $5 \frac{M}{C}$ , через 5 с имеет скорость  $10 \frac{M}{C}$ . Вычислите ускорение кролика.
6. Автомобиль, остановившийся на светофоре, начинает движение, когда загорается зеленый свет. Если через 5 с скорость равна  $20 \frac{M}{C}$ , вычислите его ускорение.
7. Если тело, движущееся с начальной скоростью  $20 \frac{M}{C}$ , имеет ускорение  $2 \frac{M}{C^2}$ , найдите его скорость через 3 с.
8. Яблоко, упавшее с дерева, через 1 секунду достигает земли со скоростью  $10 \frac{M}{C}$ . Вычислите его ускорение.



## 2.7 Средняя скорость

Лейла едет с отцом из Баку в Шушу.

- Можно ли утверждать, что автобус из Баку в Шушу едет с постоянной скоростью?
- Скорость автобуса можно вычислить, разделив пройденное расстояние на время, затраченное на эту поездку. Может ли эта скорость быть больше скорости, показываемой спидометром автобуса во время движения?

Во многих случаях движение не является равномерным. Скорость тела во время движения увеличивается или уменьшается. В таких случаях удобно пользоваться величиной, называемой **средней скоростью**.

Ключевые слова

средняя скорость

- Отношение всего пути к полному времени, затраченному на этот путь, называют **средней скоростью**:

$$v_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{весь}}}{t_{\text{полное}}}$$

### Решение задач

Расстояние в 335 км от Баку до города Агдам автомобиль преодолевает за 4,25 часа, а расстояние в 40 км от Агдама до города Шуша – за 0,75 часа. С какой средней скоростью ехал автомобиль из Баку в Шушу?

Дано	Формула	Решение
Обозначим первую часть пути через $l_1$ , затраченное время через $t_1$ , а вторую часть пути через $l_2$ время $t_2$ : Путь: $l_1 = 335$ км, $l_2 = 40$ км Время: $t_1 = 4,25$ час, $t_2 = 0,75$ часа $v_{\text{ср}} = ?$	$v_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{весь}}}{t_{\text{полное}}} = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2}$	$v_{\text{ср}} = \frac{335 \text{ км} + 40 \text{ км}}{4,25 \text{ час} + 0,75 \text{ час}} = \frac{375 \text{ км}}{5 \text{ час}} = 75 \frac{\text{км}}{\text{час}}$ <p><b>Ответ:</b> <math>75 \frac{\text{км}}{\text{час}}</math></p>

Исследование

Первую половину пути пчела движется со скоростью  $3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а вторую – со скоростью  $6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Докажите, что значение средней скорости, когда дорога разделена на две равные части, можно вычислить по формуле  $v_{\text{ср}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$ . Для этого перепишите в тетрадь часть вывода формулы и завершите его. Используя эту формулу, вычислите среднюю скорость пчелы.

Дано	Формула	Решение
Обозначим весь путь через $l$ . Тогда первая половина пути будет равна второй и составляет $\frac{l}{2}$ . Скорость пчелы на первой половине пути обозначим через $v_1$ , а затраченное время через $t_1$ , на второй половине пути скорость обозначим как $v_2$ , а время, соответственно, $t_2$ : $l_1 = l_2 = \frac{l}{2}$ , $t_{\text{полное}} = t_1 + t_2$ , $v_1 = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , $v_2 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , $v_{\text{ср}} = ?$	$v_{\text{ср}} = \frac{l_{\text{весь}}}{t_{\text{полное}}} = \frac{\frac{l}{2} + \frac{l}{2}}{t_1 + t_2} = \frac{\frac{l}{2} + \frac{l}{2}}{\frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2}} = \dots$	$v_{\text{ср}} = \dots$

Найденная в исследовании формула средней скорости применима для случая, когда дорога разделена на две равные части. В большинстве случаев протяженность дорог и время, затраченное на них, различны.

### ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Почему используется понятие “средняя скорость”?

#### Примените полученные знания

1. При каких движениях используется средняя скорость?
2. Лодка, плывущая в стоячих водах и по реке, за 10 мин преодолела 3 км пути. Найдите среднюю скорость лодки. Ответ выразите в  $\frac{м}{с}$ .
3. Орёл взмывает вверх со скоростью  $15 \frac{м}{с}$  и опускается вниз для охоты со скоростью  $75 \frac{м}{с}$ . Найдите среднюю скорость орла, если расстояния вверх и вниз равны друг другу.

#### Проверьте полученные знания

1. Азери потребовалось 2 минуты, чтобы дойти от дома до автобусной остановки, а затем 7 минут, чтобы доехать на автобусе до автобусной остановки возле школы. Вычислите среднюю скорость Азера, если известно, что он проехал за это время 5,4 км. Ответ выразите в  $\frac{м}{с}$ .
2. Определите расстояние, пройденное велосипедом со средней скоростью  $10 \frac{м}{с}$  за 12 с.
3. Половину пути поезд двигался со скоростью  $20 \frac{м}{с}$ , а другую половину – со скоростью  $30 \frac{м}{с}$ . Вычислите его среднюю скорость во время движения.
4. Белый медведь, отправившийся на охоту, за 1 час проходит 3,6 км. Вычислите среднюю скорость медведя.
5. Поезд, двигавшийся прямолинейно, половину пути прошёл со скоростью  $20 \frac{м}{с}$ , а оставшуюся половину – со скоростью  $30 \frac{м}{с}$ . Найдите его среднюю скорость во время движения.



# Наука, технология, жизнь

Герой романа Жюль Верна "Вокруг света за 80 дней" Филеас Фогг заключает с друзьями пари, что обойдет мир за 80 дней. Используя слонов, воздушные шары, пароходы и лошадей, Фогг завершает запланированное путешествие во времени.

Роман повествует о конце XIX века. Спустя 150 лет после написания романа люди больше для путешествий не используют слонов, воздушные шары или пароходы. Современные виды транспорта намного комфортнее прежних и являются скоростными.

Если бы пассажирский самолёт мог двигаться без остановок, то он облетел бы Землю в среднем за 50 часов. Истребитель движется быстрее пассажирского самолёта. Его скорость в 3 раза больше скорости звука.



Иллюстрация к роману Жюль Верна "Вокруг света за 80 дней"



Сверхзвуковой самолёт, скорость ( $1225 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ ) которого в 3 раза больше скорости звука



Скоростной поезд, способный двигаться со скоростью  $320 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

Поскольку сила сопротивления воды больше силы сопротивления воздуха, на водных транспортных средствах до сих пор не удалось достичь очень больших скоростей. Подводные лодки движутся в среднем со скоростью  $50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ .

Разработки мощных двигателей, точный расчет сопротивления воздуха и воды, глубокое изучение связи между силой и движением помогают совершенствовать транспортные средства.

# Заключение



# Обобщающие задания

## 1. Определите соответствие:

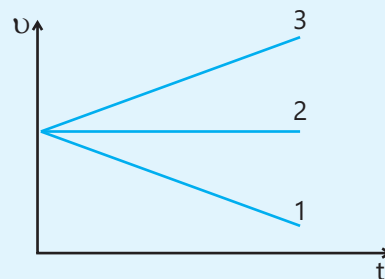
- |                |  |
|----------------|--|
| 1. Траектория  | a. Это линия, по которой движется объект.  |
| 2. Путь        | b. Определяется вектором, соединяющим начальное и конечное положения траектории. |
| 3. Перемещение | c. Является длиной траектории.   |
|                | d. Является векторной величиной.   |
|                | e. Является скалярной величиной.   |

## 2. Какие из нижеследующих величин могут быть равны нулю при движении?

- |                |                            |              |
|----------------|----------------------------|--------------|
| 1. Перемещение | 3. Путь                    | 5. Ускорение |
| 2. Путь        | 4. Скорость по перемещению |              |

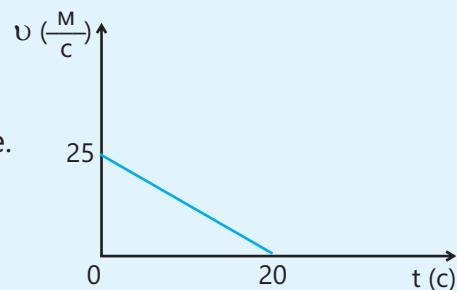
## 3. Даны графики зависимости скорости от времени трёх различных тел. Определите по видам графиков знак ускорения. Укажите графики, соответствующие ускоренному, замедленному и равномерному движению:

Ускорение	Движение
a) отрицательное	замедленное
b) положительное	ускоренное
c) нуль	равномерное



## 4. Дан график зависимости скорости от времени. Найдите по графику:

- начальную скорость;
- конечную скорость;
- ускорение;
- замедленное или ускоренное движение.

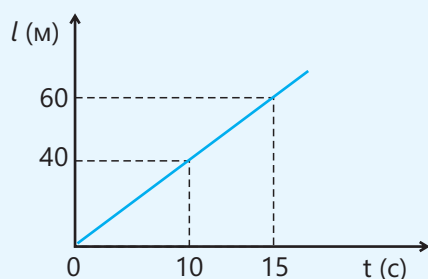


## 5. Автомобиль туриста из Баку, который собирался осмотреть памятники Гобустана, двигался со скоростью $24 \frac{M}{C}$ . Средняя скорость туриста составила $16 \frac{M}{C}$ за то время, пока он поехал в Гобустанский заповедник и вернулся в Баку по той же траектории. Найдите его скорость на обратном пути из Гобустана в Баку, если он движется с постоянной скоростью.

6. Автомобиль трогается с места с ускорением  $0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

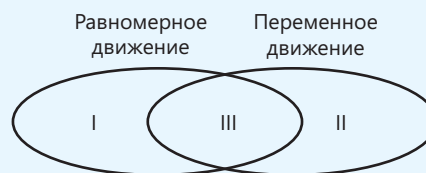
- Постройте график зависимости скорости от времени для первых 5 с движения.
- Определите по графику путь, пройденный за 2 секунды.

7. Постройте график скорость-время тела по графику путь-время.

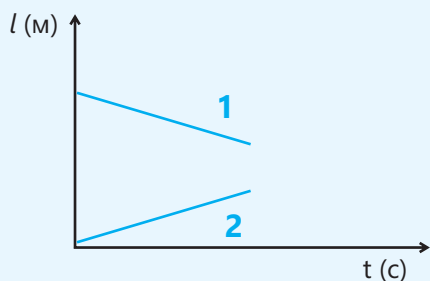


8. Отметьте соответствующие пункты на диаграмме Эйлера-Венна:

- Ускорение может быть положительным.
- Ускорение может быть отрицательным.
- Ускорение равно нулю.
- Выражается путём, перемещением и скоростью.



9. Какой из следующих графиков не может быть графиком путь-время? Обоснуйте свой ответ.



