Химия

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

9

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ



Эльшад Абдуллаев
Эльмар Иманов
Фатали Гусейнов

Химия
МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

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

9

©Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi

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

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

İstinad zamanı nəşrin müəllif(lər)inin adı göstərilməlidir.

Nəşrdən kommersiya məqsədilə istifadə qadağandır.

Törəmə nəşrlər orijinal nəşrin lisenziya şərtlərilə yayılmalıdır.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
Стандарты содержания по предмету химия для IX класса 4
Планирование на I полугодие 5
Планирование на II полугодие 6
Раздел 1. Количество вещества 7
Раздел 2. Расчёты по химическим формулам и уравнениям 32
Раздел 3. Термохимия 50
Раздел 4. Металлы 74
Раздел 5. Воздух и вода 97
Раздел 6. Неметаллы 120
Раздел 7. Органические соединения 148

Введение

Учебный комплект по предмету Химия состоит из учебника, рабочей тетради (РТ) и методического пособия. Учебник содержит учебные материалы, обеспечивающие реализацию содержательных стандартов в куррикулуме по предмету Химия для 9-го класса. Методическое пособие состоит из введения, в котором разъясняются содержательные линии, стандарты, подстандарты (результаты обучения) и методы планирования урока по предмету Химия для 9-го класса, и основной части, в которой представлены краткие обзоры разделов учебника, схемы и принципы работы с учебными материалами. Рабочая тетрадь содержит задания для оценивания по темам, разделам и полугодиям.

В ходе изучения химии учащиеся узнают о веществах, существующих в окружающем нас мире, их составе, строении, получении, свойствах, применении, превращениях и изменениях, наблюдаемых в ходе этих превращений, значении превращений и их влиянии на окружающую среду. При этом они приобретают такие компетенции, как выбор и применение понятий и концепций, личная и социальная ответственность, непрерывное обучение, интеллектуальный интерес, самоориентирование, терпение, продуктивность, саморегуляция, самоконтроль, общение, сотрудничество, групповая работа, лидерство, презентация, критическое мышление, решение проблем, анализ, обоснование, интерпретация, принятие решений, адаптивное обучение, креативность (творческие навыки).

В ходе преподавания химии учителя могут использовать различные эффективные методы с учётом целей обучения и уровня знаний и потребностей учащихся. Для рациональной организации процесса целесообразно применение таких действенных подходов к преподаванию, как прямое обучение, обучение на основе запросов, совместное обучение, проблемно-центрированное обучение, чтение для обучения, проектное обучение, практическая работа, составление карты понятий и др.

Темы в учебнике изложены в последовательности, соответствующей этапам модели 5E («Мотивация» (Engage), «Исследование» (Explore), «Объяснение» (Explain), «Закрепление» (Elaborate) и «Оценивание» (Evaluate)), а обучение происходит не напрямую, а путем разделения процесса на определенные этапы.

Учащиеся:

- на этапе “Мотивация“ вовлекаются в обсуждение с помощью знакомой ситуации и относящихся к ней вопросов;
- на этапе “Исследование“ выполняют практические работы в целях получения ответов на вопросы из блоков “Деятельность” и “Подумай·Обсуди·Поделись”;
- на этапе “Объяснение“слушают обобщение учителем знаний, полученных ими на этапах мотивации и деятельности, и объяснение новой темы;
- на этапе “Закрепление” отвечают на вопросы, решают задачи и выполняют задания, представленные под заголовком “Примените полученные знания”;
- на этапе “Оценивание“ с помощью вопросов и заданий , представленных под заголовком “Проверьте полученные знания”, измеряют уровень усвоения темы.

Блоки «Знаете ли вы?» включены в учебные темы для представления учащимся интересных фактов и информации о природе, истории науки, повседневной жизни и технологиях.

В структуре раздела после изложения каждой темы последовательно представлены блоки “Наука, технология, жизнь”, “Проект”, “Заключение” и “Обобщающие задания”. В блоке “Наука, технология, жизнь” приводятся материалы для чтения об эволюции знаний, связанных с темой раздела, их применении и возможных направлениях развития. Эти материалы не считаются оценочными, они предназначены лишь для формирования у учащихся навыков чтения и демонстрации усвоенных знаний. Недопустимо использование этих материалов при составлении средств оценивания.

В блоке «Проект» учащиеся применяют свои теоретические знания к реальным примерам из жизни, создают модели и демонстрируют свои аналитические навыки. В этом блоке осуществляется интеграция с предметом Химия определенных знаний и навыков, приобретенных ими при изучении других предметов. Некоторые из проектов выполняются учащимися самостоятельно дома, а результаты этих проектов обсуждаются на уроках.

В блоке «Заключение» изученные в разделе важные понятия и сведения обобщаются в схемах и картах понятий. Это помогает учащимся усвоить материал в обобщенном и взаимосвязанном виде.

В блоке “Обобщающие задания” представлены вопросы и задания по всем темам, изученным в разделе. По выполнению учащимися этих вопросов и заданий измеряется уровень достижения учащимися результатов обучения.

Как и темы в учебнике, разделы методического пособия, содержащие краткие обзоры тем, рабочие схемы и принципы работы с учебными материалами, подготовлены в соответствии с моделью 5E. В конце каждого раздела представлено оценивание. На основе проведенного оценивания преподаватели выявляют трудности, с которыми сталкиваются учащиеся, стараются определить слабые стороны в процессе обучения и одновременно с этим выясняют с помощью определённых стандартов уровень знаний и навыков учащихся. Объективное оценивание образовательного процесса достигается при условии всесторонней и точной реализации этого процесса на основе заранее определенного плана и правильного выбора критериев, методов и стратегии в соответствии с поставленной целью.

Стандарты содержания по предмету *химия* за IX класс

Вещества и превращения, их значение

Учащийся:

9-1.1. Объясняет свойства металлов и неметаллов.

9-1.1.1. Объясняет свойства элементов 1-й группы периодической таблицы.

9-1.1.2. Описывает общие свойства переходных металлов.

9-1.1.3. Описывает способы получения металлов из их минералов.

9-1.1.4. Объясняет свойства элементов 17-й группы периодической таблицы.

9-1.1.5. Описывает некоторые свойства кальция, алюминия, водорода,кислорода, серы, азота, углерода, фосфора, кремния.

9-1.1.6. Описывает получение, свойства и применение серы, азота и углерода.

9-1.1.7. Описывает использование азотных, калийных и фосфорных удобрений.

9-1.1.8. Объясняет суть производства стекла.

9-1.1.9. Объясняет роль круговорота углерода в природе и причины глобального потепления.

9.1.2. **Объясняет строение, свойства и применение органических соединений.**

9-1.2.1. Описывает области применения и процессы переработки природного газа, нефти и каменного угля.

9-1.2.2. Описывает состав, строение, общие свойства и применение алканов, алкенов, спиртов и карбоновых кислот.

Химические расчёты

Учащийся:

9-4.1. Осознаёт физический смысл понятия “моль” и использует его при соответствующих расчётах.

9-4.1.1. Различает понятия относительной атомной массы (A_r), относительной молекулярной массы (M_r) и молярной массы.

9-4.1.2. Разъясняет понятия количества вещества, моля, молярного объёма.

9-4.1.3. Рассчитывает плотность и относительную плотность газов на основании их молярной массы.

9-4.1.4. Рассчитывает массовую долю (в процентах) и массовое отношение элементов в веществах.

9-4.2. Рассчитывает количество реагирующих веществ и продуктов реакции.

9-4.2.1. Рассчитывает на основе стехиометрии количество реагирующих веществ и продуктов реакции. 9-4.2.2. Рассчитывает выход (в процентах) продукта реакции и степень чистоты (в процентах) исходных веществ.

9-4.2.3. Проводит расчёты, используя изменение энтальпии реакции, теплóты образования и сгорания.

9-4.2.4. Рассчитывает энергетическую ценность пищи.

Планирование на I полугодие

Тема №	Тема	Содержание (подстандарты)	Часы
Раздел 1. Количество вещества			
1.1	Относительная атомная масса и относительная молекулярная масса	9-4.1.1	2
1.2	Количество вещества	9-4.1.2	3
1.3	Молярная масса	9-4.1.2	3
1.4	Молярный объём. Закон Авогадро	9-4.1.2	3
1.5	Плотность газов и относительная плотность	9-4.1.3	3
	Наука, технология, жизнь		1
	Проект		1
	Заключение и повторение раздела		1
	Малое суммативное оценивание (МСО)-1		1
	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛУ		**18**
Раздел 2. Расчёты по химическим формулам и уравнениям			
2.1	Массовая доля и массовое отношение	9-4.1.4	3
2.2	Вывод простейших и истинных формул	9-4.1.4	2
2.3	Расчёты по химическим уравнениям	9-4.2.1	3
2.4	Выход химической реакции	9-4.2.2	3
	Наука, технология, жизнь		1
	Проект		1
	Заключение и повторение раздела		1
	Малое суммативное оценивание (МСО)-2		1
	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛУ		**15**
Раздел 3. Термохимия			
3.1	Энтальпия	9-4.2.3	3
3.2	Измерение теплоты	9-4.2.3	3
3.3	Изменение стандартной энтальпии. Закон Гесса	9-4.2.3	3
3.4	Энергия связи	9-4.2.3	2
3.5	Расчёт энергетической ценности продуктов питания	9-4.2.4	2
	Наука, технология, жизнь		1
	Проект		1
	Заключение и повторение раздела		1
	Малое суммативное оценивание (МСО)-3		1
	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛУ		**17**
	Большое суммативное оценивание (БСО)-1		1
	ВСЕГО ПО I ПОЛУГОДИЮ		**51**

Планирование на II полугодие

Тема №	Тема	Содержание (подстандарты)	Часы
Раздел 4. Металлы			
4.1	Общая характеристика металлов	9-1.1.3	2
4.2	Щелочные металлы	9-1.1.1	2
4.3	Кальций. Жёсткость воды	9-1.1.5	2
4.4	Переходные элементы. Производство чугуна и стали	9-1.1.2	2
4.5	Коррозия	9-1.1.2	2
	Наука, технология, жизнь		1
	Проект		1
	Заключение и повторение раздела		1
	Малое суммативное оценивание (МСО)-4		1
	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛУ		**14**
Раздел 5. Воздух и вода			
5.1	Воздух	9-1.1.5	2
5.2	Загрязнение воздуха	9-1.1.5	2
5.3	Вода	9-1.1.5	2
5.4	Парниковые газы и глобальное потепление	9-1.1.5	2
	Наука, технология, жизнь		1
	Проект		1
	Заключение и повторение раздела		1
	Малое суммативное оценивание (МСО)-5		1
	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛУ		**12**
Раздел 6. Неметаллы			
6.1	Галогены	9-1.1.4	2
6.2	Водород, азот и аммиак	9-1.1.5, 9-1.1.6	2
6.3	Удобрения	9-1.1.7	2
6.4	Сера и её соединения	9-1.1.6	2
6.5	Углерод и его соединения	9-1.1.6, 9-1.1.8, 9-1.1.9	2
	Наука, технология, жизнь		1
	Проект		1
	Заключение и повторение раздела		1
	Малое суммативное оценивание (МСО)-6		1
	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛУ		**14**
Раздел 7. Органические соединения			
7.1	Фоссильное топливо	9-1.2.1	2
7.2	Углеводороды. Крекинг	9-1.2.2	2
7.3	Спирты и карбоновые кислоты	9-1.2.2	2
	Наука, технология, жизнь		1
	Проект		1
	Заключение и повторение раздела		1
	Малое суммативное оценивание (МСО)-7		1
	ВСЕГО ПО РАЗДЕЛУ		**10**
	Большое суммативное оценивание (БСО)-2		1
	ВСЕГО ПО II ПОЛУГОДИЮ		**51**

1-й РАЗДЕЛ

Количество вещества

№ темы	Название	Коли-чество часов	Учебник (стр.)	Рабочая тетрадь (стр.)
Тема 1.1	Относительная атомная масса и относительная молекулярная масса	2	8	3
Тема 1.2	Количество вещества	3	13	7
Тема 1.3	Молярная масса	3	19	11
Тема 1.4	Молярный объём. Закон Авогадро	3	23	15
Тема 1.5	Плотность газов и относительная плотность	3	27	19
	Наука, технология, жизнь	1	31	
	Проект	1	32	
	Обобщающий урок (заключение и обобщающие задания)	1	34	22
	МСО-1	1		
	ВСЕГО	**18**		

Краткий обзор раздела

В этом разделе учащиеся ознакомятся с такими понятиями, как “относительная атомная масса”, “относительная молекулярная масса”, “относительная формульная масса”, “количество вещества”, “молярная масса”, “молярный объём” и “относительная плотность”, научатся рассчитывать относительную молекулярную массу и относительную формульную массу веществ, осмыслят сущность понятия “моль” — основной единицы измерения количества вещества, установят взаимосвязь между количеством вещества, массой, объёмом и числом молекул, научатся находить остальные величины по одной известной величине, рассчитывать плотность газов, а также относительную плотность одного газа по отношению к другому газу. Эти знания позволят учащимся с точностью определять количества веществ, а при изучении последующих разделов — правильно выполнять химические расчёты и анализировать количественные характеристики различных химических процессов. Из рубрики “Наука, технология и жизнь” учащиеся узнают о научной деятельности Амедео Авогадро, о формировании понятия ”моль” и его значении для химической науки, а также проведут дискуссии на эту тему. В разделе “Проект” учащиеся, опираясь на понятия ”количество вещества”, ”молярная масса” и ”молярный объём”, будут определять количественные характеристики процессов, происходящих в повседневной жизни, и улучшат тем самым свои вычислительные навыки, продемонстрируют практическое значение химии, будут проводить расчёты на основе выбранных образцов топлива и сравнивать полученные результаты с литературными данными и информацией из интернет-ресурсов, проведут статистические анализы, связанные с охраной окружающей среды.