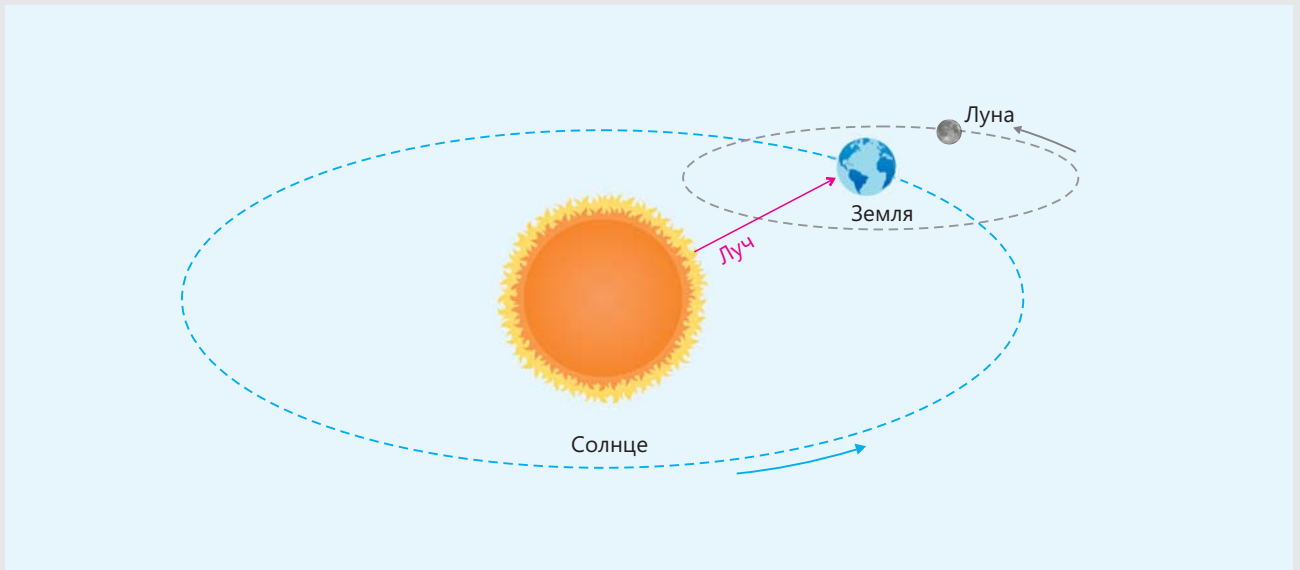
10. Движущийся с ускорением  $-4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$  автомобиль остановился спустя 5 секунд.

Постройте график зависимости скорости от времени и найдите пройденный путь на основе графика.

раздел  
3

# Криволинейное движение

Земля вращается вокруг Солнца. Солнечный луч достигает Земли за 8 минут.



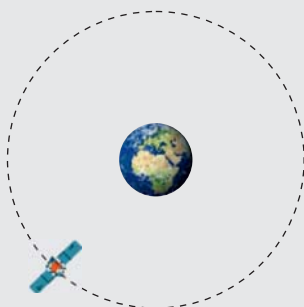
- Движения планет вокруг Солнца, естественных и искусственных спутников вокруг планет являются криволинейными движениями. Маятник часов и качели также движутся криволинейно. Эти движения повторяются через определенный промежуток времени.
- 1. Чем отличается траектория светового луча от траектории Земли?  
2. За какое время Земля совершает один полный оборот вокруг Солнца?

Из раздела вы узнаете

- При равномерном движении по окружности численное значение скорости не меняется
- Периодическое движение – это повторяющееся движение
- Равномерное движение по окружности является периодическим движением
- Периодически колебательное движение является одним из видов периодического движения
- Колебательное движение изучают с помощью пружинного и нитяного маятников

## 3.1 Равномерное движение по окружности

Азербайджанский спутник связи Azerspace-1 является искусственным спутником Земли. За две недели спутник совершает вокруг Земли 14 оборотов.



### Спутник Azerspace-1:

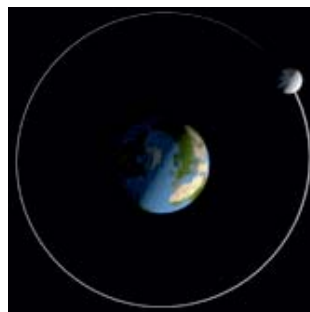
- Сколько времени занимает один полный оборот вокруг Земли?
- Сколько оборотов вокруг Земли совершает за сутки?

### Ключевые слова

равномерное движение по окружности, периодическое движение, полный оборот, период обращения, частота обращения

Очень часто тело движется не по прямой, а по кривой траектории. Например, движение Луны вокруг Земли или движение мяча во время игры является криволинейным движением (рис. 1). Простейшей формой криволинейного движения является движение по окружности.

Рис.1.  
Криволинейное движение



Криволинейное движение, не являющееся движением по окружности, можно представить как движение, происходящее по дугам окружностей различных радиусов (рис. 2):

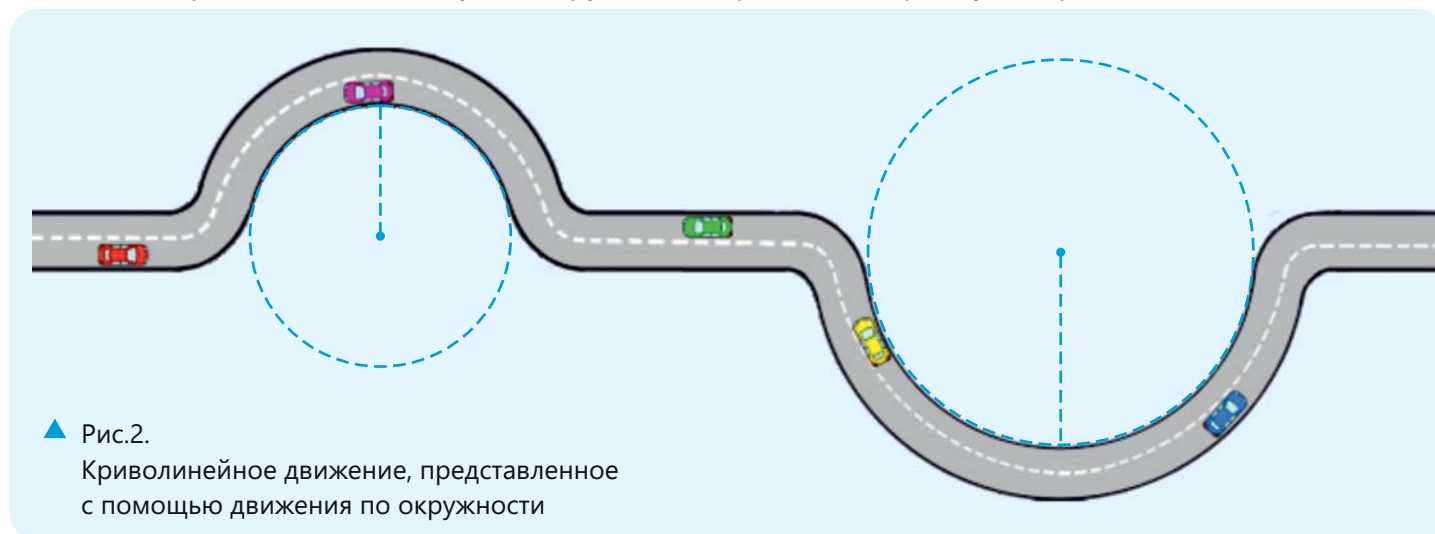


Рис.2.  
Криволинейное движение, представленное с помощью движения по окружности

При прямолинейном равномерном движении путевая скорость и скорость по перемещению остаются неизменными. А при движении по окружности направление скорости по перемещению все время меняется и направлено по касательной к траектории движения (рис. 3). **Равномерное движение по окружности** – это движение с постоянной путевой скоростью. Тело, движущееся равномерно по окружности, спустя некоторое время вернется в ту же точку, откуда начало движение.

- Если тело, движущееся по окружности, вернулось в ту же самую точку, откуда начало движение, то это значит, что оно совершило один *полный оборот*.

Равномерное движение по окружности повторяется через определенный период времени.

- Повторяющееся за равные промежутки времени движение, называется *периодическим движением*.

Движение по окружности является периодическим движением и для его описания используются такие физические величины, как **период обращения** и **частота обращения**.

### Период обращения

Спутник Azerspace-1 на 14 полных оборотов вокруг Земли тратит 14 суток. Значит, этот спутник совершает один полный оборот за одни сутки.

- При равномерном движении по окружности время, затраченное на один полный оборот, называется *периодом обращения*:

$$T = \frac{t}{N},$$

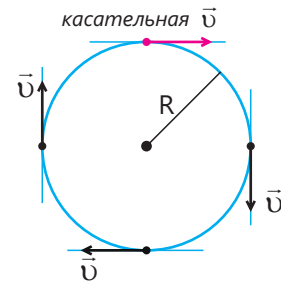
где  $T$  – период обращения,  $N$  – число оборотов, совершённых телом за время  $t$ . Единица измерения периода в СИ – **секунда**:

$$[T] = 1 \text{ с.}$$

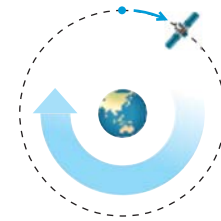
### Решение задач

Спортсмен бежит по кругу с постоянной скоростью. Найдите период обращения спортсмена, если известно, что за 120 секунд он совершает 3 полных оборота.

Дано	Формула	Решение
$t = 120 \text{ с}$ $N = 3 \text{ оборота}$ $T = ?$	$T = \frac{t}{N}$	$T = \frac{120 \text{ с}}{3} = 40 \text{ с}$ <b>Ответ:</b> 40 с



▲ Рис. 3.  
Направление скорости при движении по окружности



▲ Рис. 4.  
Один полный оборот спутника связи

## Частота обращения

Спутник Azerspace-1 за 14 суток совершает 14 оборотов вокруг Земли. Значит, этот спутник за одни сутки совершает один оборот.

- Число оборотов за единицу времени называют **частотой обращения**.

$$v = \frac{N}{t},$$

где  $v$  – частота обращения,  $N$  – число оборотов, а  $t$  – время, затрачиваемое на эти обороты. За единицу частоты обращения в СИ принята единица **один делить на секунду**.

$$[v] = \frac{1}{c}.$$

Сравнив выражение  $T = \frac{t}{N}$  для периода и выражение  $v = \frac{N}{t}$  для частоты, можно увидеть, что это взаимно обратные величины:

$$T = \frac{1}{v}.$$

### Решение задач

Если турбина гидроэлектростанции сделает 240 оборотов за 80 секунд, какова будет её частота обращения?

Дано	Формула	Решение
$t = 80 \text{ с}$ $N = 240 \text{ оборотов}$ $v = ?$	$v = \frac{N}{t}$	$v = \frac{240}{80 \text{ с}} = 3 \frac{1}{c}$ <b>Ответ:</b> $3 \frac{1}{c}$

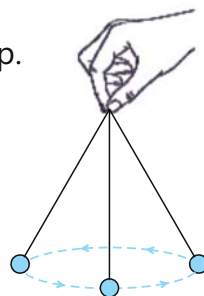
### Деятельность

#### Расчет периода и частоты

**Принадлежности:** тонкая нить, шарик, секундомер.

#### Ход работы:

1. Прикрепите один конец нити к шарiku, а другой конец держите рукой.
2. Начните вращать шарик в горизонтальной плоскости и в момент начала движения запустите секундомер.
3. Отметьте время, затраченное на 10 оборотов.



#### Обсудите:

1. Чему равен период обращения шарика?
2. Чему равна частота обращения шарика?

### Решение задач

Если колесо велосипеда за 120 секунд совершает 240 оборотов, вычислите период и частоту обращения.

Дано	Формула	Решение
$t = 120 \text{ с}$ $N = 240 \text{ оборотов}$ $T = ?$ $v = ?$	$T = \frac{t}{N}$ $v = \frac{N}{t}$	$T = \frac{120 \text{ с}}{240} = 0,5 \text{ с};$ $v = \frac{240}{120 \text{ с}} = 2 \frac{1}{c}.$ <b>Ответ:</b> $T = 0,5 \text{ с}; v = 2 \frac{1}{c}$



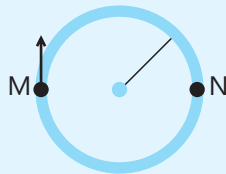
## ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Чему равен период обращения Луны вокруг Земли и Земли вокруг Солнца? Как называются эти периоды?

**Примените полученные знания**

1. Тело, начавшее своё движение с постоянной скоростью по окружности из точки М, пройдя точку N 3 раза, возвращается в точку М. На это движение тело тратит 45 секунд. Найдите:

- Период и частоту обращения.
- Время, затраченное на 12 оборотов.



- Найдите период и частоту обращения секундной стрелки часов.
- Если период обращения тела при движении по окружности увеличится в 5 раз, как изменится его частота?

**Проверьте полученные знания**

- Что называют периодом обращения? Какова его единица измерения в СИ?
- Что называют полным оборотом?
- Период обращения колеса автомобиля равен 0,5 с. Вычислите частоту обращения.
- Частота обращения тела равна  $4 \frac{1}{c}$ .

Найдите:

- Если период увеличится на 1 секунду, какова будет его частота?
  - Если его частота увеличится на  $1 \frac{1}{c}$ , каков будет его период?
- Если частота обращения ветряной турбины, расположенной на ветряной электростанции "Хызы-Абшерон", равна  $0,2 \frac{1}{c}$ , найдите период ее обращения и количество оборотов за 10 минут.



## 3.2 Скорость при равномерном движении по окружности

Спортсмен движется по круговой беговой дорожке радиусом  $R$  с постоянной скоростью.



- Каким выражением можно определить пройденный по окружности путь, если тело сделало полный оборот?
- Как называют время, затраченное спортсменом на совершение одного полного оборота?
- При помощи какой формулы можно вычислить путевую скорость спортсмена?

### Ключевые слова

движение по окружности, скорость

Как и при прямолинейном движении, при движении по окружности путевую скорость можно вычислить, разделив путь на время, затраченное на прохождение этого пути. При этом путь, пройденный телом за один период, будет равен длине окружности ( $l = 2\pi R$ ), а время – периоду обращения ( $t = T$ ) (рис. 1).



▲ Рис. 1. Прямолинейное движение и движение по окружности

Исходя из этого, выражение путевой скорости тела при равномерном движении по окружности можно найти выражением:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{2\pi R}{T},$$

где  $R$  – радиус окружности.

### Деятельность

#### Определение скорости при равномерном движении по окружности

**Принадлежности:** часы со стрелками, линейка.

#### Ход работы:

1. Измерьте и запишите длину минутной стрелки.
2. Найдите путь, пройденный кончиком минутной стрелки за 30, 60 и 90 минут (принять  $\pi = 3$ ).



#### Обсудите:

1. Чему равна путевая скорость в каждом из трёх случаев?
2. Какой можно сделать вывод из полученных значений этих скоростей?

**Решение задач**

Спортсмен, двигаясь с постоянной скоростью по кругу радиусом 85 м, совершает один полный оборот за 85 секунд. Вычислите его скорость (принять  $\pi = 3$ ).

Дано	Формула	Решение
$R = 85 \text{ м}$ $T = 85 \text{ с}$ $\pi = 3$ $v = ?$	$v = \frac{2\pi R}{T}$	$v = \frac{2 \cdot 3 \cdot 85 \text{ м}}{85 \text{ с}} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ <b>Ответ:</b> $6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

**ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ**

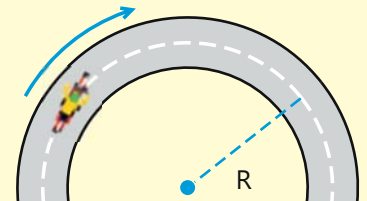
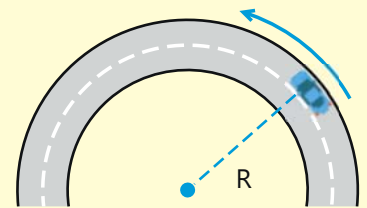
Колесо точильного камня вращается по часовой стрелке или против часовой стрелки? В каком направлении летят искры?

**Примените полученные знания**

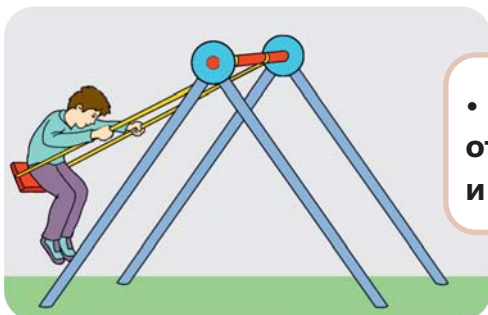
- Найдите скорость вращения Земли вокруг Солнца. Расстояние от Земли до Солнца составляет 150 000 000 км, а период обращения Земли вокруг Солнца – 365 суток (принять  $\pi = 3$ ).
- Радиус колеса велосипеда Ниджата равен 30 см. Если частота вращения колеса равна  $5 \frac{1}{\text{с}}$  и велосипед движется с постоянной скоростью, найдите:
  - Сколько времени нужно Ниджату, чтобы дойти до магазина, если расстояние до него составляет 900 м?
  - Сколько оборотов сделает колесо велосипеда за это время (принять  $\pi = 3$ )?

**Проверьте полученные знания**

- Автомобиль едет равномерно по окружности. Как изменится период обращения, если автомобиль будет двигаться с той же скоростью по окружности радиусом в 2 раза больше?
- Выразите путь, пройденный телом по окружности за один период, через радиус окружности.
- Тело движется по окружности радиусом 10 м со скоростью  $12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ . Определите частоту обращения (принять  $\pi = 3$ ).
- Автомобиль движется по кругу с постоянной скоростью. Если при движении по этой траектории его скорость увеличится в 2 раза, то как изменится период его вращения?
- Велосипедист движется с постоянной скоростью по окружности диаметром 240 метров. Найдите период его обращения, если скорость равна  $4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  (принять  $\pi = 3$ ).



## 3.3 Периодическое колебательное движение



• Чем изображенное на рисунке движение отличается от прямолинейного движения и движения по окружности?

### Ключевые слова

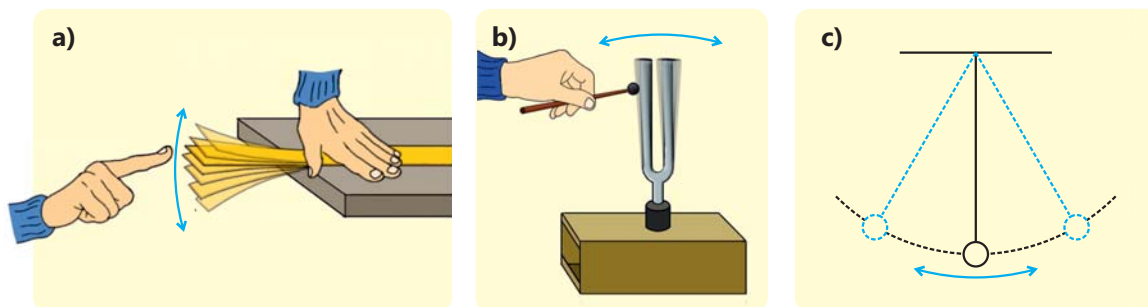
колебательное движение, периодическое колебательное движение, частота колебания, период колебания, амплитуда колебания

Многие явления в природе повторяются. Например, Земля делает один полный оборот вокруг Солнца за 365 дней, часовая стрелка часов совершает один полный оборот за 12 часов, а секундная стрелка – за 60 секунд (рис. 1). Эти движения являются периодическими движениями по окружности, т.е. они повторяются за равные промежутки времени.

Повторяющиеся движения происходят не только по окружности. Например, если прижать один конец линейки к столу и свободный конец, согнув рукой, отпустить, то линейка будет двигаться вверх и вниз (рис. 2, а), а если ударить по зубцам камертона, они начнут двигаться влево и вправо (рис. 2, б). Если оттянуть в сторону висящий на веревке шарик и отпустить его, то мы будем наблюдать похожее явление: шарик будет двигаться вперед и назад. Как видите, кончик линейки, зубцы камертона и шарик, висящий на нитке, совершают движение "вперед-назад". Такое движение называется **колебательным движением**. Для изучения колебательного движения мы воспользуемся **маятниками** (рис. 2, с).

Рис.1.  
Периодическое движение

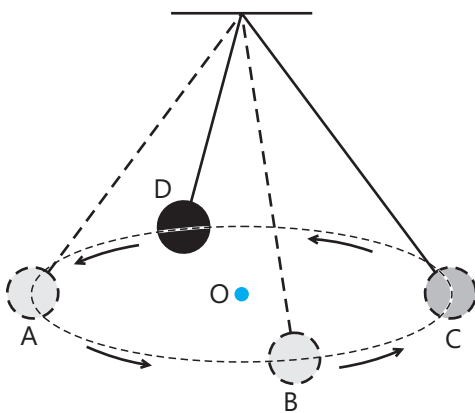
Рис.2.  
Колебательное движение



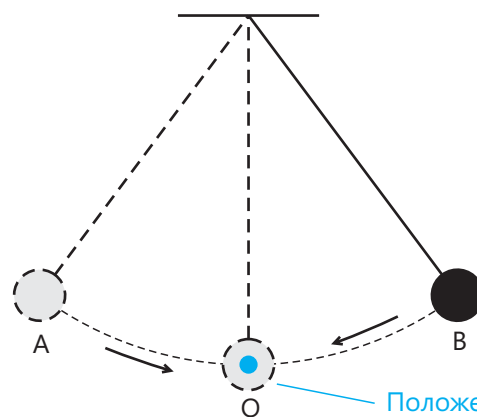
Перед началом движения маятник находится в **состоянии равновесия**. Когда тело подвергается воздействию, оно выходит из равновесия и возвращается в состояние равновесия. Так возникает колебательное движение.

● **Периодическое движение, происходящее около положения равновесия, называется *периодическим колебательным движением*.**

На рисунках 3 и 4 изображены различные виды движения шарика, подвешенного к нити. Движение, изображенное на рисунке 3, является периодическим, а не колебательным движением. Это движение происходит по траектории ABCDA. Тело проходит через каждую точку траектории только один раз за период.



▲ Рис.3.  
Периодическое движение по окружности



▲ Рис.4.  
Периодическое колебательное движение

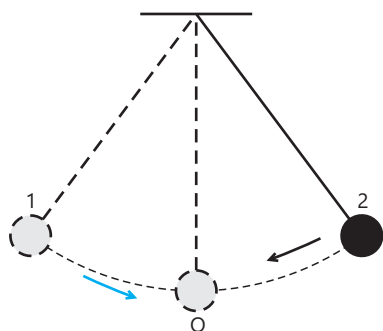
Положение равновесия

Движение, изображенное на рисунке 4, представляет собой периодическое колебательное движение. Это движение происходит по траектории AOB OA. Шарик, начавший движение из точки A до возвращения в эту же точку, проходит через каждую точку траектории за один период дважды. На рис. 3 тело вращается вокруг точки O, а на рис. 4 оно, пройдя положение равновесия O, совершает повторяющиеся движения вправо-влево.

Периодические колебательные движения можно наблюдать с помощью маятников. Различают два вида маятников – нитяной и пружинный.



▲ Рис. 5.  
Качели



▲ Рис.6.  
Нитяной маятник

### Нитяной маятник

● **Нить и висящий на ней груз вместе называются нитяным маятником.**

Примером такого маятника могут служить качели (рис. 5). Нитяной маятник совершает колебательное движение около положения равновесия.

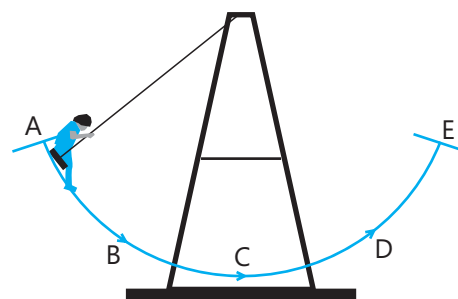
Самые дальние точки, на которые удаляется маятник от положения равновесия, называют **крайними точками**. На рисунке 6 приведен нитяной маятник, точки 1 и 2 являются крайними точками, а точка O – положением равновесия.