Введение в раздел

Во вводной части раздела приводится информацию о некоторых научных исследованиях английского учёного Джона Дальтона. Представляя этот раздел, учитель сообщает учащимся, что Дальтон впервые ввёл в химию понятие “относительная атомная масса”, и концентрирует их внимание на том, что это понятие в дальнейшем проложило путь для проведения химических расчётов. Затем учитель обращается к классу с вопросом: ”*Массы атомов разных элементов различны. Для чего является важным сравнение масс веществ*?” В результате обсуждения выявляется, что сравнение масс веществ используется при проведении различных расчётов. Обсуждение продолжается вопросом: ”*Какие возможности, по вашему мнению, даёт нам изучение веществ посредством математических закономерностей*?” На этот вопрос учащиеся могут отвечать по-разному. Наиболее подходящими могут быть ответы “определять количество вещества”, “рассчитать массу вещества”, “рассчитать, какая масса потребуется для проведения реакции”, “заранее прогнозировать, сколько продукта будет получено в ходе реакции” и т.д. Обсуждение завершается очередным вопросом: ”*Что вы понимаете под выражением*

“количество вещества”?” На него учащиеся могут ответить: “масса вещества”, “масса объёма”, “число частиц, из которых состоит вещество”. Учитель сообщает учащимся, что данный раздел будет в основном посвящён химическим расчётам и переходит к объяснению первой темы раздела.

Тема 1.1

Относительная атомная масса и относительная молекулярная масса (2 часа)

- **Учебник:** стр. 8
- **Рабочая тетрадь:** стр. 3

Подстандарты	9-4.1.1
Цели обучения	Понимает сущность понятия “относительная атомная масса” Рассчитывает относительную атомную массу на основании распространения изотопов в природе Рассчитывает относительную молекулярную массу Различает понятия “относительная молекулярная масса” и “относительная формульная масса” Рассчитывает относительную формульную массу
Навыки XXI века	Навык критического мышления, умение корректировать существующие пути решения, умение обосновывать своё мнение, навык обдумывания путей решения проблемы
Вспомогательные средства	Периодическая таблица
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Объяснение смысла и значения использования относительной массы для выражения массы атома вместо его истинной массы.

Объяснение. Объяснение сущности понятия “относительная атомная масса”, расчёт относительной атомной массы, исходя из распространения изотопов в природе, расчёт относительной молекулярной массы и относительной формульной массы, различение (дифференциация) между понятиями “относительная молекулярная масса” и “относительная формульная масса”.

Исследование. Расчёт относительной атомной массы на основе различных “стандартов”.

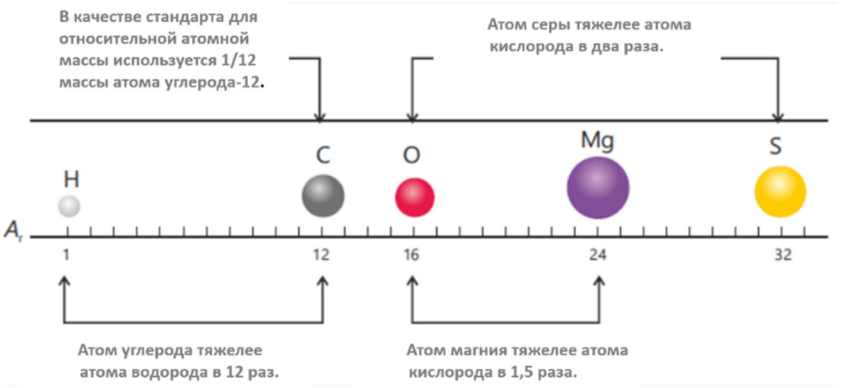
Закрепление. Учебник: зад. №1-3. РТ: №1-12.

Оценивание. Понимание сущности понятия “относительная атомная масса”, расчёт относительной атомной массы на основании распространения изотопов в природе, расчёт относительной молекулярной массы и относительной формульной массы, различение понятий “относительная молекулярная масса” и “относительная формульная масса”.

МОТИВАЦИЯ Учитель знакомит учащихся с информацией, представленной во вводной части темы. Описанную в этой части ситуацию можно также организовать в классе в наглядной форме. Учитель приносит в класс камешки разного размера и просит учащихся сравнить их массы. Для этого он предлагает взять в качестве «эталона» один из камешков. Исходя из массы выбранного камешка, учащиеся определяют массу всех остальных. Затем инициируется обсуждение вопроса: “*В чем преимущество выбора ”единицы выборки” для проведения сравнения*?” Учащиеся приходят к выводу: как все величины имеют единицу измерения, так и для данной величины должна быть выбрана такая единица. В таком случае все камешки сравниваются с одной и той же “мерой”, то есть масса каждого камешка оценивается относительно одной и той же единицы, что упрощает сравнение их масс. Обсуждение продолжается вопросом *“Если мы изменим ”единицу выборки”, изменятся ли также определяемые нами числа?”* В результате обсуждения

устанавливается, что эти числа изменятся, поскольку при изменении единицы измерения “значение” массы камешка относительно этой единицы также изменяется. Например, камешек, масса которого относительно предыдущей “меры” составляла 3 единицы, может составлять 6 единиц, 1,5 единицы, 0,5 единиц и т. д. в зависимости от новых выбранных “мер” (единиц измерения). Однако истинная масса камешка в этом случае не меняется, мы всего лишь выражаем её в другой единице измерения. Здесь учитель переводит обсуждение к химическому аспекту вопроса. Он напоминает учащимся, что атомы чрезвычайно малы, и обращается к ним с вопросами: *“Возможно ли использование данного метода для расчёта массы атомов? Что бы вы предложили для этого?”* Учащиеся отвечают: ”Да, возможно. Поскольку атомы чрезвычайно малы, мы не можем определить их массу. Поэтому для сравнения массы атомов мы можем выбрать один из атомов в качестве “эталона”, а затем массы всех прочих атомов сравнивать с этим стандартом”. По завершении обсуждения учитель переходит к следующему этапу урока.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель сообщает учащимся, что за стандарт для выражения массы различных атомов принимается 1/12 массы атома изотопа углерода-12, и отмечает, что величина, полученная в результате сравнения, называется “относительной атомной массой”. Затем учитель акцентирует внимание учащихся на блоке “Знаете ли вы?” Он ссылается на приведённую в этом блоке истинную массу атома углерода ($1{,}99 \cdot 10^{-23}$ г), и подчёркивает, что в выражении “относительная атомная масса” слово “относительная” как раз указывает на то, что оно не относится к истинной массе и рассчитывается как отношение массы одного атома к массе другого атома. Так, он отмечает, что поскольку масса атома водорода равна 1/12 массы атома углерода-12, то $A_r(H)=1$, а масса атома кислорода в 16 раз больше 1/12 массы атома углерода-12, следовательно $A_r(O)=16$. Далее учитель напоминает ученикам об изложенном во введении материале, поясняя, что массы атомов элементов можно сравнивать на основании их относительных атомных масс, и обращает внимание учеников на приведённую в учебнике схему.



Используя данную схему, учащиеся сравнивают истинные массы элементов, исходя из их относительных атомных масс. Аналогично можно сравнивать и массы элементов, не представленных на данной схеме, к примеру, массы кислорода и гелия, кремния и азота, меди и кислорода и т.д. Затем учитель напоминает учащимся, что многие встречающиеся в природе элементы представляют собой смесь изотопов, и отмечает, что относительная атомная масса элементов рассчитывается как среднее значение массовых чисел изотопов с учётом их распространённости в природе. В этой связи учащиеся вспоминают понятие “среднее массовое число”, с которым они познакомились по учебнику “Химия” для 7 класса (I часть, стр.43). Учащиеся самостоятельно выполняют задания из блока “Примеры” и вычисляют относительную атомную массу хлора. Затем они формулируют более точное определение относительной атомной массы (“Относительная атомная масса — это отношение среднего массового числа изотопов элемента к 1/12 массы атома углерода-12”) и отмечают, что массовое число (A) относится к отдельному атому, а относительная атомная масса – к смеси природных изотопов. Учитель отмечает, что относительные атомные массы наиболее часто используемых в заданиях элементов представлены в учебнике (стр. 10).

ИССЛЕДОВАНИЕ Учитель направляет внимание учащихся на блок “Деятельность”. В этом блоке представлены расчёты относительных атомных масс при условии выбора различных “стандартов”. На основе этих расчётов учащиеся дополняют приведённые таблицы. Например, если в качестве стандарта выбран атом гелия-4, для ведения расчётов сначала определяется коэффициент k=12/4=3, и все относительные атомные массы умножаются на 3.

a. Относительно гелия-4 в качестве стандарта:

Элемент	A_r в периодической таблице	A_r относительно нового стандарта	Элемент	A_r в периодической таблице	A_r относительно нового стандарта
H	1	3	S	32	96
C	12	36	Cl	35,5	106,9
N	14	42	K	39	117
O	16	48	Ca	40	120
Na	23	69	Fe	56	168
Mg	24	72	Br	80	240

b. Относительно кислорода-16 в качестве стандарта (k=3/4):

Элемент	A_r в периодической таблице	A_r относительно нового стандарта	Элемент	A_r в периодической таблице	A_r относительно нового стандарта
H	1	0,75	S	32	24
C	12	9	Cl	35,5	26,625
N	14	10,5	K	39	29,25
O	16	12	Ca	40	30
Na	23	17,25	Fe	56	42
Mg	24	18	Br	80	60

c. Относительно кальция-40 в качестве стандарта (k=3/10):

Элемент	A_r в периодической таблице	A_r относительно нового стандарта	Элемент	A_r в периодической таблице	A_r относительно нового стандарта
H	1	0,3	S	32	9,6
C	12	3,6	Cl	35,5	10,65
N	14	4,2	K	39	11,7
O	16	4,8	Ca	40	12
Na	23	6,9	Fe	56	16,8
Mg	24	7,2	Br	80	24

Далее учитель организует обсуждение на основе вопросов, представленных в этом блоке.

1. При выборе какого “стандарта” принятые относительные атомные массы элементов уменьшатся в два раза?

[Ответ. В этом случае k=1/2. 1/2=12/A_r(стандарта), отсюда A_r(стандарта)=24. Этот элемент – магний.]

2. Чему будут равны относительные атомные массы элементов, если за “стандарт“ принять $\frac{1}{14}$ массы атома азота? Обоснуйте свой ответ.

[Ответ. Если в качестве “стандарта” вместо $\frac{1}{12}$ массы изотопа углерода-12 взять $\frac{1}{14}$ массы изотопа азота-14, при расчёте получится то же самое число, следовательно результат не изменится.]

3. Если относительные массы для молекул рассчитываются так же, как и для атомов, т.е. по

отношению к $\frac{1}{12}$ массы атома ^{12}C, то каковы значения относительных молекулярных масс H_2O, SO_2 , NH_3 и H_2SO_4?

[Ответ.

Для H_2O – 1+1+16=18.
Для SO_2 – 32+16+16=64.
Для NH_3 – 14+1+1+1=17.
Для H_2SO_4 – 1+1+32+16+16+16+16=98.]

4. Рассчитайте эту величину для O_2 , CO_2 и H_3PO_4, приняв за "стандарт" ^4He.
[Ответ.
При выборе в качестве "стандарта" $\frac{1}{12}$ массы атома углерода-12 относительная молекулярная масса O_2 равна 16+16=32. Тогда при выборе гелия имеем k=3, и искомая величина составит 32 · 3=96. Соответственно для CO_2 (12+16+16=44) получим 44 · 3=132, а для H_3PO_4 (1+1+1+31+16+16+16+16= 98); 98 · 3=294.]

ОБЪЯСНЕНИЕ Затем учитель акцентирует внимание учащихся на вопросе 3 из блока «Деятельность» и поясняет, что для молекул это число называется "относительной молекулярной массой". Учитель отмечает, что относительная молекулярная масса вещества равна сумме относительных атомных масс атомов, входящих в состав его молекулы. Затем он записывает на доске формулы различных веществ (N_2, P_4, S_8, N_2O, SO_3, P_2O_3, N_2O_5, $HClO_3$, H_2CO_3, $H_4P_2O_7$ и др.) и предлагает рассчитать их относительные молекулярные массы, проверяет индивидуально ответы учащихся и, если возникает необходимость, даёт пояснения. Затем учитель напоминает, что понятие "относительной молекулярной массы" относится к молекулам, а химические соединения с ионными связями не существуют в виде молекул. Он доводит до их внимания, что по этой причине для ионных соединений вместо понятия "относительная молекулярная масса" используется понятие "относительная формульная масса". Учитель записывает на доске формулы различных веществ (CaO, Na_2O, Al_2O_3, MnO_2, K_2CO_3, Na_3PO_4, $Ca(NO_3)_2$, $Al_2(SO_4)_3$, $Ca_3(PO_4)_2$ и др.) и предлагает в таком же порядке рассчитать их относительные формульные массы.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики "Примените полученные знания". В этом блоке представлены три задания.

1. Используя приведённые данные по распространённости изотопов, рассчитайте относительныеатомные массы элементов.14
a) Бор: 20% B-10 и 80% B-11
b) Медь: 69% Cu-63 и 31% Cu-65
[Ответ.
a) (20 · 10 + 80 · 11)/100 = 1080/100 = 10,8
b) (63 · 69 + 65 · 31)/100 = 6362/100 = 63,62.]

2. Элемент хлор состоит из изотопов Cl-35 и Cl-37. Рассчитайте содержание изотопов в природной смеси (в %), зная, что относительная атомная масса элемента равна 35,5.
[Ответ. Допустим, что распространение в природе хлора-35 соответствует x%, а хлора-37 – (100–x)%. Тогда расчёт будет производиться следующим образом:
(35 · x + 37 · (100–x))/100 = 35,5; x = 75%; 100–x=25%.]

3. I. H_2O II. CO_2 III. NaCl IV. $Mg(NO_3)_2$ V. $C_6H_{12}O_6$
a. Для каких из приведённых веществ рассчитывается их относительная молекулярная масса, а для каких – относительная формульная масса?
b. Рассчитайте M_r каждого вещества.
[Ответ.
a. Поскольку H_2O, CO_2 и $C_6H_{12}O_6$ состоят из молекул, для этих веществ используется понятие "относительная молекулярная масса", а NaCl и $Mg(NO_3)_2$ – вещества с ионными связями и не образованы молекулами, поэтому для них используется понятие "относительная формульная масса".
b. $M_r(H_2O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18$
$M_r(CO_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$
$M_r(NaCl) = 23 + 35,5 = 58,5$
$M_r(Mg(NO_3)_2) = 24 + (14 + 3 \cdot 16) \cdot 2 = 148.]$

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленные в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. Что такое “относительная атомная масса”? Почему здесь используется слово “относительная”? *[Ответ. Относительная атомная масса — это отношение среднего массового числа изотопов элемента к 1/12 массы атома ^{12}C. Относительная атомная масса есть отношение масс и не указывает на истинную массу атома, именно поэтому в определении используется слово “относительная”.]*

2. И относительная молекулярная масса, и относительная формульная масса обозначаются как M_r.

В чём состоит их различие?

[Ответ.” Относительная молекулярная масса” относится к веществам, состоящим из молекул. Ионные соединения (соединения с ионными связями) не существуют в виде молекул. Для таких соединений вместо “относительной молекулярной массы” используется понятие “относительная формульная масса”.]

3. У какой из молекул – H_2S или NH_3 – относительная молекулярная масса больше и во сколько раз? Обоснуйте свой ответ расчётом.

[Ответ.

$M_r(H_2S) = 2 \cdot 1 + 32 = 34$

$M_r(NH_3) = 14 + 3 \cdot 1 = 17$

*$34/17 = 2$ (**Относительная молекулярная масса** H_2S больше **относительной молекулярной массы** NH_3 в 2 раза)]*

4. Для каждого вещества рассчитайте его относительную формульную массу.

a. NH_4NO_3 b. $CaCO_3$ c. $Mg_3(PO_4)_2$ d. $Al_2(SO_4)_3$

[Ответ.

$M_r(NH_4NO_3) = 14 + 4 \cdot 1 + 14 + 3 \cdot 16 = 80$

$M_r(CaCO_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$

$M_r(Mg_3(PO_4)_2) = 24 \cdot 3 + (31 + 4 \cdot 16) \cdot 2 = 262$

$M_r(Al_2(SO_4)_3) = 27 \cdot 2 + (32 + 4 \cdot 16) \cdot 3 = 342$]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности понятия “относительная атомная масса”	Мотивация, деятельность, опрос, задание
Расчёт относительной атомной массы на основании распределения изотопов в природе	Опрос, закрепление
Расчёт относительной молекулярной массы и относительной формульной массы	Деятельность, опрос, закрепление, задание
Различение понятий “относительной молекулярной массы” и “относительной формульной массы”	Опрос, закрепление, задание

Тема 1.2

Количество вещества (3 часа)

- **Учебник:** стр. 13
- **Рабочая тетрадь:** стр. 7

Подстандарты	9-4.1.2
Цели обучения	Понимает сущность понятия “количество вещества” На основании количества вещества рассчитывает число частиц Рассчитывает количество вещества, исходя из числа частиц в составе вещества
Навыки XXI века	Интерактивность, обдумывание путей решения проблемы
Вспомогательные средства	Различные плакаты с формулами и заданиями
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Объяснение сущности выражения количества вещества.

Объяснение. Объяснение сущности понятия “количество вещества”, расчёт числа частиц на основании количества вещества, расчёт количества вещества на основании числа частиц, из которых состоит вещество.

Исследование. Проведение различных расчётов на основании количества вещества.

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-10.

Оценивание. Понимание сущности понятия “количество вещества”, проведение расчётов числа частиц на основании количества вещества и количества вещества на основании числа частиц, из которых состоит вещество.

МОТИВАЦИЯ Учитель организует обсуждение с учащимися вопроса, связанного со способом выражения количества предметов в повседневной жизни. Устанавливается, что количество предметов выражается их числом. Например, 3 автомобиля, 15 парт, 100 бутылок воды и т. д. Продолжая дискуссию, он предлагает учащимся выразить количество веществ. Он также рекомендует учитывать при этом агрегатное состояние веществ (твёрдое, жидкое, газообразное). Основываясь на знаниях, полученных при изучении учебников “Природа ” и “Физика”, учащиеся сообщают, что для газов лучшей характеристикой является его объём, для жидкостей — объём и масса, а для твёрдых тел — масса. Например, 40 литров газообразного кислорода, 500 мл воды, 1 кг мёда, 500 г поваренной соли и т. д. Затем учитель обращается к классу с вопросом: “Может ли количество вещества также выражаться числом?” и выслушивает ответы учащихся. Учитель напоминает им, что вещества состоят из различных частиц и их количество может быть определено.

ОБЪЯСНЕНИЕ Обобщив ответы учащихся, учитель знакомит их с понятием “количество вещества”. Сообщает, что эта величина связана с числом частиц, образующих вещество, а в качестве “эталона” используется число $6{,}02 \cdot 10^{23}$ (число Авогадро: N_A), полученное экспериментальным путём при определении числа атомов в 12 граммах изотопа углерода-12 (^{12}C). Затем подкрепляет своё объяснение следующими сведениями: в 1 моль кислорода содержится $6{,}02 \cdot 10^{23}$ молекул O_2, в 1 моль воды – $6{,}02 \cdot 10^{23}$ молекул H_2O, а в 1 моль глюкозы – $6{,}02 \cdot 10^{23}$ молекул $C_6H_{12}O_6$. Дополнительно могут быть представлены и другие примеры (например, 1 моль углекислого газа, 1 моль аммиака, 1 моль этилового спирта и т.д.) Затем учитель доводит до сведения учащихся, что все представленные выше вещества образованы молекулами, поэтому в этих веществах число $6{,}02 \cdot 10^{23}$ выражает число молекул. В дополнение учитель объясняет, что вещества немолекулярного строения состоят не из молекул, а иных частиц, и для таких веществ число Авогадро относится к частицам (атомам, ионам), из которых эти вещества состоят. Например, в 1 моле гелия и 1 моле железа содержится $6{,}02 \cdot 10^{23}$ атомов. Объяснение закрепляется на различных примерах (1 моль неона, 1 моль натрия, 1 моль алмаза, 1 моль графит, 1 моль красного фосфора и т.д.) Далее учитель напоминает учащимся, что вещества с ионной кристаллической решёткой состоят из ионов и поясняет, что для таких веществ

1 моль ионов содержит $6{,}02 \cdot 10^{23}$ ионов. Выявляется, что 1 моль поваренной соли состоит из $6{,}02 \cdot 10^{23}$ ионов Na^+ и $6{,}02 \cdot 10^{23}$ ионов Cl^-, а 1 моль сульфата магния состоит из $6{,}02 \cdot 10^{23}$ ионов Mg^{2+} и $6{,}02 \cdot 10^{23}$ ионов SO_4^{2-}. Объяснение может быть закреплено и на других примерах (1 моль нитрата калия, 1 моль карбоната кальция и др.)

Далее в ходе урока учитель акцентирует внимание учащихся на блоке “Знаете ли вы?” и сообщает им интересную информацию о “Дне моля”. День моля – особый день для любителей химии и связан с весьма важным для химической науки числом Авогадро. Каждый год этот день отмечается 23 октября (10^{23}) с 6:02 до 18:02 (6,02). День моля впервые стал популярен в Соединенных Штатах в 1980-х годах. В некоторых школах этот день отмечается как “праздник химии”. В разных уголках мира учителя и учащиеся отмечают этот день по-разному (проводя химические эксперименты, устраивая веселые конкурсы и викторины, готовя сладости с соответствующей теме начинкой, придумывая шутки и игры, связанные с химией и т. д.). Слово “ mole” на английском языке означает “крот”, поэтому часто встречаются шутки, связанные с этим животным.

Примечание: рекомендуется накануне 23 октября провести мероприятия с учащимися, связанные с “Днём моля”.