Исследование

### Применение модели маятника к движению качелей

В физике для изучения явлений используются простые модели. Используя нитяной маятник как модель колебательного движения, ответьте на вопросы о движении ребёнка, качающегося на качелях:

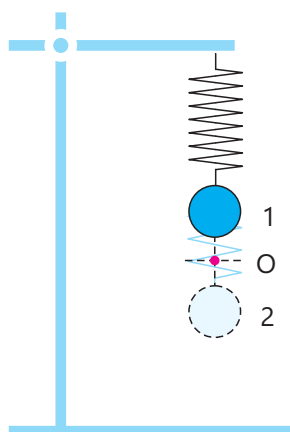
1. Какой буквой обозначено положение равновесия?
2. Каким положениям качели соответствуют точки A и B?
3. В какой точке скорость ребёнка наибольшая, а в какой – наименьшая?



### Пружинный маятник

Одним из маятников, используемых для изучения колебательного движения, является пружинный маятник.

● **Пружина, скреплённая с грузом, называется пружинным маятником.**

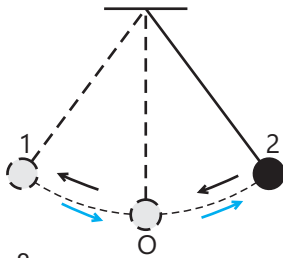


Точка, в которой пружинный маятник находится в неподвижном состоянии, называется положением равновесия (O). Точка 1 это высшая точка, на которую отходит тело от положения равновесия, а точка 2 – это самая нижняя точка траектории движения (рис.7).

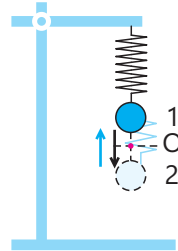
◀ Рис.7.  
Пружинный маятник колеблется между точками 1 и 2, пройдя положение равновесия O.

### Период и частота колебаний

В нитяном маятнике периодическое движение совершает груз, подвешенный на нитке (рис. 8), а в пружинном маятнике – груз, прикрепленный к пружине (рис. 9). Если груз маятника начнет двигаться из точки 1, то он за один период достигнет точки 2, пройдя около точки О, которая является положением равновесия, и снова вернется в точку 1 по той же траектории.



▲ Рис.8.  
Движение нитяного маятника



▲ Рис.9.  
Движение пружинного маятника

- **Движение маятника от одной крайней точки до другой называют одним полным колебанием.**

Поскольку движение нитяного и пружинного маятников представляет собой периодическое движение, то для их изучения пользуются понятиями **периода** и **частоты колебаний**.

- **Время, затраченное на одно полное колебание, называется периодом колебаний:**

$$T = \frac{t}{N},$$

где  $T$  – период колебаний,  $N$  – число колебаний за время  $t$ .  
Единицей периода в СИ является **секунда**:  $[T] = 1 \text{ с}$

- **Число колебаний за единицу времени называется частотой колебаний:**

$$\nu = \frac{N}{t},$$

где  $\nu$  – частота колебаний,  $N$  – число колебаний за время  $t$ .  
Единица измерения в СИ является один деленный на секунду:

$$[\nu] = \frac{1}{\text{с}}.$$

### Амплитуда колебаний

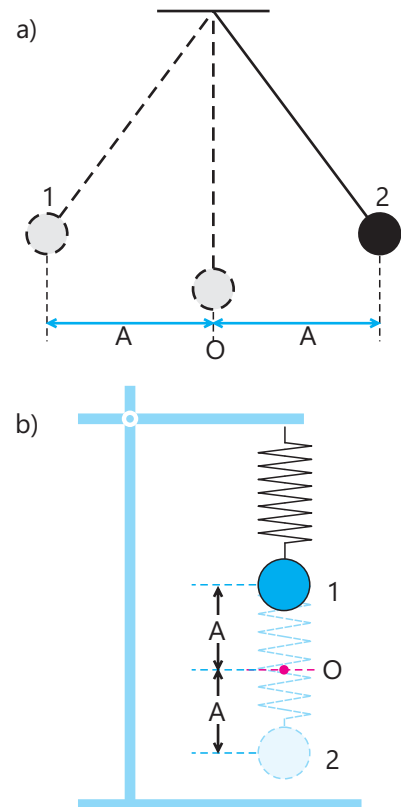
Найти пройденный грузом пружинного или нитяного маятников путь можно воспользовавшись понятием **амплитуды колебаний**.

- **Наибольшее расстояние, на которое во время колебания отходит груз маятника от положения равновесия, называется амплитудой колебания** (рис. 10, а, b).

### Знаете ли вы?



Идею создания прибора для измерения времени с помощью нитяного маятника подал Галилео Галилей (1564-1642). Христиан Гюйгенс (1629-1695), воспользовавшись этим в 1656 году сделал часы с маятником.



▲ Рис. 10.  
Амплитуда нитяного и пружинного маятников

Амплитуда обозначается буквой  $A$ , единица измерения в СИ – **метр**:

$$[A] = 1 \text{ м.}$$

Время, затраченное на прохождение маятником расстояния от положения равновесия до крайней точки, равно одной четвёртой части периода, а так как это расстояние равно амплитуде колебаний, то это значит, что за один период маятник проходит путь, равный четырём амплитудам:

$$\text{Так как } t = T, \text{ то } l = 4A.$$

Поскольку за один период маятник проходит путь, равный  $4A$ , то, сделав  $N$  движений, пройденный маятником путь станет равным  $4AN$ :

$$l = 4AN.$$

### Определение периода и частоты при периодическом колебательном движении

**Принадлежности:** штатив, тонкая нить, шарик, секундомер.

**Ход работы:** 1. Привяжите один конец нити к шарiku, а другой конец к штативу. 2. Оттяните шарик в сторону и отпустите. В момент начала движения запустите секундомер. 3. Запишите время, затраченное на 10 колебаний.

### Обсудите:

1. Является ли движение шарика периодическим колебательным движением? Обоснуйте свой ответ.
2. Чему равны период и частота колебаний шарика?

### Решение задач

За 12 секунд маятник совершает 6 колебаний. Зная, что амплитуда колебаний равна 1 м, определите период колебаний и путь, пройденный грузом маятника за 30 секунд.

Дано	Формула	Решение
$t_1 = 12 \text{ с}$ $N_1 = 6$ $t_2 = 30 \text{ с}$ $A = 1 \text{ м}$ Обозначим число колебаний, совершённых за 30 секунд, через $N_2$ . $T - ?$ $l - ?$	$T = \frac{t}{N}$ $l = 4AN$	$T = \frac{12 \text{ с}}{6} = 2 \text{ с}$ Чтобы найти путь, пройденный за 30 секунд, необходимо найти число колебаний за это время: $N_2 = \frac{t_2}{T} = \frac{30 \text{ с}}{2 \text{ с}} = 15$ Если пройденный за один период путь равен $4A$ , то пройденный за 15 колебаний путь будет равен: $l = 4AN_2 = 4 \times 1 \text{ м} \times 15 = 60 \text{ м}$ <p><b>Ответ:</b> <math>T = 2 \text{ с}, l = 60 \text{ м}</math></p>

### ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

Существует ли периодическое движение, не являющееся колебательным движением?  
 Существует ли колебательное движение, не являющееся периодическим?



**Примените полученные знания**

1. В каком случае скорость тела, подвешенного на нитевой маятник, увеличивается или уменьшается? а) при движении к положению равновесия; б) при движении к крайним точкам.
2. Грузу пружинного маятника требуется 0,5 с, чтобы вернуться с крайней нижней точки в положение равновесия. Найдите период и частоту его колебаний.
3. Маятник, амплитуда колебаний которого равна 0,5 м, за 10 с совершает 5 колебаний. Найдите период и частоту колебаний, а также путь, пройденный им за 20 с.

**Примените полученные знания**

1. Назовите одно сходство и одно различие между периодическим движением по окружности и периодическим колебательным движением.
2. Найдите амплитуду колебаний, если отношение пройденного пути к числу колебаний будет равно 4.
3. Период колебаний груза нитяного маятника равен 2 с, а амплитуда – 0,5 м. Найдите путь, который он прошел за 25 с.
4. Груз нитяного маятника переходит из одной крайней точки в другую и возвращается в положение равновесия за 3 с. Найдите его период и частоту колебаний.
5. Найдите время, за которое пружинный маятник с частотой  $1\frac{1}{с}$  и амплитудой 25 см пройдет путь 10 м.

## Наука, технология, жизнь

После того, как науке стало известно, что Земля имеет круглую форму, путешественники поняли, что если начать движение с одного направления по поверхности Земли и продолжать движение в том же направлении, то можно вернуться в то же место, с которого начали движение. Впервые в XVI веке португальский мореплаватель Фердинанд Магеллан совершил кругосветное плавание вокруг Земли на парусном корабле за более чем три года.

В 1961 году Юрий Гагарин облетел Землю на космическом корабле на высоте 300 км над поверхностью Земли. Космический корабль Гагарина двигался со скоростью  $27\,000\frac{\text{км}}{\text{ч}}$ . Его путешествие длилось около двух часов.

Еще с древних времён люди наблюдали, что движение планет вокруг Солнца и движение естественных спутников вокруг планет являются периодическими движениями.

Они создали календари, основанные на периодических движениях небесных тел. В настоящее время на различных орбитах вокруг Земли находятся тысячи искусственных спутников, используемых для телекоммуникаций, наблюдения за космосом и поверхностью Земли, совершающих периодические движения по криволинейным траекториям. Изучение периодических и криволинейных движений важно для проектирования различных транспортных средств и изучения движения небесных тел.

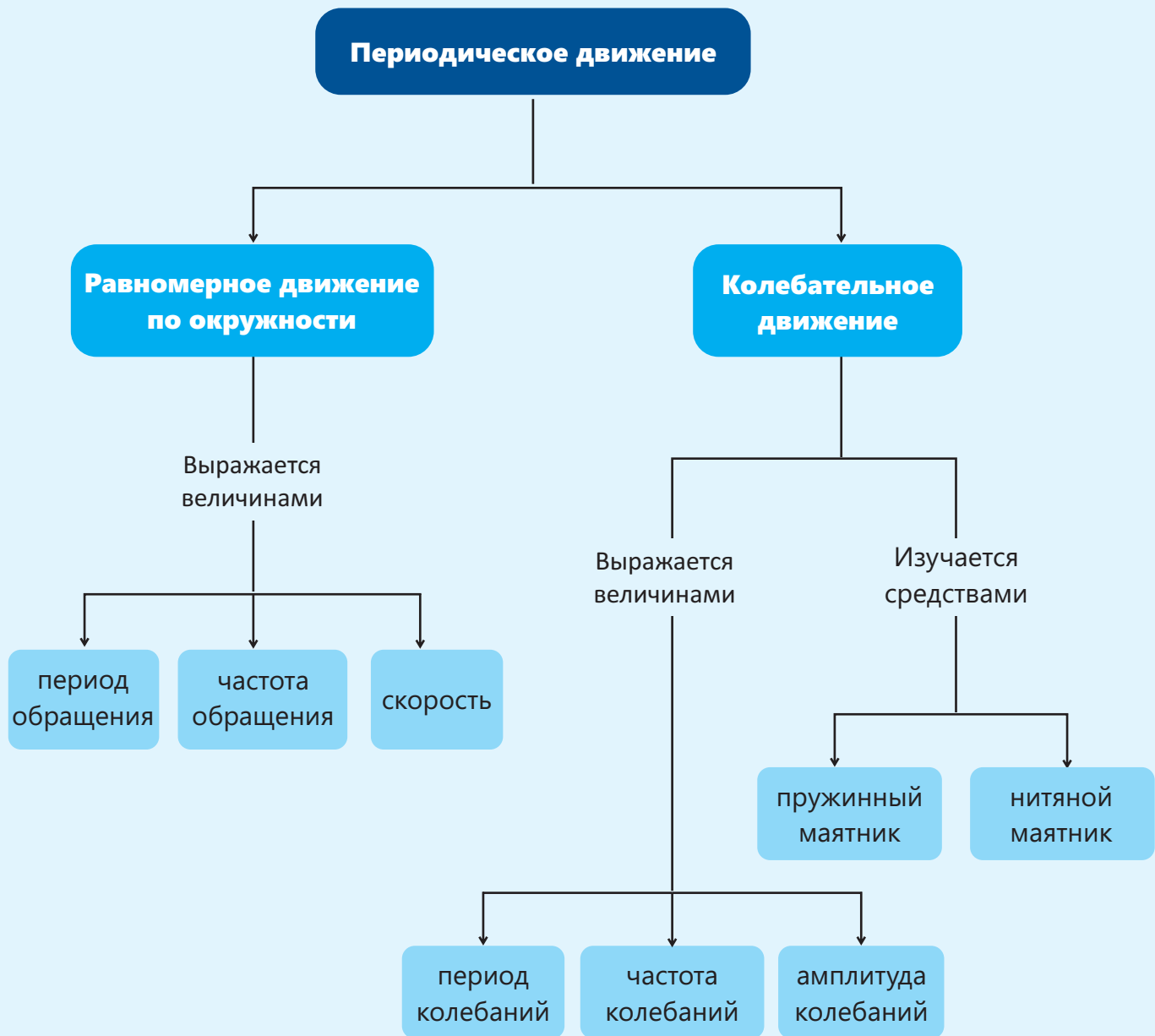


Траектория кругосветного путешествия Фердинанда Магеллана



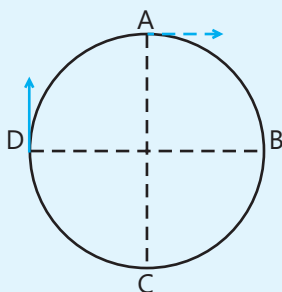
Траектория движения спутников

# Заключение

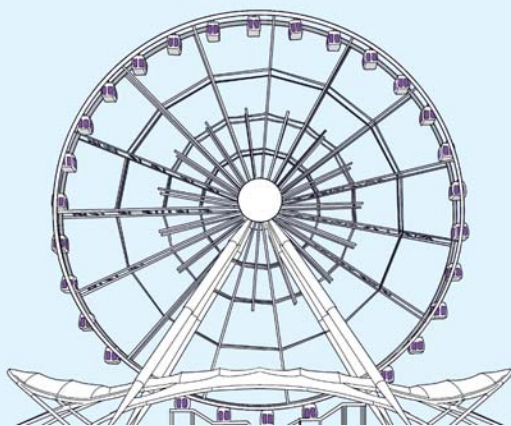


# Обобщающие задания

1. Спортсмен, движущийся по кругу, начинает своё движение в точке А и доходит до точки D спустя 81 с после начала движения. За сколько минут спортсмен совершит один полный оборот?



2. Диаметр "Колеса обозрения", расположенного в Баку на Приморском бульваре равен 60 м. Колесо делает один полный оборот за 30 минут (принять  $\pi = 3$ ).



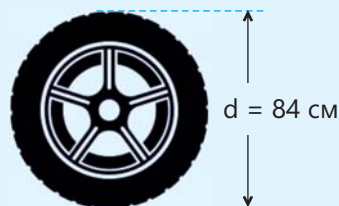
Найдите для пассажира на аттракционе:

- путь, пройденный за время, равное половине периода обращения;
- высоту, на которую он поднимется по прошествии времени, равному половине периода обращения;
- скорость пассажира при движении по окружности.

3. Длина окружности колеса автомобиля, движущегося равномерно, равна 2,1 м. Зная, что за 20 с он проезжает 210 м пути, найдите:

- сколько оборотов сделает колесо автомобиля за это время;
- период обращения колеса;
- частоту обращения колеса.

4. Диаметр колеса равен 84 см, а частота обращения –  $8\frac{1}{с}$ . Вычислите путь, пройденный автомобилем за 25 минут (принять  $\pi = 3$ ).

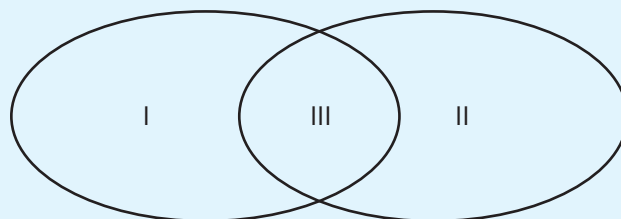


5. Отметьте соответствующие пункты на диаграмме Эйлера-Венна:

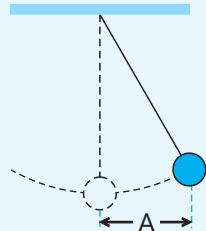
- Движение происходит около положения равновесия.
- Повторяющееся движение вокруг положения равновесия.
- За один период тело проходит каждую точку траектории лишь один раз.
- За один период тело проходит каждую точку траектории два раза.
- Повторяющееся движение за определенный промежуток времени.

Периодическое движение по окружности

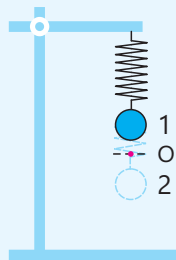
Периодическое колебательное движение



6. Груз нитяного маятника проходит 1 м от крайней точки до положения равновесия за 2 секунды. Найдите путь, который пройдет груз нитяного маятника за 0,5 минуты.

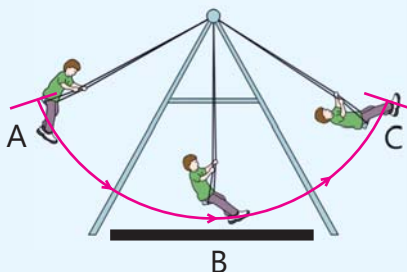


7. Груз пружинного маятника проходит путь от крайней высшей точки (1) до крайней нижней точки (2) за 1 секунду. Найдите расстояние, которое шарик маятника проходит за 6 мин, если расстояние от нижней точки траектории колебания маятника до положения равновесия (O) равно 0,5 дм.



8. Напишите одно сходство и одно различие между движением пружинного маятника или нитяного маятника с равномерным движением по окружности.

9. Качелям требуется 3 секунды, чтобы пройти из состояния А в состояние С и вернуться в положение равновесия. Найдите частоту колебаний.



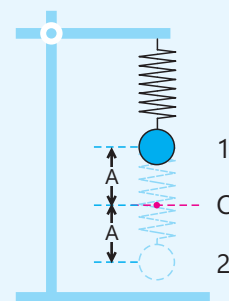
10. Найдите амплитуду и период колебаний шарика нитяного маятника, если за 6 с шарик совершает 3 колебания и за 15 с он проходит 30 м пути.

11. Найдите амплитуду колебаний пружинного маятника, который за время, равное половине периода, проходит путь, равный 10 см.

12. Найдите количество колебаний и путь, который пройдет груз пружинного маятника с частотой  $0,5 \frac{1}{с}$  и амплитудой 45 см за 20 секунд.

13. За 20 с маятник совершает 20 колебаний. Найдите период и частоту колебаний.

14. Найдите путь, пройденный грузом маятника за 25 периодов, если расстояние между точками 1 и 2 маятника, изображенного на рисунке, равно 20 см.

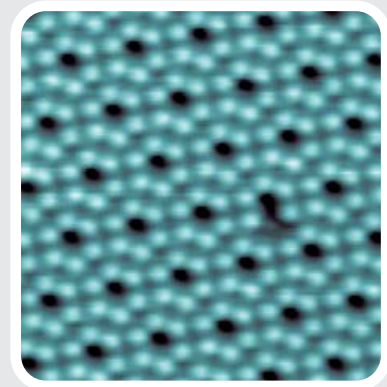


15. За 1 секунду нитяной маятник переходит из крайней точки в положение равновесия. Найдите расстояние, которое он проходит за 0,6 минуты, если амплитуда колебаний равна 0,9 м.

раздел  
4

# Строение и размер атома

Атомы настолько малы, что они не различимы глазом и не видны даже под микроскопом. Лишь туннельный микроскоп, изобретённый в 1981 году, позволил увидеть приблизительные контуры атомов.



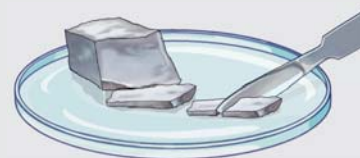
- С древних времен учёные пытались ответить на вопрос "Из чего состоит вещество?" Некоторые из них отстаивали гипотезу о том, что вещество состоит из очень маленьких непрерывно движущихся частиц. Используя понятие "частица", можно объяснить изменения агрегатного состояния вещества, диффузию, тепловое расширение, растворение веществ и многие другие природные явления.
- 1. Что вы узнали об атомах на уроках природы?  
2. Из каких атомов состоит молекула воды?  
3. Как бы вы объяснили явление диффузии, используя понятие "частица"?

Из раздела вы узнаете

- Атом состоит из ядра и электронов
- Основная часть массы атома приходится на ядро
- Ядро атома состоит из двух типов частиц
- Массы и электрические заряды частиц, составляющих атом, различны
- Большую часть объема атома составляет пустое пространство

## 4.1 Строение атома

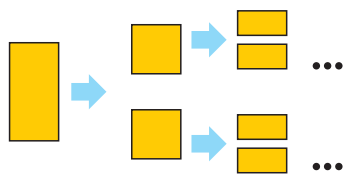
Натрий – мягкий металл серебристо-белого цвета. Взяв маленький кусок натрия, можно поделить его на две части. Полученные части также можно поделить еще на две части и процесс деления можно продолжить дальше.



- До какого этапа можно продолжить процесс по делению куска натрия?
- Какая частица будет самой маленькой частичкой элемента натрия?

### Ключевые слова

атом, электрон, ядро, планетарная модель атома, протон, нейтрон



▲ Рис. 1.  
Рассуждение Демокрита

Около 2400 лет назад Демокрит предположил, что все вещества состоят из очень маленьких частиц. Демокрит считал, что если последовательно делить тело на части, то на определенном этапе наступит момент, когда процесс деления станет невозможным. Потому что в результате деления мы достигнем неделимой частицы, составляющей данное вещество (рис. 1). В то время эти частицы называли **атомами**.

### Атомная теория Дальтона

В начале XIX века английский ученый Джон Дальтон для описания химических реакций использовал атомную гипотезу. Согласно атомной гипотезе Дальтона:

1. Элементы состоят из маленьких неделимых частиц в виде шариков, т.е. из атомов.
2. Все атомы элемента одинаковы, массы и размеры атомов разных элементов различны.
3. Химические соединения образуются путем соединения атомов различных элементов (рис. 2).



▲ Рис. 2.  
Образование молекулы воды согласно теории Дальтона

### Знаете ли вы?

Слово "атом" (гр. *атомос*) в переводе с греческого означает "неделимый".

### Открытие электрона

На уроках природы вы узнали, что электрический ток в металлических проводниках является результатом упорядоченного движения электронов. Электроны, имеющие отрицательный электрический заряд, были открыты английским ученым Джозефом Томсоном в 1897 году (рис. 3).

В природе существует два вида электрического заряда: положительный и отрицательный. Томсон предложил модель, объясняющую, как эти заряды распределяются внутри атома.

### Модель атома Томсона

Согласно **атомной модели Томсона**, атом имеет форму шарика, а положительные и отрицательные заряды равномерно распределены внутри него. Сумма положительного заряда численно равна сумме отрицательного заряда, то есть полный электрический заряд атома равен нулю. Модель Томсона напоминала фруктовый кекс, поэтому его часто называли "Кекс с изюмом" (рис. 4). Чтобы удостовериться в верности модели Томсона, Эрнест Резерфорд в 1908 году провел опыт.