ИССЛЕДОВАНИЕ Для закрепления вычислительных навыков при расчёте количества вещества и применения различных методов вычислений учитель привлекает внимание учащихся к блоку “Деятельность”. Учащиеся переписывают таблицы из этого блока в свои тетради и стараются выполнить расчёты по представленным заданиям. При необходимости учитель может оказать им помощь направляющего характера. Поскольку учащиеся производят математические расчёты, на данном этапе происходит интеграция химии с математикой. Задания могут выполняться индивидуально, в парах и группах. Однако при индивидуальной работе учитель может видеть проблемы каждого учащегося в отдельности. Поскольку эта тема представляет собой первый этап изучения методов расчёта, для успешного проведения последующих расчётов учащимся важно хорошо тему усвоить и выделить достаточно времени на её изучение. Завершённый вариант таблицы представлен ниже:

Вещество	Количество вещества (моль)	Число молекул
O_2	0,2	$1{,}204 \cdot 10^{23}$
N_2	1,5	$9{,}03 \cdot 10^{23}$
H_2	2	$1{,}204 \cdot 10^{24}$
H_2O	0,1	$6{,}02 \cdot 10^{22}$
CO_2	0,05	$3{,}01 \cdot 10^{22}$

Вещество	Количество вещества (моль)	Число молекул
NH_3	10	$6{,}02 \cdot 10^{24}$
H_2SO_4	0,25	$1{,}505 \cdot 10^{23}$
H_3PO_4	5	$3{,}01 \cdot 10^{24}$
$C_6H_{12}O_6$	0,5	$3{,}01 \cdot 10^{23}$
$C_{12}H_{22}O_{11}$	2,5	$1{,}505 \cdot 10^{24}$

Учитель предлагает учащимся провести расчёты по вопросам “*Сколько всего атомов содержится в 2 моль гелия, 0,5 моль графита и 0,1 моль меди? Рассчитайте количество каждого из катионов и анионов, содержащихся в 3 моль $NaNO_3$, 0,25 моль KCl и 1,5 моль $ZnSO_4$.*” Ниже показано, какими должны быть результаты расчётов:

В 2 моль гелия — $1{,}204 \cdot 10^{24}$ атомов
В 0,5 моль графита — $3{,}01 \cdot 10^{23}$ атомов
В 0,1 моль меди — $6{,}02 \cdot 10^{22}$ атомов
В 3 m моль $NaNO_3$ — $1{,}806 \cdot 10^{24}$ Na^+ ионов и $1{,}806 \cdot 10^{24}$ NO_3^- ионов
В 0,25 моль KCl — $1{,}505 \cdot 10^{23}$ K^+ ионов и $1{,}505 \cdot 10^{23}$ Cl^- ионов
В 1,5 моль $ZnSO_4$ — $9{,}03 \cdot 10^{23}$ Zn^{2+} ионов и $9{,}03 \cdot 10^{23}$ SO_4^{2-} ионов

ОБЪЯСНЕНИЕ Затем учитель проверяет индивидуально результаты и даёт соответствующие пояснения. Для этого он представляет учащимся “треугольник моля” для ведения расчётов и на его основе объясняет вывод следующих формул:



В треугольнике произведение величин, показанных в нижних фрагментах, равно величине в верхнем фрагме

$$N = n \cdot N_A$$

Отсюда можно вывести ещё две формулы:

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$N_A = \frac{N}{n}$$

Например:

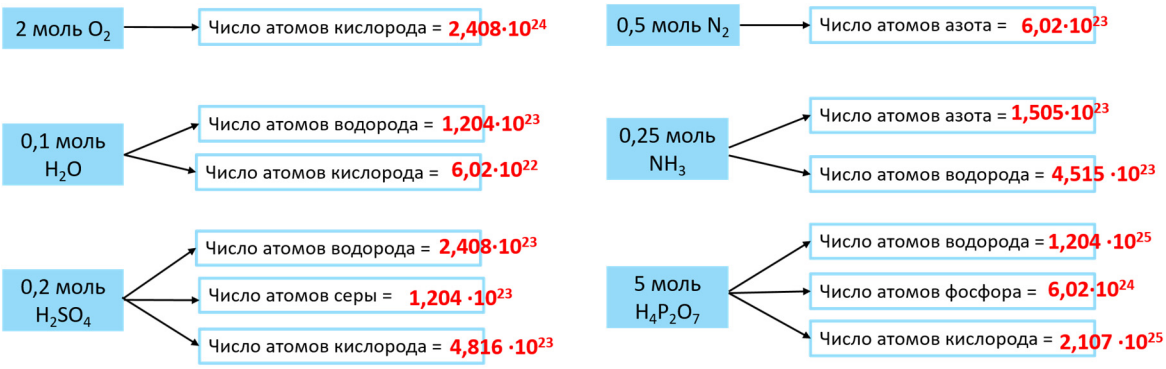
Число молекул в 0,2 моль кислорода	$N = 0,2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,204 \cdot 10^{23}$
Число атомов в 0,5 моль графита	$N = 0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,01 \cdot 10^{23}$
Число ионов Zn^{2+} в 1,5 моль $ZnSO_4$	$N = 1,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 9,03 \cdot 10^{23}$ ионов Zn^{2+}

Затем учитель доводит до внимания учеников, что эти расчёты можно также проводить с помощью пропорций:

Число молекул в 0,2 моль кислорода	1 моль – $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул 0,2 моль – x молекул $x = 0,2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 1 = 1,204 \cdot 10^{23}$
Число атомов в 0,5 моль графита	1 моль – $6,02 \cdot 10^{23}$ атомов 0,5 моль – x атомов $x = 0,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 1 = 3,01 \cdot 10^{23}$
Число ионов Zn^{2+} в 1,5 моль $ZnSO_4$	1 моль – $6,02 \cdot 10^{23}$ ионов Zn^{2+} 1,5 моль – x ионов Zn^{2+} $x = 1,5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} / 1 = 9,03 \cdot 10^{23}$

Затем учитель направляет внимание учащихся на блок “Примеры” (пример 1 и пример 2). Он предлагает им решить задачи из этого блока в индивидуальном порядке, используя изученные методы.

ИССЛЕДОВАНИЕ Учитель усложняет задания и обращает внимание учеников на блок “Деятельность”, в котором им предлагается на основании количества вещества рассчитать число атомов в молекулах и обратно. Учащиеся переносят схемы из этого блока в свои тетради и дополняют их. Правильный вариант заполнения схем имеет следующий вид:



Затем учитель концентрирует внимание учащихся на заданиях, приведённых в конце блока:

1. Сколько каждого катиона и каждого аниона содержится в 2 моль сульфата натрия, 0,1 моль нитрата кальция и 0,5 моль сульфата алюминия?

2. Рассчитайте число молей воды, диоксида углерода, пентаоксида дифосфора и оксида диазота, если каждое из веществ содержит 3 моль атомов кислорода.

Ниже приводится решение этих заданий:

Число катионов и анионов в 2 моль Na_2SO_4	$N = 2 \cdot 2 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 2{,}408 \cdot 10^{24}$ (Na^+) $N = 2 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 1{,}204 \cdot 10^{24}$ (SO_4^{2-})
Число катионов и анионов в 0,1 моль $Ca(NO_3)_2$	$N = 0{,}1 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 6{,}02 \cdot 10^{22}$ (Ca^{2+}) $N = 0{,}1 \cdot 2 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 1{,}204 \cdot 10^{23}$ (NO_3^-)
Число катионов и анионов в 0,5 моль $Al_2(SO_4)_3$	$N = 0{,}5 \cdot 2 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 6{,}02 \cdot 10^{23}$ (Al^{3+}) $N = 0{,}5 \cdot 3 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 9{,}03 \cdot 10^{23}$ (SO_4^{2-})

Число моль воды (H_2O), содержащей в своём составе 3 моль атомов кислорода	n = 3/1 = 3 моль
Число моль диоксида углерода (CO_2), содержащего в своём составе 3 моль атомов кислорода	n = 3/2 = 1,5 моль
Число моль триоксида дифосфора (P_2O_3), содержащего в своём составе 3 моль атомов кислорода	n = 3/3 = 1 моль
Число моль пентаоксида диазота (N_2O_5), содержащего в своём составе 3 моль атомов кислорода	n = 3/5 = 0,6 моль

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель проверяет результаты и даёт соответствующие пояснения. Затем он направляет внимание учащихся на блок “Примеры” (пример 3) и предлагает выполнить в индивидуальном порядке задания из данного блока. Учащиеся сверяют свои ответы с приведёнными в блоке ответами, при необходимости учитель даёт по ним соответствующие пояснения.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. В этом блоке представлены два задания.

1. В 2 моль кристаллогидрата $CuSO_4 \cdot nH_2O$ содержится $18N_A$ атомов кислорода. Определите n.

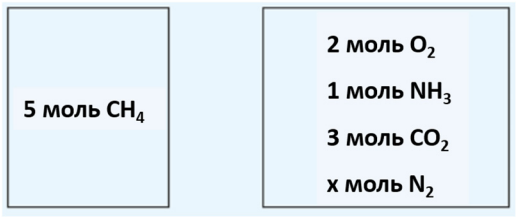
   [Ответ. $18N_A$ атомов кислорода означает 18 моль атомов.

   $$n(\text{атомов кислорода}) = 2 \cdot (4+n) = 18$$

   $$8 + 2n = 18$$

   $$n = 5]$$

2. Рассчитайте x, зная что всего в сосудах, показанных ниже, содержится одинаковое число атомов.



[Ответ. В сосудах содержится равное число всех атомов, следовательно будет равно и общее число молей атомов.

Число моль атомов в I сосуде (в 5 моль метана):

$$5 \cdot (1 + 4) = 25 \text{ моль}$$

Число моль атомов во II сосуде:

$$2 \cdot 2 + 1 \cdot (1 + 3) + 3 \cdot (1 + 2) + x \cdot 2 = 25 \text{ моль}$$

$$x = 4]$$

3. Зная, что соотношение числа атомов в C_2H_4 и CO_2 равно 5 : 2, рассчитайте:

   a. мольное соотношение этих газов;

   b. соотношение атомов углерода.

[Ответ.

a. Численное соотношение атомов в веществах равно соотношению количества вещества (молей) этих атомов. Обозначим число молей C_2H_4 и CO_2 соответственно через x и y. Тогда мольное соотношение атомов в этих веществах будет равно:

$$x \cdot (2 + 4) : y \cdot (1 + 2) = 5 : 2$$
$$6x : 3y = 5 : 2$$
$$x : y = 5 : 4$$

b. Учитывая, что мольное отношение веществ C_2H_4 и CO_2 составляет 5 : 4, соотношение числа атомов углерода в этих веществах будет равно:

$$5 \cdot 2 : 4 \cdot 1 = 10 : 4 = 5 : 2]$$

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленные в рубрике”Проверьте полученные знания”.

1. Рассчитайте число молей веществ:
   a. $1{,}204 \cdot 10^{23}$ молекул N_2
   b. $3{,}01 \cdot 10^{23}$ молекул CO_2
   c. $6{,}02 \cdot 10^{22}$ атомов He
   d. $1{,}505 \cdot 10^{24}$ молекул H_2O

[Ответ.
a. $n = 1{,}204 \cdot 10^{23} / 6{,}02 \cdot 10^{23} = 0{,}2$ моль
b. $n = 3{,}01 \cdot 10^{23} / 6{,}02 \cdot 10^{23} = 0{,}5$ моль
c. $n = 6{,}02 \cdot 10^{22} / 6{,}02 \cdot 10^{23} = 0{,}1$ моль
d. $n = 1{,}505 \cdot 10^{24} / 6{,}02 \cdot 10^{23} = 2{,}5$ моль]

2. Рассчитайте количество молекул в составе веществ:
   a. 0,25 моль O_2
   b. 0,2 моль NH_3
   c. 0,05 моль CO
   d. 1,5 моль N_2
   e. 0,1 моль CO_2

[Ответ.
a. $N(молекул) = 0{,}25 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 1{,}505 \cdot 10^{23}$
b. $N(молекул) = 0{,}2 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 1{,}204 \cdot 10^{23}$
c. $N(молекул) = 0{,}05 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 3{,}01 \cdot 10^{22}$
d. $N(молекул) = 1{,}5 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 9{,}03 \cdot 10^{23}$
e. $N(молекул) = 0{,}1 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 6{,}02 \cdot 10^{22}$]

3. Рассчитайте:
   a. Число атомов кислорода в 0,1 моль CO_2
   b. Число атомов азота в 0,5 моль N_2
   c. Общее число атомов в 2,5 моль NH_3
   d. Число атомов серы в 0,02 моль P_2S_5
   e. Число атомов неметаллов в 2 моль K_3PO_4

[Ответ.
a. $N(атомов\ кислорода) = 0{,}1 \cdot 2 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 1{,}204 \cdot 10^{23}$
b. $N(атомов\ азота) = 0{,}5 \cdot 2 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 6{,}02 \cdot 10^{23}$
c. $N(всех\ атомов) = 2{,}5 \cdot 4 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 6{,}02 \cdot 10^{24}$
d. $N(атомов\ серы) = 0{,}02 \cdot 5 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 6{,}02 \cdot 10^{22}$
e. $N(атомов\ неметаллов) = 2 \cdot 5 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 6{,}02 \cdot 10^{24}$]

4. Рассчитайте число молей:
   a. Углекислого газа, содержащего 0,6 моль атомов кислорода
   b. Этилового спирта, содержащего 3 моль атомов водорода
   c. Метана, в котором общее число атомов составляет $6{,}02 \cdot 10^{23}$

d. Пентаоксида дифосфора, содержащего $3,01 \cdot 10^{24}$ атомов кислорода

[Ответ.

a. $N(CO_2) = 0,6 / 2 = 0,3$ моль

b. $N(C_2H_5OH) = 3 / 6 = 0,5$ моль

c. $N(CH_4) = 6,02 \cdot 10^{23} / 5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 0,2$ моль

d. $N(P_2O_5) = 3,01 \cdot 10^{24} / 5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1$ моль]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности понятия “Количество вещества”	Мотивация, опрос
Расчёт числа частиц на основании количества вещества	Деятельность, опрос, закрепление,задания
Расчёт количества вещества по числу частиц, из которых состоит вещество	Деятельность, опрос, закрепление,задания

Тема 1.3

Молярная масса (3 часа)

- **Учебник:** стр. 19
- **Рабочая тетрадь:** стр. 11

Подстандарты	9-4.1.2
Цели обучения	Понимает сущность понятия “молярная масса” Рассчитывает молярную массу на основании количества вещества Рассчитывает число молей вещества на основании его массы Проводит расчёты на основании средней молярной массы
Навыки XXI века	Интерактивность, навыки критического мышления, умение обосновывать своё мнение и обдумывать пути решения проблемы
Вспомогательные средства	Различные плакаты с формулами и заданиями
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Изучение взаимосвязи между массой вещества и числом частиц.