### Опыт Резерфорда

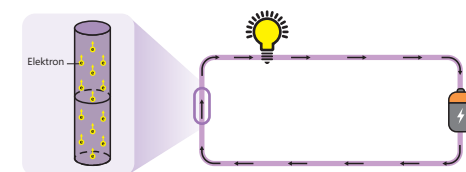
Деятельность

#### Упрощенная модель опыта Резерфорда

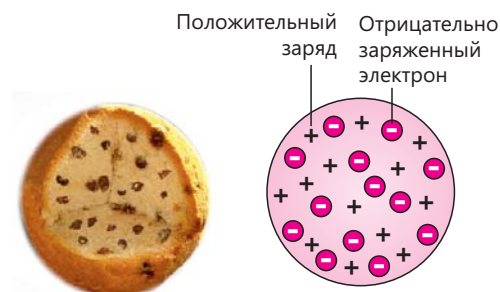
**Принадлежности:** картонный круг диаметром 15 см, два ластика, 50-копеечная монета, 8-10 маленьких пуговиц.

#### Ход работы:

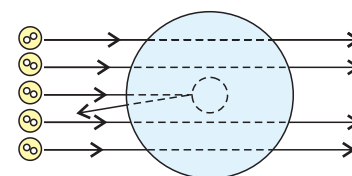
1. Расположите ластики на расстоянии 13-14 см друг от друга, а монету посередине между ними. Положите картонный круг на ластики так, чтобы монета оказалась под кругом и чтобы их центры совпадали.
2. Расположите пуговицы в ряд на расстоянии 10 см от картонного круга.
3. Подтолкните пуговицы пальцем в направлениях, показанных на рисунке.
4. Пронаблюдайте за траекторией движения пуговиц.



▲ Рис. 3.  
Электроны



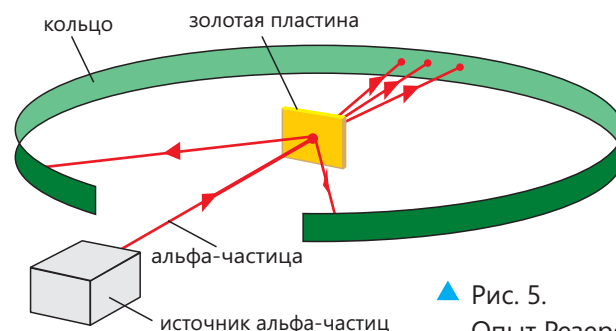
▲ Рис. 4.  
Кекс с изюмом и модель атома Томсона



#### Обсудите:

1. Можно ли по траектории движения пуговиц судить о размере монеты?
2. Изменится ли направление движения пуговицы, если в опыте, приведенном в Деятельности, мы поменяем местами монету и пуговицу?

Эксперимент Резерфорда состоял из источника, испускающего частицы, называемые альфа-частицами, тонкой золотой пластины и кольца, которое светилось при попадании на него альфа-частиц. Частицы, вышедшие из источника, пройдя через золотую пластину, ударялись об кольцо и вызывали свечение (рис. 5).

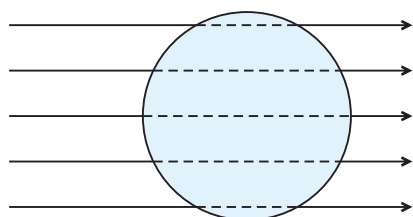


▲ Рис. 5.  
Опыт Резерфорда

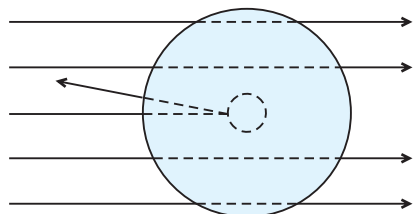
Хотя альфа-частицы нельзя было увидеть невооруженным глазом, по свечению удалось определить направление их движения. Во время экспериментов наблюдалось, что большая часть альфа-частиц прошла через пластину. Но при более детальном изучении стало ясно, что некоторые частицы отскочили от пластины и вернулись обратно.

### ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ

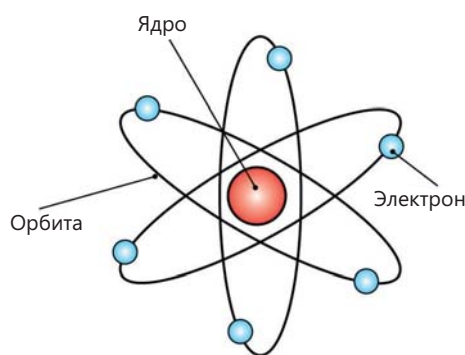
Как по-вашему, почему Резерфорд решил экспериментально проверить модель атома Томсона?



▲ Рис. 6.  
Ожидаемый результат  
на основе модели Томсона



▲ Рис. 7.  
Модель, полученная  
в результате опыта  
Резерфорда



▲ Рис. 8.  
Модель атома Резерфорда

Если бы атомная модель Томсона была верной, каждая из альфа-частиц должна была пройти через золотую пластину, не меняя направления (рис. 6). Однако поскольку небольшое количество частиц и вернулось обратно, Резерфорд из эксперимента пришел к следующим выводам (рис. 7):

1. Большая часть альфа-частиц прошла через пластину. Значит, поскольку внутри атома есть пространство, никаких препятствий они не встретили.
2. Несколько альфа-частиц отскочили обратно. Значит, они столкнулись с частицами большей массы.

На основе этих результатов Резерфорд предложил новую модель атома, которую позже назвали **моделью атома Резерфорда**.

#### Модель атома Резерфорда

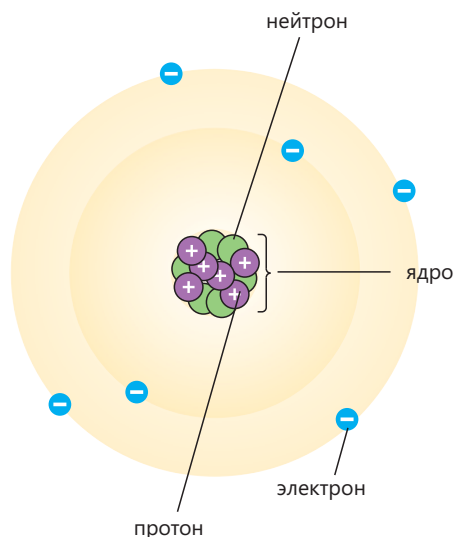
Согласно модели атома Резерфорда, атом состоит из **ядра** малого размера и электронов, вращающихся вокруг. Положительно заряженное ядро расположено в центре атома. Внутри атома есть пространство и большая часть его массы сосредоточена в ядре. Например, более 99,95% массы атома гелия находится в ядре. Согласно модели Резерфорда, электроны вокруг ядра вращаются по круговой орбите. Электрический заряд ядра численно равен сумме электрических зарядов электронов, поэтому общий заряд атома равен нулю. Модель атома Резерфорда напоминает Солнечную систему, поэтому эту модель называют **планетарной моделью атома** (рис. 8).



### Модель атома Бора

Позднее датский физик Нильс Бор внес некоторые изменения в модель атома Резерфорда. Одной из поправок было то, что электроны вращались только по определенным орбитам, а не на произвольном расстоянии от ядра. Усовершенствованная модель атома называлась **моделью атома Бора**.

В дальнейшем было обнаружено, что ядро атома состоит из положительно заряженных **протонов** и **нейтронов**, не имеющих заряда, то есть нейтральных частиц. В центре атома расположено ядро, состоящее из протонов и нейтронов. Электроны вращаются вокруг ядра по орбитам, расположенным на определённых расстояниях от ядра. В атоме, который не потерял и не захватил электроны, число электронов равно числу протонов (рис. 9).



◀ Рис. 9.  
Модель Бора для атома углерода

Массы и электрические заряды частиц, составляющих атом, очень малы. В некоторых случаях удобно пользоваться их относительными значениями. Если принять заряд электрона за  $-1$ , то заряд протона будет равен по величине заряду электрона и противоположен по знаку  $+1$ . Нейтрон является нейтральной частицей, поэтому его заряд равен нулю. Массы протона и нейтрона примерно равны и каждый приблизительно в 1840 раз тяжелее электрона. Так как число электронов и протонов в атоме одинаково, а заряд нейтрона равен нулю, то общий электрический заряд атома равен нулю.

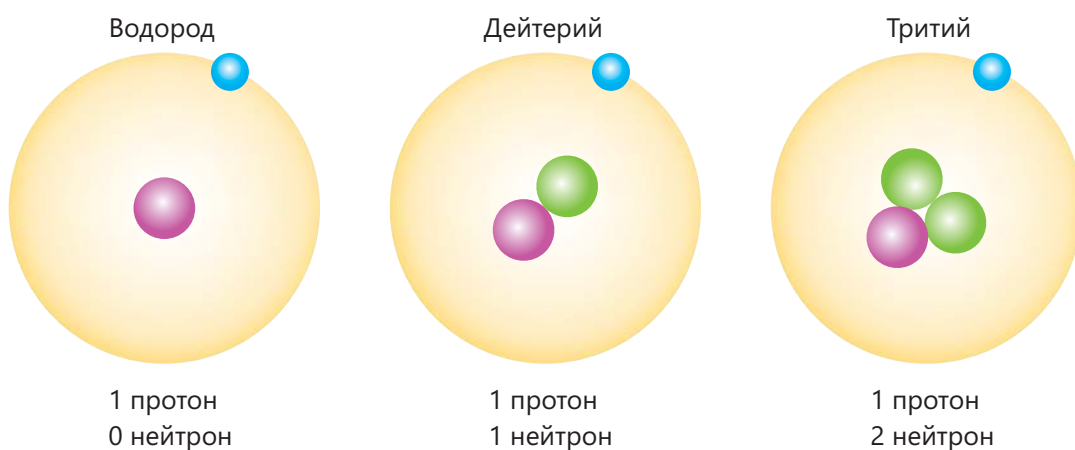
Частицы атома	Обозначение	Заряд
электрон	e	-1
протон	p	+1
нейтрон	n	0

▲ Заряды и обозначения частиц атома

Число протонов в ядре атома одного и того же элемента неизменно, но они могут отличаться друг от друга числом нейтронов. Например, ядро атома водорода состоит из одного протона. Ядро дейтерия состоит из одного протона и одного нейтрона, а ядро трития из одного протона и двух нейтронов. В ядре всех трёх элементов находится всего один протон, поэтому они являются водородом. Водород, дейтерий и тритий обладают одинаковыми химическими свойствами. Но некоторые их физические свойства отличаются: например, плотность дейтерия больше плотности водорода.

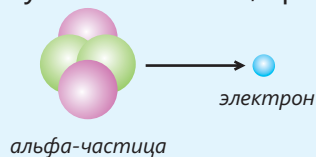
Рис. 10.  
Атомы водорода, дейтерия и трития

-  – электрон
-  – протон
-  – нейтрон

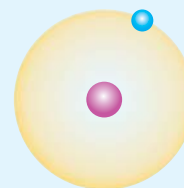


### Примените полученные знания

1. Альфа-частицы состоят из двух протонов и двух нейтронов. Меняет ли во время опыта альфа-частица свое направление при столкновении с электроном в атомах золотой пластинки? Обоснуйте свой ответ, сравнив их массы.



2. Атом водорода состоит из одного протона и одного электрона. Какой примерно процент массы атома водорода составляет ядро?



### Проверьте полученные знания

1. Очень часто модель атома Резерфорда называют "планетарной моделью атома". В чём сходство Солнечной системы и модели атома Резерфорда?
2. Опишите строение атома углерода, нарисовав схему.
3. Объясните, почему масса атома дейтерия меньше массы атома трития, но больше массы атома водорода.
4. Как изменятся заряд и масса атома, если добавить в ядро один нейтрон?
5. Если нейтральный атом потеряет 2 электрона, каков будет его заряд?