Объяснение. Объяснение сущности понятия “молярная масса”, расчёт массы вещества на основании его молярной массы и расчёт количества вещества по его массе, проведение расчётов на основании средней молярной массы.

Исследование. Проведение различных расчётов на основании молярной массы.

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-11.

Оценивание. Понимание сущности понятия “молярная масса”, расчёт массы вещества на основе его молярной массы и расчёт количества вещества по его массе, проведение расчётов на основании средней молярной массы.

МОТИВАЦИЯ Учитель концентрирует внимание учащихся на рисунке, приведённом во введении. Из рисунка видно, что 1 моль углерода — это 12 г углерода, а 1 моль меди — это 64 грамма меди. Учитель обращается к классу с вопросом: *”Какая связь существует между относительной атомной массой углерода и меди с массой 1 моль данного элемента?”* Если у учащиеся затрудняются с ответом, учитель может порекомендовать им заглянуть в периодическую таблицу. Ученики находят, что относительная атомная масса углерода равна 12, а меди — 64. Следовательно, масса одного моля этих элементов численно равна их относительным атомным массам и выражается в граммах. Обсуждение продолжается вопросом: ”*Какова масса в граммах: 1 моль углекислого газа; 1 моль метана? Обоснуйте свой ответ.*” Применяя при решении такой же подход к углекислому газу и метану, учащиеся за массу 1 моля

принимают их относительную молекулярную массу, выраженную в граммах. Поскольку $M_r(CO_2)$ = 44 и $M_r(CH_4)$ = 16, устанавливается, что масса 1 моль углекислого газа составляет 44 г, а масса 1 моль метана – 16 граммов.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель обобщает ответы учащихся и поясняет, что масса 1 моль каждого вещества численно равна относительной молекулярной массе этого вещества (для ионных соединений — относительной формульной массе). Это правило обосновывается на приведённых в учебнике примерах различных веществ (O_2, H_2O, CO_2, $CaBr_2$, $NaNO_3$). Могут быть рассмотрены и другие примеры. Например:

$M_r(N_2)$ = 28
$M_r(SO_2)$ = 64
$M_r(CaO)$ = 56
$M_r(CaCO_3)$ = 100
$M_r(Fe_2(SO_4)_3)$ = 400

Учитель отмечает, что масса 1 моля вещества называется его молярной массой (M), а единицей измерения молярной массы является г/моль. Он подкрепляет это объяснение на своих примерах и на примерах из учебника.

$M(N_2)$ = 28 г/моль
$M(SO_2)$ = 64 г/моль
$M(CaO)$ = 56 г/моль
$M(CaCO_3)$ = 100 г/моль
$M(Fe_2(SO_4)_3)$ = 400 г/моль

Затем учитель напоминает учащимся, что масса 1 моля веществ, образованных атомами, равна их относительной атомной массе, и закрепляет это на примерах из учебника (He, Fe). Могут быть приведены и другие примеры. Например:

$A_r(Ne)$ = 20 M(Ne) = 10 г/моль
$A_r(Ca)$ = 40 M(Ca) = 40 г/моль

ИССЛЕДОВАНИЕ Чтобы познакомить учащихся с расчётами, основанными на молярной массе, учитель акцентирует их внимание на блоке “Деятельность”. На этом этапе учащиеся самостоятельно выполняют различные расчёты и устанавливают взаимосвязь между числом молей и массой. Правильные ответы на задания из этого блока показаны ниже:

a. 112 граммов b. 22 грамма c. в 3 раза
d. 0,25 моль e. 3 моль f. в 10 раз

Затем учащиеся решают задачи, приведённые в конце блока:

1. Сколько грамм хлора содержится в 2 моль поваренной соли?
2. Во сколько раз масса нитрата натрия, содержащего 6 моль атомов кислорода, больше массы аммиака, содержащего 12 г водорода?

Ответы на эти задания: 71 г ; в 2,5 раза. Учитель проверяет ответы учащихся и подводит итоги.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель представляет “треугольник массы” для проведения расчётов..



Произведение нижних фрагментов треугольника равно верхнему фрагменту:

$$m = n \cdot M$$

Отсюда можно вывести ещё две формулы:

$$n = \frac{m}{M}$$

$$M = \frac{m}{n}$$

Например:

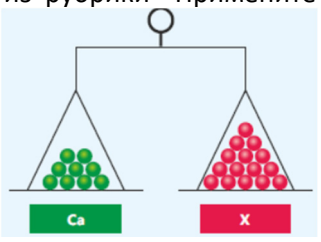
Сколько граммов в 2 моль оксида кальция?	m(CaO) = 2 · 56 = 112 граммов
Во сколько раз масса 1,5 моль кислорода больше массы 4 гелия?	$m(O_2)$ = 1,5 · 32 = 48 граммов m(He) = 4 · 4 = 16 граммов $m(O_2)$ / m(He) = 48 / 16 = 3 (раза)
Сколько молей соответствует 84 граммам азота?	n = 84 / 28 = 3 моль

Затем учитель отмечает, что эти задачи могут быть также решены составлением пропорций:

Сколько граммов в 2 моль оксида кальция?	1 моль (CaO) – 56 граммов 2 моль (CaO) – x граммов x = 2 · 56 / 1 = 112
Во сколько раз масса 1,5 моль кислорода больше массы 4 гелия?	1 моль (O_2) – 32 грамма 1,5 моль (O_2) – x граммов x = 1,5 · 32 / 1 = 48 1 моль (He) – 4 грамма 4 моль (He) – x граммов x = 4 · 4 / 1 = 16 $m(O_2)$ / m(He) = 48 / 16 = 3 (раза)
Сколько молей соответствует 84 граммам азота?	1 моль (N_2) – 28 граммов x моль (N_2) – 84 грамма x = 84 · 1 / 28 = 3

Затем учитель направляет внимание учащихся на блок “Примеры” (пример 1 и пример 2). Учитель предлагает учащимся решить задачи из этого блока индивидуально, используя показанные способы решения. Затем учащиеся сверяют свои ответы с приведёнными в блоке, и, если возникает необходимость, учитель даёт соответствующие пояснения. Затем учитель отмечает, что понятие “молярная масса” относится к химически чистому (индивидуальному) веществу, а понятие “средняя молярная масса” используется для газовых смесей, он представляет формулу для расчёта средней молярной массы, акцентирует внимание учащихся на блоке “Примеры” (пример 3) и предлагает решить данную задачу с помощью формул. После решения задачи учащиеся знакомятся с объяснением и сравнивают свой способ решения и ответ с этим примером.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. Здесь приведены четыре задания.



1. Определите молярную массу металла X.

[Ответ. Как следует из рисунка, массы атомов Ca и X равны, если соотношение числа атомов составляет 9:15 (3:5). В этом случае отношение числа атомов равно отношению числа молей веществ, поэтому мольное отношение Ca к X также равно 3:5. Тогда 40 · 3 = 5 · x. Отсюда следует: x= 24. Относительная атомная масса X составляет 24, а его молярная масса 24 г/моль.]

2. Где больше число атомов – в 8 граммах метана или в 32 граммах кислорода? Обоснуйте свой ответ расчётом.

[Ответ.

Рассчитывается число молей в 8 граммах метана: n = m / M = 8 / 16 = 0,5 моль

Рассчитывается число атомов в 0,5 моль метана (CH_4): $N = n \cdot N_A \cdot N(atom) = 0,5 \cdot N_A \cdot 5 = 2,5N_A$

Рассчитывается число молей в 32 граммах кислорода: n = m / M = 32 / 32 = 1 моль

Рассчитывается число атомов в 1 моль кислорода (O_2): $N = n \cdot N_A \cdot N(atom) = 1 \cdot N_A \cdot 2 = 2N_A$

Как видим, число атомов в 8 граммах метана больше числа атомов в 32 граммах кислорода.

Это задание может быть также выполнено с помощью пропорций:
16 граммов CH_4 – $5N_A$ атомов
8 граммов CH_4 – xN_A атомов
$x = 2{,}5N_A$
Поскольку 32 г O_2 соответствует 1 молю, очевидно, что в его состав входит $2N_A$ атомов. Этот расчёт также показывает, что число атомов в 8 граммах метана превышает число атомов в 32 граммах кислорода.]

3. Рассчитайте число молей (I) и массу в граммах (II) метана, содержащего в своём составе 2,4 г углерода.

[Ответ.Учитывая, что в 1 моль метана содержится 1 моль (12 граммов) углерода, рассчитаем число молей метана, содержащего 2,4 грамма углерода:
$n = 2{,}4 / 12 = 0{,}2$ моль
Рассчитаем массу 0,2 моль:
$m = 0{,}2 \cdot 16 = 3{,}2$ грамма

Задание можно также выполнить с помощью пропорций:
1 моль метана – 12 граммов углерода
x моль метана – 2,4 грамма углерода
$x = 0{,}2$

1 моль метана – 16 граммов
0,2 моль метана – x граммов
$x = 3{,}2$]

4. Рассчитайте массу углерода и число молей серы в приведённой смеси.

Вещества в составе смеси	Число моль	Масса, г
Углерод	0,5	12
Сера		

[Ответ. Пусть в смеси содержится x моль углерода и y моль серы. Тогда получим уравнения, показанные ниже:
$x + y = 0{,}5$
$12x + 32y = 12$
$x = 0{,}2$; $y = 0{,}3$]

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленныев рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. Что такое молярная масса и в каких единицах она выражается?

[Ответ. Масса 1 моля вещества называется его молярной массой. Единица измерения молярной массы – г/моль.]

2. Перепишите в тетрадь и дополните таблицу.

Вещество	Число моль	Масса, г
O_2	2	
H_2O	5	
CH_4	0,5	
$KHCO_3$	0,25	

[Ответ. Завершённый вариант таблицы и соответствующие расчёты приведены ниже:

Вещество	*Число моль*	*Масса, г*
O_2	*2*	*64*
H_2O	*5*	*90*
CH_4	*0,5*	*8*
$KHCO_3$	*0,25*	*25*

$m(O_2) = 2 \cdot 32 = 64$; $m(H_2O) = 5 \cdot 18 = 90$; $m(CH_4) = 0{,}5 \cdot 16 = 8$; $m(KHCO_3) = 0{,}25 \cdot 100 = 25$]

3. Расположите вещества в ряд по возрастанию числа молей. Обоснуйте свой ответ расчётом.
a. 84 г CaO c. 100 г $CaCO_3$
b. 40 г CuO d. 80 г MgO

[Ответ.
a. n(CaO) = 84 / 56 = 1,5 моль
b. n(CuO) = 40 / 80 = 0,5 моль
c. n($CaCO_3$) = 100 / 100 = 1 моль
d. n(MgO) = 80 / 40 = 2 моль
Ряд возрастания числа молей: n(CuO), n($CaCO_3$), n(CaO), n(MgO)]
4. Рассчитайте среднюю молярную массу (г/моль) газовой смеси, состоящей из 32 г O_2 и 42 г N_2.
[Ответ. Поскольку 32 г O_2 составляет 1 моль, а 42 г N_2 — 1,5 моль,
$M_{ср.}$ = (32 + 42)/ (1 + 1,5) = 74 / 2,5 = 29,6 г/моль.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимания сущности понятия “молярная масса”	Мотивация, опрос, закрепление, задание
Расчёт молярной массы на основании количества вещества	Деятельность, опрос, закрепление, задание
Расчёт количества вещества на основании его молярной массы	Мотивация, деятельность, опрос, закрепление, задание
Расчёты на основании средней молярной массы	Опрос

Тема 1.4

Молярный объём. Закон Авогадро (3 часа)

- **Учебник:** стр. 23
- **Рабочая тетрадь:** стр. 15

Подстандарты	9-4.1.2
Цели обучения	Понимает сущность понятия “молярный объём” Рассчитывает объём газа по количеству вещества и обратно Рассчитывает массу газа на основании его объёма и обратно Рассчитывает число частиц на основании объёма газа и обратно
Навыки XXI века	Интерактивность, навыки критического мышления, обдумывания путей решения проблемы, умение обосновывать своё мнение
Вспомогательные средства	Различные плакаты с формулами и заданиями
Электронные ресурсы	

Краткий план урока
Мотивация. Изучение взаимосвязи между объёмом газа и числом частиц.
Объяснение. Объяснение сущности понятия “молярный объём”, расчёт числа молей, массы и числа частиц на основании объёма газа.
Исследование. Проведение различных расчётов на основании молярного объёма.
Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-9.
Оценивание. Понимание сущности понятия “молярный объём”, расчёт объёма газа на основании количества вещества и обратно, расчёт массы газа на основании его объёма и обратно, расчёт числа частиц газа на основании его объёма и обратно.
МОТИВАЦИЯ Учитель акцентирует внимание учащихся на приведённой во введении инфомации и предлагает им сравнить число частиц, находящихся в баскетбольном мяче и футбольном мяче.