## 4.2 Размер атома

С помощью микроскопа мы можем видеть бактерии, находящиеся в воде, но сами молекулы воды мы видеть не можем.



- Если с помощью микроскопа мы можем видеть бактерии, находящиеся в воде, то почему мы не можем видеть молекулы воды?
- Какой самый маленький объект вы можете увидеть?

Невооруженным взглядом мы можем видеть тела размерами не менее 0,1 мм. Атомы настолько малы, что их невозможно рассмотреть в лабораторный микроскоп. Лишь туннельный микроскоп, увеличивающий изображение в 100 000 000 раз, позволил увидеть приблизительные контуры атомов (рис. 1).

### Ключевые слова

диаметр атома, диаметр ядра

### Как можно представить размер атома?

В некоторых случаях, например, когда описывают процессы горения или молекулы воды, атомы, согласно Дальтону, представляют как шарики. А иногда возникает необходимость показать внутреннее строение атома. Говоря о размере атома, мы имеем в виду его диаметр, а именно диаметр орбиты электрона, расположенного на самом большом расстоянии от ядра.

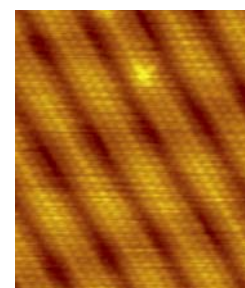


Рис. 2. Изображение модели атома углерода по теории Бора и в виде шариков

▲ Рис. 1. Изображение атомов золота, полученное туннельным микроскопом

### Деятельность

#### Сравнение размеров мяча и земного шара



#### Обсудите:

- Представьте себе шар диаметром 12,8 см. Во сколько раз нужно увеличить этот шар, чтобы он был размером с Землю и имел диаметр 12 800 км?

Чтобы мяч, представленный в деятельности, стал размером с Землю, его диаметр нужно увеличить в 100 000 000 раз. Диаметр самого маленького атома водорода составляет примерно одну десятиллиардную часть метра, или 0,000 000 000 1 м. Если увеличить атом водорода в 100 000 000 раз, то его диаметр станет равным 1 см.

**Знаете ли вы?**

Диаметр шарообразной бактерии в 10 000 раз больше диаметра атома.

Иногда удобно выражать размеры тел, применяя приставки к единицам их измерения.

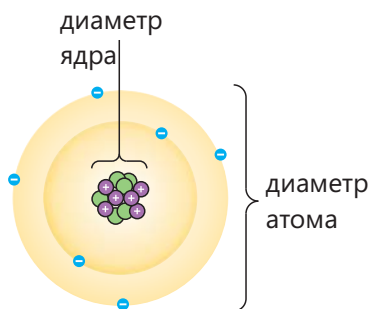
Так как

$$1 \text{ нм} = 0,000\ 000\ 001 \text{ м},$$

то диаметр атома водорода кратко можно записать как 0,1 нм (рис. 3).



▲ Рис. 3. Диаметр атома водорода и приблизительный диаметр других тел



▲ Рис. 4. Большую часть атома составляет пустота

Результаты эксперимента Резерфорда показали, что атомы не представляют собой твердые шарики, как предполагалось ранее, а состоят из ядра и электронов (рис. 4). Диаметр атомного ядра меньше диаметра самого атома в 100 000 раз. Поэтому большая часть альфа-частиц проходит сквозь атом, не меняя своего направления.

**ПОДУМАЙ • ОБСУДИ • ПОДЕЛИСЬ**

Что послужило причиной предложения смены нескольких атомных моделей подряд?

**Примените полученные знания**

1. Графен – это материал, образованный из углерода. Из графена можно сделать пластинки толщиной в один атом. Поскольку диаметр атома углерода равен 0,15 нм, то при сложении скольких пластинок друг на друга общая толщина составит 1,5 метра?



2. Диаметр атома больше диаметра ядра в 100 000 раз. Атом и ядро имеют форму шара. Объем шара вычисляют по формуле  $V = \frac{\pi}{6} d^3$ . Во сколько раз объем атома превышает объем ядра? ( $d$  – диаметр шара).

**Проверьте полученные знания**

1. Что подразумевают под размером атома?
2. Во сколько раз диаметр красной кровяной клетки больше диаметра атома?
3. Как Резерфорд пришёл к выводу, что большая часть атома представляет собой пустоту?

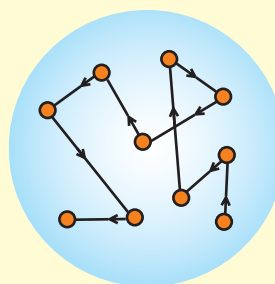
# Наука, технология, жизнь

*Представьте себе, что в результате стихийного бедствия все наши знания утеряны. Но у вас есть шанс отправить послание в будущее. Какое послание вы хотели бы отправить людям будущего?*

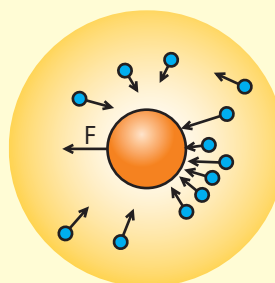
Лауреат Нобелевской премии, живший в прошлом веке, известный физик Ричард Фейнман, на этот вопрос дал следующий ответ: "Вещества состоят из мельчайших частиц – атомов, находящихся в непрерывном движении, когда они находятся далеко друг от друга, между ними возникают сила притяжения, и сила отталкивания, когда приближаются друг к другу." Фейнман считал, что это короткое предложение, в котором выражена атомная теория, способно объяснить многие природные явления.

Хотя гипотеза о существовании атомов стала известна ещё 2500 лет назад, наблюдать ее не удавалось. Ученые признали атомную гипотезу истинной лишь после того, как им удалось косвенно объяснить многие явления. Даже в начале XX века были учёные, не признававшие атомную теорию. Например, один из известных физиков Эрнст Мах говорил, что не верит в существование атомов, потому что не видел их своими глазами. Атомная гипотеза успешно объясняет многие природные явления. Многие из них вам знакомы. Другим примером таких природных явлений является броуновское движение, названное в честь Роберта Броуна, который впервые наблюдал это явление. Наблюдая под микроскопом за пылью внутри жидкости, Браун заметил, что она движется хаотично по зигзагообразной траектории.

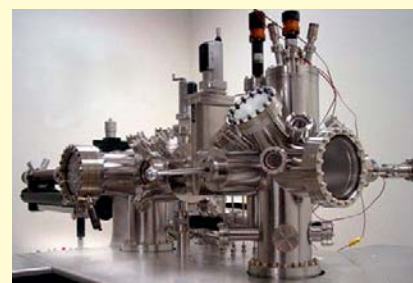
Долгое время учёные не могли объяснить причину броуновского движения. Используя атомную гипотезу, Альберт Эйнштейн объяснил причину броуновского движения ударами частиц жидкости о частицу с различных сторон в разных направлениях. В любой момент число частиц, ударяющих пылью с одной стороны, больше, чем с другой, в результате чего действующие на частицу силы не уравниваются друг друга. Поскольку величина и направление равнодействующей силы постоянно меняются, пыльца движется по криволинейной траектории. После того как в 1981 был создан сканирующий туннельный микроскоп, удалось получить мутное изображение атомов вещества. Атомы, существование которых предполагалось греческими философами 2500 лет назад, были обнаружены непосредственно в результате развития техники.



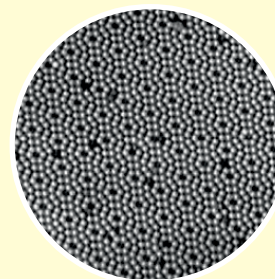
▲ Траектория пыльца в жидкости



▲ Броуновское движение возникает в результате столкновения частиц с пылью

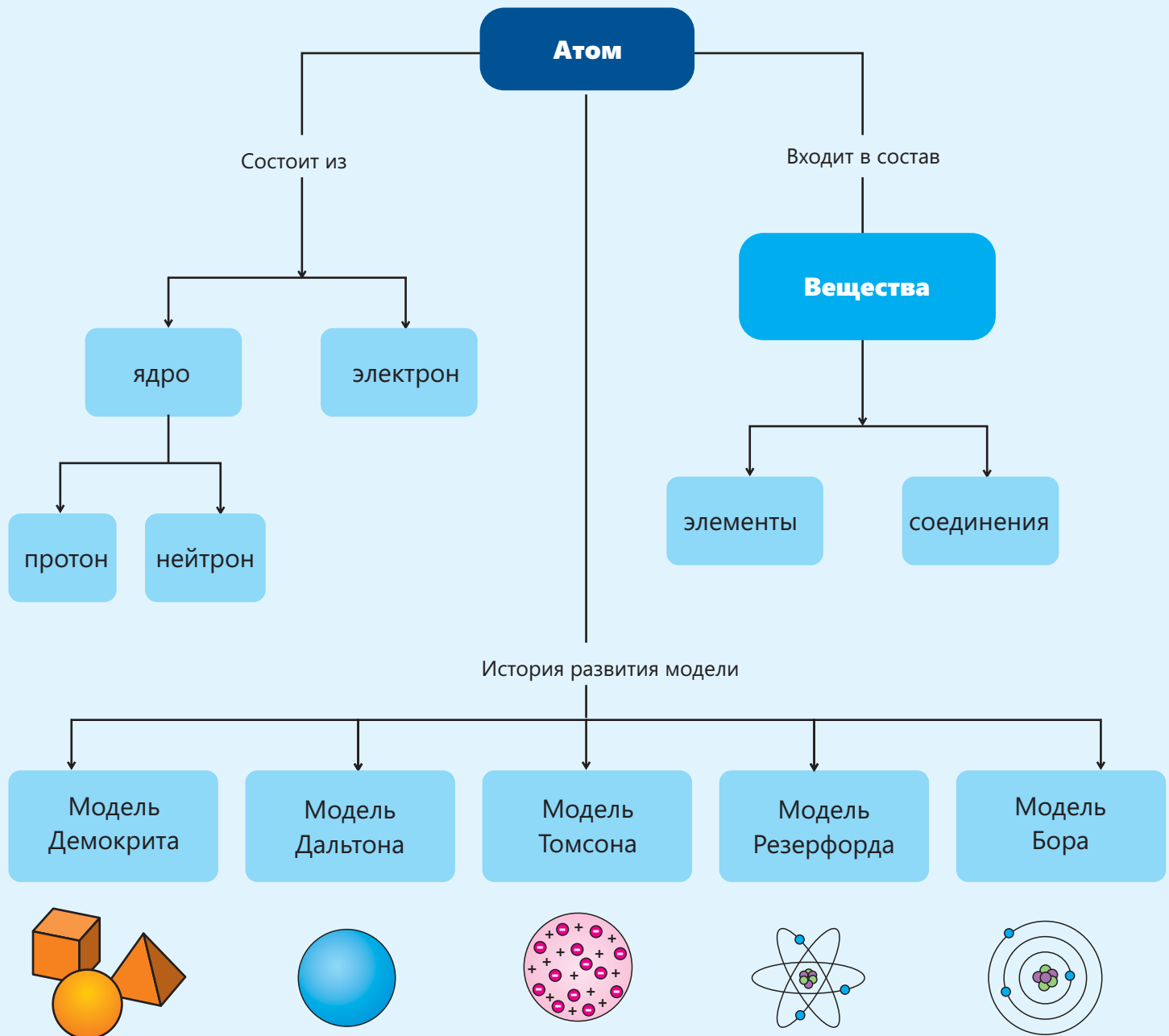


▲ Сканирующий туннельный микроскоп



▲ Изображение, полученное с помощью туннельного микроскопа

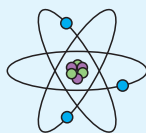
# Заключение



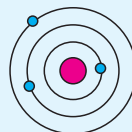
# Обобщающие задания

## 1. Установите соответствия:

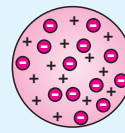
1. Модель Томсона
2. Модель Резерфорда
3. Модель Бора



a



b



c

## 2. Какую цель преследовал Резерфорд, проводя опыт с альфа-частицами?

- a) Проверить верность модели атома Бора;
- b) Проверить верность модели атома Томсона;
- c) Проверить верность модели атома Резерфорда.