Для этого он обращается к ним с вопросами: “*Каково соотношение между числом молекул этих газов? Как можно рассчитать массу газов?*” и выслушивает ответы.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель объясняет учащимся, что в равных объёмах различных газов при одинаковых температуре и давлении содержится одинаковое число молекул. Он напоминает, что этот закон был открыт итальянским ученым Амедео Авогадро при изучении им реакций, протекающих между газами. Выявляется, что, поскольку число частиц в газах пропорционально числу молей, то при одинаковых температуре и давлении равные объёмы различных газов содержат также равное число молей. Затем учитель знакомит учащихся с понятием “молярный объём“, сообщает, что эта величина является отношением объёма газов к числу молей, и отмечает, что при комнатной температуре (20°C) и давлении 1 *атм* 1 моль любого газа занимает объём 24 дм^3 (24 л). Затем учитель знакомит класс с “треугольником объёма”, позволяющим установить взаимосвязь между молярным объёмом и количеством вещества, и объясняет, как вывести на его основе некоторые формулы.



В треугольнике произведение величин в нижних фрагментах равно величине в верхнем фрагменте:

$$V = n \cdot V_м$$

Отсюда можно вывести ещё две формулы:

$$n = \frac{V}{V_м}$$

$$V_м = \frac{V}{n}$$

Учитель направляет внимание учащихся на блок “Примеры” (пример 1). Учащиеся самостоятельно решают задания из этого блока, используя приведённые выше формулы, сверяют свои ответы с ответами в учебнике, а учитель при необходимости даёт соответствующие пояснения.

ИССЛЕДОВАНИЕ Для ознакомления учащихся с разными типами расчётов учитель акцентирует их внимание на блоке “Деятельность”. На этом этапе учащиеся самостоятельно проводят различные расчёты и устанавливают связь между объёмом, числом молекул, числом атомов и массой. С этой целью они переписывают в тетрадь и дополняют таблицу, приведённую в блоке. Завершённый вариант таблицы имеет следующий вид:

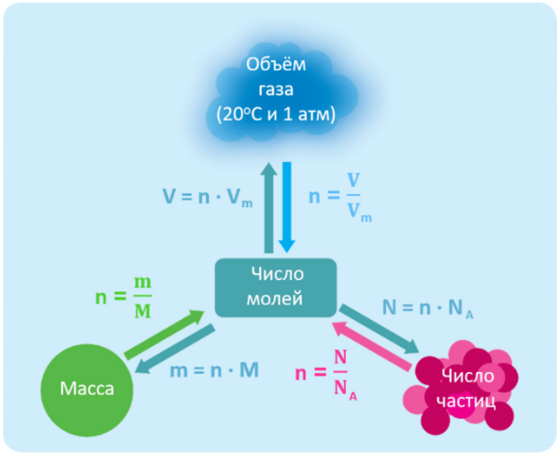
Газы	Объём, дм^3 (при 20°C и давлении 1 атм)	Число молекул	Число атомов	Масса, г
N_2	12	$3{,}01 \cdot 10^{23}$	$6{,}02 \cdot 10^{23}$	14
He	12	–	$3{,}01 \cdot 10^{23}$	2
CO_2	48	$1{,}204 \cdot 10^{24}$	$3{,}612 \cdot 10^{24}$	88
CH_4	48	$1{,}204 \cdot 10^{24}$	$6{,}02 \cdot 10^{24}$	32

Затем учащиеся выполняют задания, предложенные в конце этого блока (“У какого из газов – кислорода или водорода –, взятых в равных объемах (20°C и 1 атм), масса окажется больше? Обоснуйте свой ответ.” “Какой из газов с одинаковой массой – кислород или азот – занимает больший объём (20°C и 1 атм)? Обоснуйте свой ответ. ”)

Ответом на первый вопрос будет “кислород”. Объясняется это следующим образом: если каждый из газов будет взят в объёме (при 20°C и давлении 1 атм) 24 дм^3, то масса

кислорода составит 32 грамма, а водорода – 2 грамма. Ответ на второй вопрос – “азот”. Это обусловлено тем, что если будет взято по 32 грамма кислорода и азота (при 20°C и давлении 1 атм) , то кислород займёт объём 24 дм^3, а азот – приблизительно 32 · 24 / 28 ≈ 27,4 дм^3. Учитель проверяет ответы учащихся, а затем подводит итоги.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель рекомендует учащимся при решении задач обратить своё внимание на схему в учебнике, иллюстрирующую взаимосвязь между количеством вещества, объёмом, массой и числом частиц. Затем он поручает учащимся выполнить задания из блока “Примеры”, используя указанную схему. Учащиеся выполняют эти задания в индивидуальном порядке, а затем сравнивают ход решения и ответы с приведёнными в учебнике. При необходимости учитель даёт дополнительные пояснения. Далее учитель может также продемонстрировать решение данных задач в одно действие через вывод формул.



Если даётся объём и требуется найти массу, и обратно:

$$V/V_M = m/M$$

Если даётся объём и требуется найти число частиц, и обратно:

$$V/V_M = N/N_A$$

Если даётся масса и требуется найти число частиц, и обратно:

$$m/M = N/N_A$$

Задания из блока “Примеры” могут быть заново решены с помощью этих формул:

1. Чему равна масса (в граммах) 4,8 дм^3 (20°C и 1 атм) водорода?	$V/V_M = m/M$ 4,8/24 = m/2 m = 0,4 грамма
2. Рассчитайте число молекул в газообразном азоте объёмом 12 дм^3 (20°C и 1 атм).	$V/V_M = N/N_A$ $12/24 = N/6{,}02 \cdot 10^{23}$ $N = 3{,}01 \cdot 10^{23}$
3. Рассчитайте объём газообразного кислорода (дм^3, 20°C и 1 атм) массой 64 грамма.	$V/V_M = m/M$ V/24 = 64/32 V = 48 дм^3
4. Рассчитайте число молекул в 11 граммах углекислого газа.	$m/M = N/N_A$ $11/44 = N/6{,}02 \cdot 10^{23}$ $N = 1{,}505 \cdot 10^{23}$
5. Какой объём (дм^3, 20°C и 1 атм) занимает газообразный гелий, содержащий $1{,}204 \cdot 10^{24}$ молекул?	$V/V_M = N/N_A$ $V/24 = 1{,}204 \cdot 10^{24} / 6{,}02 \cdot 10^{23}$ V = 48 дм^3
6. Какова масса (в граммах) угарного газа, содержащего $3{,}01 \cdot 10^{24}$ молекул?	$m/M = N/N_A$ $m/28 = 3{,}01 \cdot 10^{24} / 6{,}02 \cdot 10^{23}$ m = 140 граммов

Эти задачи могут быть решены также составлением пропорций:

1. Чему равна масса (в граммах) 4,8 дм^3 (20°C и 1 атм) водорода?	24 дм^3 (H_2) – 2 грамма 4,8 дм^3 (H_2) – x граммов x = 0,4
2. Рассчитайте число молекул в газообразном азоте объёмом 12 дм^3 (20°C и 1 атм).	24 дм^3 (N_2) – 6,02 · 10^{23} молекул 12 дм^3 (N_2) – x молекул x = 3,01 · 10^{23}
3. Рассчитайте объём газообразного кислорода (дм^3, 20°C и 1 атм) массой 64 грамма.	24 дм^3 (O_2) – 32 грамма x дм^3 (O_2) – 64 грамма x = 48
4. Рассчитайте число молекул в 11 граммах углекислого газа.	44 дм^3 (CO_2) – 6,02 · 10^{23} молекул 11 дм^3 (CO_2) – x молекул x = 1,505 · 10^{23}
5. Какой объём (дм^3, 20°C и 1 атм) занимает газообразный гелий, содержащий 1,204 · 10^{24} молекул?	24 дм^3 (He) – 6,02 · 10^{23} атомов x дм^3 (He) – 1,204 · 10^{24} атомов x = 48
6. Какова масса (в граммах) угарного газа, содержащего 3,01 · 10^{24} молекул?	28 граммов (CO) – 6,02 · 10^{23} молекул x граммов (CO) – 3,01 · 10^{24} молекул x = 140

ИССЛЕДОВАНИЕ Учитель привлекает внимание учащихся к блоку “Подумай·Обсуди·Поделись”. Учащиеся обсуждают в группах предложенные задания, а затем представляют свои решения. Ниже показано приведённое в блоке задание и его решение:

— Сравните число молекул и число атомов, содержащихся при одинаковых условиях в 40 дм^3 NH_3 и 10 дм^3 O_2. Сколько дм^3 и какого газа нужно добавить к исходному количеству, чтобы в газах оказалось одинаковое число атомов?

[Ответ. Поскольку объёмы газов пропорциональны числу молекул, объёмное отношение будет таким же, как отношение числа молекул ($40/N_A : 10/N_A = 40 : 10 = 4 : 1$). Для расчёта численного отношения атомов следует учесть, что в молекуле NH_3 имеется 4 атома, а в молекуле O_2 — 2 атома. Тогда отношение составит $4 \cdot 4 : 1 \cdot 2 = 8 : 1$. Поскольку атомов кислорода оказалось меньше, добавим в смесь при тех же условиях x дм^3 кислорода. Тогда $40 \cdot 4 = (10 + x) \cdot 2$; $160 = 20 + 2x$; $x = 70$ дм^3.]

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. Здесь представлены два задания.

1. Резиновый шар объёмом 1,2 дм^3 (20°C и 1 атм) наполнили гелием. Как изменятся масса и число атомов, если заменить гелий на азот?

[Ответ. $n(He) = V/V_M = 1,2 / 24 = 0,05$ моль; $m(He) = n \cdot 4 = 0,05 \cdot 4 = 0,2$ грамма; поскольку гелий – одноатомный газ, $N(гелия) = 0,05 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,01 \cdot 10^{22}$. Если заменить гелий на азот при тех же условиях и том же объёме, в шаре окажется 0,05 моль газа N_2.

$m(N_2) = n \cdot 28 = 0,05 \cdot 28 = 1,4$ грамма; поскольку азот – двухатомный газ, $N(азота) = 0,05 \cdot 2 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 6,02 \cdot 10^{22}$.

Как видно из расчёта, масса возрастёт с 0,2 грамма до 1,4 грамма, а число атомов – с $3,01 \cdot 10^{22}$ до $6,02 \cdot 10^{22}$.]

2. Организм человека выделяет в атмосферу 240 дм^3 (20°C и 1 атм) углекислого газа в сутки. Рассчитайте массу (г) указанного объёма углекислого газа.

[Ответ. $n = 240 / 24 = 10$ моль; $m = 10 \cdot 44 = 440$ граммов.]

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленные в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. Рассчитайте объём 0,25 моль углекислого газа (дм^3, 20°C и 1 атм).

[Ответ. $V = n \cdot 24 = 0{,}25 \cdot 24 = 6$ дм^3 .]

2. В каком случае имеется наибольшее число молекул? Обоснуйте свой ответ расчётом.

a. 480 г CH_4

b. 480 дм^3 CH_4 (20°C и 1 атм)

c. 48 моль CH_4

[Ответ.

Поскольку число молей веществ пропорционально числу их молекул, сравнение числа молей веществ соответствует сравнению числа их молекул.

Рассчитаем число молей веществ:

a. $n = m / M = 480 / 16 = 30$ моль

b. $n = V / V_M = 480 / 24 = 20$ моль

c. $n = 48$ моль

Как видно из расчёта, в пункте с оказалось наибольшее число молекул.]