## 3. Что из перечисленного называется “планетарной моделью атома”?

- a) Модель Томсона
- b) Модель Резерфорда
- c) Модель Бора
- d) Модель Дальтона

## 4. Какие из нижеследующих утверждений относятся к модели атома Нильса Бора?

- a) В центре атома находится положительно заряженное ядро, а вокруг ядра вращаются отрицательно заряженные электроны.
- b) Атомы – маленькие неделимые частицы.
- c) Положительные и отрицательные заряды равномерно распределены внутри атома.
- d) Электроны вращаются вокруг ядра по орбитам определённого радиуса.

## 5. Какие выводы были получены из опыта Резерфорда?

- a) Внутри атома имеется пустота.
- b) Атом заряжен положительно.
- c) Большая часть массы атома сосредоточена в центре атома.
- d) Атом имеет форму заполненного шарика, внутри нет пустого пространства.

## 6. Определите соответствия:

a

Нейтральный

b

Положительно  
заряженный

c

Отрицательно  
заряженный

1. атом; 2. электрон; 3. протон; 4. нейтрон; 5. ядро.

**7. Что из перечисленного входит в состав ядра?**

- а) электрон; б) протон; в) атом; г) нейтрон.

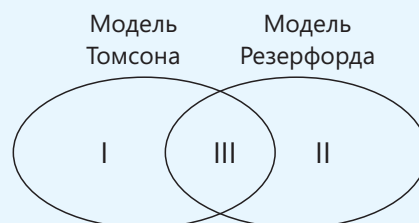
**8. На основании какого наблюдения в своем эксперименте Резерфорд пришел к выводу, что большая часть массы атома сосредоточена в ядре?**

- а) Альфа-частицы могут проходить через золотую пластинку.  
б) Альфа-частицы, проходящие через золотую пластинку, заставляют поверхность кольца сиять.  
в) Некоторые альфа-частицы отражались от золотой пластинки.  
г) Ни одна альфа-частица не меняет направления.

**9. Почему Резерфорд в своём опыте использовал кольцо, поверхность которого светилась от ударов альфа-частиц?**

**10. Отметьте соответствующие пункты на диаграмме Эйлера-Венна.**

1. В центре атома располагается положительное ядро, а вокруг ядра вращаются отрицательно заряженные электроны.  
2. Электрический заряд атома равен нулю.  
3. Электроны вращаются вокруг ядра по произвольным орбитам.  
4. Вещества состоят из атомов.  
5. Электроны расположены внутри положительно заряженного вещества.



**11. Бактерию, изображенную на рисунке, можно представить приблизительно в форме цилиндра. Высота этого цилиндра равна 2 мкм, а диаметр основания равен 0,5 мкм.**

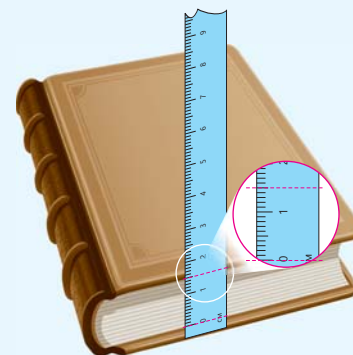
Длина грифеля карандаша равна 15 см, а диаметр равен 2 мм. Вычислите, во сколько раз длина и диаметр грифеля карандаша больше длины и диаметра бактерии.



**12. Диаметр атома углерода равен приблизительно 0,15 нм. Во сколько раз диаметр шаровидной бактерии диаметром 1,5 мкм больше диаметра атома углерода?**

**13. Толщина книги, состоящей из 200 страниц, равна 1,5 см.**

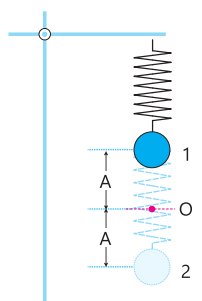
- а) Вычислите толщину одного листа книги.  
б) Можно ли точно измерить толщину листа линейкой? Обоснуйте свой ответ.  
в) Сколько атомов углерода может поместиться на расстоянии, равном толщине книжной страницы? (Принять диаметр атома углерода равным 0,15 нм)





# Словарь

**Амплитуда** – наибольшее расстояние, на которое отклоняется груз маятника от положения равновесия во время колебания.



**Атом** – мельчайшая частица элемента.

**Векторная величина** – величина, обладающая и численным значением, и направлением.

**Весы** – прибор для измерения массы тела.

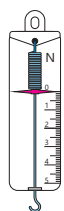


**Вольтметр** – прибор для измерения напряжения.



**Движение** – изменение положения тела относительно других тел с течением времени.

**Динамометр** – прибор для измерения силы.

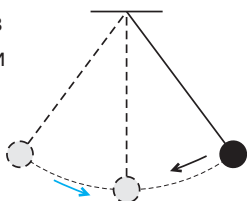


**Измерительная лента** – прибор для измерения длины.

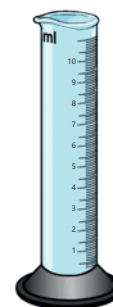


**Колебательное движение** – повторяющееся движение около состояния равновесия.

**Маятник** – система, состоящая из груза, прикреплённого к нити или пружине, совершающая периодическое движение.



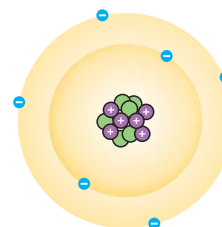
**Мензурка** – прибор для измерения объёма мелких твёрдых тел или жидкостей.



**Модель** – простейшее описание какого-либо процесса, явления или тела.

**Модель атома** – упрощённая модель, используемая для описания строения атома.

**Модель атома Бора** – модель, представляющая атом как систему, состоящую из положительного ядра и электронов, вращающихся по определённым орбитам вокруг ядра.



**Научный метод** – метод, применяемый для изучения природы, состоящий из этапов наблюдения и постановки вопроса, предположения, опыта и обмена информацией.

**Основные единицы** – единицы, выражающиеся самостоятельно, без использования других единиц.

**Погрешность** – ошибка измерения, причиной которой служит неточность прибора.

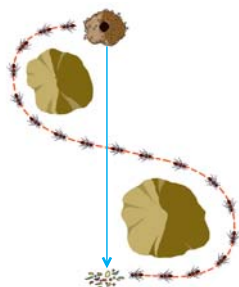
**Периодическое движение** – движение, повторяющееся за равные промежутки времени.

**Периодическое колебательное движение** – периодическое движение, повторяющееся около положения равновесия.

**Период обращения** – время, затраченное на один полный оборот при равномерном движении по окружности.

**Производные единицы** – единицы, выражаемые основными единицами.

**Перемещение** – вектор, соединяющий начальное и конечное положение траектории движения тела.



**Положение равновесия** – положение, в котором маятник неподвижен.



**Путь** – длина траектории.

**Путевая скорость** – скалярная величина, равная отношению пройденного пути ко времени его прохождения.

**Прямолинейное переменное движение** – движение тела, которое за равные промежутки времени проходит разные расстояния по прямой.

**Прямолинейное равномерное движение** – движение тела, которое за равные промежутки времени проходит равные расстояния по прямой.

**Прямолинейное движение** – движение тела, траектория которого является прямой линией.



**Размер атома** – диаметр орбиты самого удалённого от ядра электрона.

**Секундомер** – прибор для измерения времени.



**Скалярные величины** – величины, обладающие лишь численным значением.

**Спидометр** – прибор для измерения скорости.

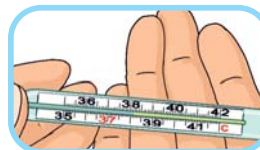


**Скорость по перемещению** – векторная величина, равная отношению перемещения ко времени, затраченному на это перемещение.

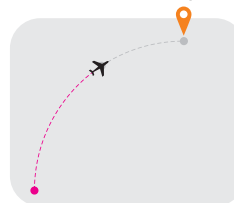
**Средняя скорость** – величина, равная отношению всего пути к полному времени, затраченному на этот путь.

**Строение атома** – понятие, демонстрирующее то, что атом состоит из протонов, электронов и нейтронов.

**Термометр** – прибор для измерения температуры.



**Траектория** – линия, по которой движется тело.



**Ускорение** – величина, равная отношению изменения скорости ко времени этого измерения.

**Физика** – наука, изучающая природу, название которой в переводе с греческого (гр. *physis*) означает "природа".

**Физические величины** – измеряемое или вычисляемое свойство тела или явления.

**Частота обращения** – число полных оборотов за единицу времени при равномерном движении по окружности.

**Явление** – изменения, происходящие в природе.

## BURAXILIŞ MƏLUMATI

Ümumi təhsil müəssisələrinin 7-ci sinifləri üçün  
fizika fənni üzrə dərslik (1-ci hissə)  
Rus dilində

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər Yalçın İslamzadə  
Anar Allahverdiyev  
Dünyamalı Məmmədov

Tərcümə Mehriban Bağirova  
İxtisas redaktoru Oqtay Həsənov  
Dil redaktoru Aygün Əliyeva  
Bədii redaktor Taleh Məlikov  
Texniki redaktor Zeynal İsayev  
Dizayner Taleh Məlikov  
Rəssam Fərid Quliyev  
Korrektor Olqa Kotova

Məsləhətçi

Şakir Nağıyev – fizika üzrə elmlər doktoru, professor

Rəyçilər

Həsən Hüseynli – ADA Məktəbi, fizika müəllimi, fizika üzrə fəlsəfə doktoru

Gülər Xasıyeva – 158 №-li tam orta məktəb, fizika müəllimi, fizika üzrə fəlsəfə doktoru

© Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin qrif nömrəsi: 2024-058

Müəlliflik hüquqları qorunur. Xüsusi icazə olmadan bu nəşri və yaxud onun hər hansı bir hissəsini yenidən çap etdirmək, surətini çıxarmaq, elektron informasiya vasitələri ilə yaymaq qanuna ziddir.

ISBN 978-9952-550-10-8

Hesab-nəşriyyat həcmi: 9,8. Fiziki çap vərəqi: 11,0. Səhifə sayı: 88.  
Kəsimdən sonra: 220 × 275. Kağız formatı: 57 × 90 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Şrift və ölçüsü: Segoe, 12pt.  
Ofset çapı. Sifariş\_\_\_\_. Tiraj: 16 300. Pulsuz. Bakı – 2024

Əlyazmanın yığıma verildiyi və çapa imzalandığı tarix: 11.07.2024

Çap məhsulunu hazırlayan:  
Azərbaycan Respublikasının Təhsil İnstitutu (Bakı ş., A.Cəlilov küç., 96).

Çap məhsulunu istehsal edən:  
"Şərq-Qərb" ASC (Bakı, Aşıq Ələsgər küç. 17).

# Pulsuz



## Əziz məktəbli !

Bu dərslik sizə Azərbaycan dövləti tərəfindən bir dərs ilində istifadə üçün verilir. O, dərs ili müddətində nəzərdə tutulmuş bilikləri qazanmaq üçün sizə etibarlı dost və yardımçı olacaq.

İnanırıq ki, siz də bu dərsliyə məhəbbətlə yanaşacaq, onu zədələnməldən qoruyacaq, təmiz və səliqəli saxlayacaqsınız ki, növbəti dərs ilində digər məktəbli yoldaşınız ondan sizin kimi rahat istifadə edə bilsin.

Sizə təhsildə uğurlar arzulayırıq!