3. Рассчитайте число молекул в газовой смеси, состоящей из 6 дм^3 кислорода и 12 дм^3 водорода (20°C и 1 атм).

[Ответ. Общий объём газовой смеси составляет 18 дм^3. Отсюда $n = V / V_M = 18 / 24 = 0{,}75$ моль; $N = n \cdot N_A = 0{,}75 \cdot 6{,}02 \cdot 10^{23} = 4{,}515 \cdot 10^{23}$.]

4. Рассчитайте отношение числа молекул в 14 г азота к числу атомов, содержащихся в 8 г гелия.

[Ответ. Отношение числа молекул в 14 г азота (N_2) к числу атомов в 8 г гелия (He) равно мольному отношению этих газов.

Число молей в 14 г газа азота: $n = m / M = 14 / 28 = 0{,}5$ моль

Число молей в 8 г газа гелия: $n = m / M = 8 / 4 = 2$ моль

0,5 : 2 = 1 : 4.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности понятия“молярная масса”	Мотивация, опрос
Расчёт объёма газа на основании количества вещества и обратно	Деятельность, опрос, задание
Расчёт массы газа на основании его объёма и обратно	Деятельность, опрос, закрепление задание
Расчёт числа частиц на основании объёма газа и обратно	Деятельность, опрос, закрепление задание

Тема 1.5

Плотность газов и относительная плотность (3 часа)

- **Учебник:** стр. 27
- **Рабочая тетрадь:** стр. 19

Подстандарты	9-4.1.3
Цели обучения	Понимает сущность понятий “плотность” и “относительная плотность” Проводит расчёты на основании плотности газов Проводит расчёты на основании относительной плотности газов
Навыки XXI века	Информационная грамотность, навыки критического мышления, внесения коррективов в существующие пути решения проблемы, обоснования своего мнения, обдумывания путей решения
Вспомогательные средства	Плакаты с формулами и заданиями
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Обсуждение выбора газов, которые могут быть использованы для заполнения воздушных шаров.

Объяснение. Объяснение сущности понятий “плотность” и “относительная плотность”, проведение расчётов на основании плотности и относительной плотности.

Исследование. Сравнение плотностей газов

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-9.

Оценивание. Понимание сущности понятий “плотность” и “относительная плотность”, проведение расчётов на основании плотности и относительной плотности.

МОТИВАЦИЯ Учитель начинает урок с привлечения внимания учащихся к информации, представленной во вводной части. Затем он организует обсуждение приведённых в этой части вопросов (*Чем, по вашему мнению, наполняют воздушные шары? Почему воздушные шары с лёгкостью поднимаются вверх? Какими свойствами должны обладать используемые газы для обеспечения безопасности воздушных шаров?)* Во время обсуждения учащиеся могут озвучить разные ответы, например:

- Обычно воздушные шары наполняют гелием;
- В некоторых случаях может быть использован водород;
- Если наполнить шар воздухом, он не взлетит;
- Воздушный шар поднимается вверх, так как наполнен газом легче воздуха;
- Плотность воздушного шара меньше, чем у воздуха, поэтому он поднимается вверх;
- Газ, которым наполняют воздушные шары, должен быть негорючим;
- Газ, которым наполняют воздушные шары, не должен быть взрывчатым веществом;
- Газ, которым наполняют воздушные шары, должен быть нетоксичным;
- Газ, которым наполняют воздушные шары, должен быть безопасным и не иметь запаха;
- Гелий безопасен, так как не горит и не вступает в химические реакции;
- Водород легко воспламеняется, поэтому опасен и т.д.

Затем учитель обобщает прозвучавшие ответы: “Воздушные шары наполняют гелием. Гелий безопасен (негорюч) и безвреден. Поскольку гелий легче воздуха, шар, наполненный гелием, поднимается вверх.”

ИССЛЕДОВАНИЕ Учитель напоминает учащимся информацию о плотности, которую они изучили в предшествующих классах. Отмечает, что из учебника “Природа” им знакомы опыты по определению плотности твёрдых веществ и жидкостей. Он предлагает учащимся для углубления знаний о плотности газов сосредоточиться на блоке “Деятельность.” В этом блоке демонстрируются 3 рисунка. Учащиеся отвечают на вопросы по этим рисункам, а учитель, при

необходимости, задаёт направление для поиска верного ответа. Правильные ответы приведены ниже:

1. Какой рисунок соответствует массам газов – кислорода и азота, – взятых в равных количествах при одинаковых условиях?

[Ответ. Поскольку дано равное число молекул, число молей газов также будет равным. Молярная масса кислорода ($M(O_2)$=32 г/моль) больше молярной массы азота ($M(N_2)$=28 г/моль), поэтому при равном числе молей азота и кислорода масса кислорода будет больше (рисунок II).]

2. Какие рисунки соответствуют поочередной замене кислорода на газы CO, H_2 и SO_2?

[Ответ. При замене кислорода на газ CO ($M(CO)$=28 г/моль) массы будут равны (рисунок I). При замене на водород ($M(H_2)$=2 г/моль) больше окажется масса азота (рисунок III), а при замене на диоксид серы ($M(SO_2)$=64 г/моль) – масса диоксида серы (рисунок II).]

3. В каком численном соотношении следует взять кислород и азот, чтобы их массы были равны?

[Ответ. Для того, чтобы $m(O_2) = m(N_2)$, должно выполняться $n(O_2) \cdot M(O_2) = n(N_2) \cdot M(N_2)$. Отсюда следует: $n(O_2) \cdot 32 = n(N_2) \cdot 28$, $n(O_2) / n(N_2) = 28/32 = 7/8$.]

ОБЪЯСНЕНИЕ Основываясь на результатах, полученных учащимися при выполнении заданий из блока «Деятельность», учитель объясняет, что при одних и тех же условиях газ с большей молярной массой имеет также бóльшую плотность. Он связывает это с формулой $\rho = m/V$ и получает для газов формулу $\rho = M/V_M$, поясняет, что плотность любого газа (при 20°C и 1 атм) равна отношению его молярной массы к молярному объёму (24 $дм^3$) и выражается в $г/дм^3$. Затем он направляет внимание учащихся на блок “Примеры” (пример 1). Для решения задач из этого блока учащиеся применяют формулу $\rho = M/V_M$. Они сравнивают ход решения и ответы на задания с указанными в учебнике, а учитель при необходимости даёт дополнительные пояснения.

ИССЛЕДОВАНИЕ Учитель направляет внимание учащихся на блок “Подумай·Обсуди·Поделись”. Учащиеся выполняют приведённое задание а затем обсуждают ход его решения. Верное решение этого задания показано ниже.

Рассчитайте плотность ($г/дм^3$) газовой смеси, состоящей из 2 моль кислорода и 1 моль углекислого газа (20°C и 1 атм).

[Ответ. Сначала рассчитываются масса и объём смеси:

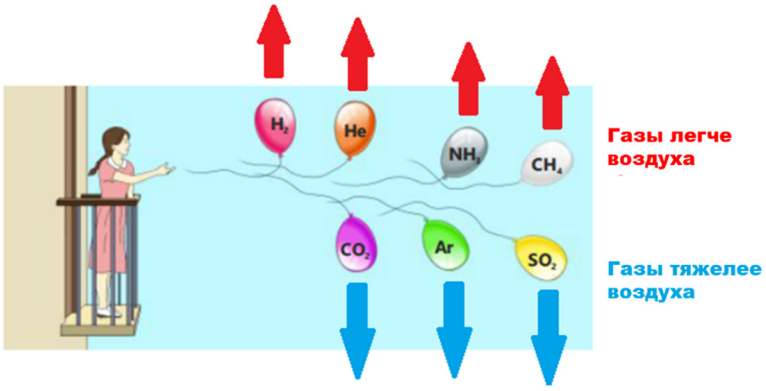
$m(O_2) = 2 \cdot 32 = 64$ грамма, $m(CO_2) = 1 \cdot 44 = 44$ грамма, $V(O_2) = 2 \cdot 24 = 48$ $дм^3$, $V(CO_2) = 1 \cdot 24 = 24$ $дм^3$, $m(смеси) = 64 + 44 = 108$ граммов, $V(смеси) = 48 + 24 = 72$ $дм^3$.

Затем рассчитывается плотность смеси:

$\rho = 108 / 72 = 1{,}5$ $г/дм^3$.]

ОБЪЯСНЕНИЕ Затем учитель знакомит учащихся с понятием “относительная плотность”. Он объясняет, что относительная плотность показывает, во сколько раз один газ тяжелее другого газа при равных объёмах газов при заданных условиях, и отмечает, что относительная плотность обозначается буквой D. Выполнив задания из блока “Примеры” (пример 2), учащиеся устанавливают, что относительная плотность углекислого газа по водороду равна 22. Учитель предлагает учащимся вывести формулу, позволяющую рассчитать относительную плотность по молярным массам газов. Выявляется, что относительная плотность одного газа по отношению к другому газу равна отношению их молярных масс. Учитель предлагает учащимся выполнить задания из блока “Примеры” (пример 3), основываясь на этой формуле. Учащиеся выполняют эти задания и сравнивают свои решения и ответы с приведёнными в блоке “Примеры”. При необходимости учитель разъясняет задания. Далее учитель напоминает учащимся о дискуссии, проведённой при рассмотрении введения в тему, сообщает им, что средняя молярная масса воздуха составляет 29 г/моль, и концентрирует их внимание на рисунке в учебнике. Он предлагает им прогнозировать направление (вверх или вниз), в котором будут двигаться в воздухе воздушные шарики. Учащиеся определяют, что H_2, He, NH_3 и CH_4 – газы легче воздуха ($M(H_2)$=2 г/моль, M(He)= 4 г/моль, $M(NH_3)$=17 г/моль, $M(CH_4)$=16 г/моль), а CO_2, Ar и SO_2 – газы

тяжелее воздуха ($M(CO_2)$= 44 г/моль, M(Ar)=40 г/моль, $M(SO_2)$=64 г/моль). Поэтому в воздухе шарики, наполненные H_2, He, NH_3 и CH_4, перемещаются вверх, а CO_2, Ar и SO_2 – вниз.



ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания.” Здесь представлены два задания.

1. При одинаковых условиях оксид углерода и оксид азота имеют равную плотность. Определите формулы этих оксидов.

[Ответ. При одинаковых условиях газы с одинаковой плотностью имеют равные молярные массы. Примем во внимание, что формулы существующих оксидов углерода – CO и CO_2 ($M(CO)=28$, $M(CO_2)=44$). Запишем формулу оксида азота как N_xO_y. В таком случае сумма $14x + 16y$ должна равняться 28 или 44. Учитывая,что $A_r(N)=14$ и $A_r(O)=16$, а x и y – целые числа, эта сумма не может быть равна 28. Уравнение $14x + 16y = 44$ справедливо при $x=2$, $y=1$ (N_2O).]

2. При добавлении какого газа к газовой смеси, состоящей из N_2 и CO, плотность смеси при тех же условиях увеличивается?

1. CH_4 2. NH_3 3. N_2O 4. C_2H_4 5. SO_2

[Ответ. При одинаковых условиях плотности газов прямо пропорциональны их молярным массам. Поскольку $M(N_2) = M(CO) = 28$ г/моль, при добавлении к газовой смеси, состоящей из N_2 и CO, газов с молярной массой больше 28 г/моль (газов с большей плотностью – N_2O и SO_2), плотность смеси увеличивается, а при добавлении газов с молярной массой меньше 28 г/моль (газов с меньшей плотностью – CH_4 и NH_3), плотность смеси уменьшается. А при добавлении к данной смеси газа с молярной массой 28 г/моль (газа с той же плотностью – C_2H_4), плотность смеси не изменяется.]

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленные в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. Рассчитайте плотность (г/дм^3) газа озона (20°C и 1 атм).

[Ответ. $\rho = M/24 = 48/24 = 2$.]

2. Относительная плотность некоторого газа по водороду равна 29. Рассчитайте относительную плотность этого газа по воздуху.

[Ответ. $D_{H_2} = M/2$; $29 = M/2$; $M = 58$ г/моль. Учитывая, что средняя молярная масса воздуха 29 г/моль, $D_{возд.} = M/29 = 58/29 = 2$.]

3. Рассчитайте плотность (г/дм^3) смеси, образованной при смешивании газов CO_2 и O_2 в мольном соотношении 1:2 при температуре 20°C и давлении 1 атм.

[Ответ. Рассчитывается средняя молярная масса смеси: $M_{ср} = (1 \cdot 44 + 2 \cdot 32)/(1 + 2) = 36$. Исходя из средней молярной массы, рассчитывается плотность смеси: $\rho = 36 / 24 = 1{,}5$ г/дм^3.]

4. Рассчитайте массу (в граммах) газа объёмом 48 дм^3 (20°C и 1 атм), плотность которого больше плотности метана в 4 раза.

[Ответ. Молярная масса газа, плотность которого больше плотности метана в 4 раза, будет также больше молярной массы метана в 4 раза. Учитывая, что $M(CH_4) = 16$ г/моль,

молярная масса этого газа составляет 64 г/моль. Отсюда находим массу 48 дм^3 этого газа: 48/24 = m/64; m = 128 граммов.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности понятий “плотность” и “относительная плотность”	Мотивация, опрос
Проведение расчётов на основе плотности газов	Деятельность, опрос, закрепление, задание
Проведение расчётов на основе относительной плотности газов	Деятельность, опрос, задание

Наука, технология, жизнь (1 час)

• **Учебник:** стр. 31

В разделе “Наука, технология, жизнь” рассматриваются научные достижения Амедео Авогадро, влияние его работ на дальнейшее развитие химии, а также затрагивается вопрос интеграции химической науки с математикой. Цель размещения этих материалов в учебнике — сформировать у учащихся представление об основных понятиях химии, развить научное мышление, показать важность науки для реальной жизни и пробудить интерес к науке и научным открытиям. Учитель может предложить учащимся заранее ознакомиться с представленным в разделе материалом, дополнить его информацией из интернет-ресурсов и подготовить презентацию на основе изученного текста. В этом случае основные сведения из этого материала могут быть обсуждены в течение примерно 15 минут урока; затем можно перейти к обсуждению подготовленных учащимися дополнительных материалов или презентаций. Сообщения и презентации могут быть подготовлены под следующими заголовками:

– Что вы знаете об Амедео Авогадро и его вкладе в развитие химии?
– Какие учёные впоследствии подтвердили его теорию?
– Что такое ”моль” и где это понятие используется?
– Какое влияние оказала теория Авогадро на развитие химической науки?
– Какими трудностями сопровождалось бы развитие химии при отсутствии понятия “моль”?
– Где в повседневной жизни используется понятие “моль”?
– Насколько важна роль таких учёных, как Авогадро, в развитии науки?

Проект (1 час)

• **Учебник:** стр. 26

Цель проекта – на основании понятий “количество вещества”, “молярная масса” и “молярный объем” охарактеризовать количество диоксида углерода (CO_2), выбрасываемого в атмосферу при использовании природного газа, угля и других видов топлива, показать практическое значение химии, совершенствовать навыки расчёта количества газов, а также сопоставить результаты расчётов, проведённых на основе выбранных образцов различных видов топлива, с информацией из научной литературы и интернет-ресурсов.

Проект можно подготовить в соответствии с нижеприведённым образцом:

Образец 1.

Тема: Количество CO_2, выделяющегося при сгорании 1 литра бензина

Ученик: _____

Класс: _____

Дата: _____

В наше время в атмосферу выбрасываются большие объёмы углекислого газа в виде выхлопных газов от транспортных средств и промышленных предприятий. Это приводит к загрязнению воздуха, глобальному потеплению и изменению климата. Цель проекта — рассчитать количество углекислого газа, который выбрасывается в атмосферу, и описать причиняемый этим ущерб.

Состав бензина можно условно представить соответствующим одному веществу – октану (C_8H_{18}). Масса 1 литра бензина составляет приблизительно 0,74 кг. Зная, что M(октана) = 114 г/моль, рассчитаем число молей октана в составе бензина:

$$n(\text{октана}) = 740/114 \approx 6{,}5 \text{ моль}$$

Поскольку в 1 моль октана содержится 8 моль атомов углерода, при сгорании 1 моль октана образуется 8 моль углекислого газа. Тогда можно рассчитать число молей углекислого газа, образующегося при сгорании 1 литра бензина:

$$n(\text{углекислого газа}) = 6{,}5 \cdot 8 = 52 \text{ моль}$$

Учитывая, что $M(CO_2) = 44$ г/моль, получим массу углекислого газа, полученного из 1 литра бензина:

$$m(CO_2) = 52 \cdot 44 = 2288 \text{ г} \approx 2{,}3 \text{ кг}$$

Из литературных данных следует, что за год 1 дерево поглощает примерно 20–25 кг CO_2. Зная, что при сгорании 1 литра бензина в атмосферу выбрасывается 2,3 кг CO_2, можно сделать вывод, что количество углекислого газа, выделяющегося при сгорании 10 литров бензина (23 кг), будет нейтрализовано активностью одного взрослого дерева в течение целого года (примерно).

Предложения:

- Пользоваться общественным транспортом;
- Ездить на велосипеде;
- Экономить энергию;
- Использовать альтернативные источники энергии.

По такому же образцу могут быть подготовлены проекты с другими заголовками (“Количество CO_2, которое выбрасывается автомобилем при пробеге на расстояние 100 км”, “Количество ежедневных выбросов CO_2, производимых одним автобусом”, “Сравнение сгорания угля и природного газа” и “Количество CO_2, выделяемого в результате ежемесячного потребления природного газа одной семьёй “).

2-й РАЗДЕЛ

Расчёты по химическим формулам и уравнениям

Тема №	Название	Коли-чество часов	Учебник (стр.)	Рабочая тетрадь (стр.)
Тема 2.1	Массовая доля и массовое отношение	3	38	27
Тема 2.2	Вывод простейших и истинных формул	2	41	32
Тема 2.3	Расчёты по химическим уравнениям	3	44	35
Тема 2.4	Выход химических реакций	3	48	40
	Наука, технология, жизнь	1	51	
	Проект	1	53	
	Обобщающий урок (заключение и обобщающие задания)	1	54	44
	МСО-1	1		
	ВСЕГО	**15**		

Краткий обзор раздела

В этом разделе учащиеся познакомятся с понятиями “массовая доля”, “массовое отношение”, “простейшая формула”, “истинная формула”, “стехиометрия”, “лимитирующее вещество”, “выход химических реакций”, “теоретический выход”, “практический выход продукта” и “степень чистоты сырья”, научатся рассчитывать массовую долю и массовое отношение элементов в химических соединениях, количество исходных веществ и продуктов в химических реакциях, осознают сущность “Закона сохранения массы веществ”. Знания, полученные в этом разделе, помогут развить у учащихся математическое мышление применительно к химии, позволят решать реальные проблемы и создадут базу для расчётов, проведение которых предполагается при изучении других тем.

В рубрике “Наука, технология и жизнь” объясняется развитие методики химических расчётов с прошлых времён до сегодняшнего дня и показывается, что основы этой области химии были заложены Антуаном Лавуазье и Амедео Авогадро. В разделе подчёркивается, что закон сохранения массы веществ является основой точных расчётов в химии. Отмечается, что эти расчёты имеют большое значение для современной промышленности, особенно для химических производств и технологий, а также разъясняется роль химических расчётов в повседневной жизни и в сохранении экологического баланса. В заключение указывается, что искусственный интеллект позволит в будущем получать более точные и эффективные результаты в этой области.

В разделе “Проект” учащиеся рассчитают экспериментальным путём количество воды и соли в кристаллогидрате, в результате чего определят формулу кристаллогидрата и массовую долю воды в кристаллогидрате.

Введение в раздел

В вводной части раздела обсуждается ситуация, с которой учащиеся сталкиваются в повседневной жизни, – необходимость придерживаться определённого соотношения (пропорций) ингредиентов при приготовлении пищи, и результат, к которому приводит несоблюдение нужного соотношения. Учитель изучает мнения учащихся по данной теме и смещает их внимание в сторону химических реакций, отмечая, что этот подход имеет особое значение в промышленных процессов. Затем учитель обращается к учащимся с вопросами из этого раздела и организует обсуждение. Примерные ответы учеников могут быть следующими:

1. Что вы можете рассказать об этом соотношении на примере реакций нейтрализации?

[Ответ. В реакциях нейтрализации кислота и основание реагируют в определенном мольном отношении. Например, при реакции взаимодействия соляной кислоты с гидроксидом натрия это отношение составляет 1:1, а с гидроксидом кальция — 2:1.]

2. Как, по вашему мнению, рассчитываются эти “точные соотношения”?
[Ответ. Эти соотношения можно рассчитать по химическим уравнениям на основании количества веществ. Для этого можно использовать расчёты, с которыми мы познакомились в предыдущем разделе.]
3. Почему “точные соотношения” так важны с экономической и экологической точек зрения?
[Ответ. Точные соотношения предотвращают потери сырья, повышают эффективность производства, а отсутствие излишков веществ сокращает отходы и минимизирует ущерб окружающей среде. Это способствует как экономической целесообразности, так и сохранению экологического баланса.]

Тема 2.1

Массовая доля и массовое отношение (3 часа)

- **Учебник:** стр. 38
- **Рабочая тетрадь:** стр. 27

Подстандарты	9-4.1.4
Цели обучения	Понимает сущность понятий “массовое отношение” и “массовая доля” Рассчитывает массовое отношение Рассчитывает массовую долю Проводит различные расчёты на основании массового отношения и массовой доли
Навыки XXI века	Информационная грамотность, умение обосновывать своё мнение, исследовательские навыки
Вспомогательные средства	Различные плакаты с формулами и заданиями

Краткий план урока

Мотивация. Анализ информации о продуктах питания, связанную с их составом и количеством, и расчёты на её основе.

Объяснение. Объяснение сущности понятий “массовое отношение” и “массовая доля”, расчёт массового отношения и массовой доли, проведение различных расчётов на основании массового отношения и массовой доли.

Исследование. Установление одинакового массового отношения в одном и том же соединении.

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-15.

Оценивание. Понимание сущности понятий “массовое отношение” и “массовая доля”, расчёт массового отношения и массовой доли, проведение различных расчётов на основании массового отношения и массовой доли.

МОТИВАЦИЯ В вводной части темы учитель знакомит учащихся с ситуациями, с которыми мы ежедневно встречаемся в жизни. Эта часть посвящена информации о составе продуктов питания, имеющейся на этикетках покупаемых нами товаров. Учитель может принести в класс несколько таких этикеток, раздать их учащимся и узнать их мнение о составе продуктов. Затем он привлекает их внимание к образцу ”шоколадного масла”, представленному в учебнике, и задаёт вопрос: ”*Можно ли выразить в процентах количество веществ в шоколадном масле по их массе?*” Учащиеся с лёгкостью могут выполнить эти расчёты благодаря вычислительным навыкам, приобретённым на уроках математики.

Состав 50 граммов шоколадного масла:

Жиры	**31 г**
Белки	**0,6 г**
Углеводы	**9,4 г**
Сахар	**9 г**

В составе шоколадного масла (по массе):

- Жиры 62%
- Белки 1,2%
- Углеводы 18,8%
- Сахар 18%

Учитель продолжает обсуждение вопросом "*Можно ли массы элементов в химических соединениях также выразить в процентах? Как бы вы назвали эту величину?*" Он выслушивает ответы учащихся и переходит к следующему этапу урока.

ОБЪЯСНЕНИЕ В начале объяснения учитель знакомит учащихся с понятием "массовое отношение". Он сообщает, что отношение масс элементов в соединении является постоянным, это отношение выражается в виде небольших целых чисел и называется массовым отношением. На примере из учебника (уксусная кислота; стр. 38) он объясняет, как рассчитать массовое отношение элементов в химическом соединении. Для закрепления можно провести расчеты на других примерах. В качестве примера можно предложить сульфат железа(III) ($Fe_2(SO_4)_3$):

Число моль атомов элементов в 1 моль вещества	2 моль железа	3 моль серы	12 моль кислорода
Масса элементов в 1 моль вещества	112 граммов	96 граммов	192 грамма
Массовое отношение элементов	m(Fe) : m(S) : m(O) = 7 : 6 : 12		

ИССЛЕДОВАНИЕ Затем учитель акцентирует внимание учащихся на блоке "Деятельность". В этом блоке описаны два опыта, проведенных с металлом с постоянной степенью окисления. Учащиеся должны ознакомиться с этими опытами и сделать на их основе выводы с помощью соответствующих расчётов. Учитель обращается к ним с вопросом " *Является ли отношение m(металла) / m(O) в оксидах одним и тем же или различается?*" и предлагает провести расчёты. Учащиеся проводят следующие расчёты:

Из опыта 1 установлено, что из 2, 5 г металла образуется 3,5 г оксида, следовательно масса кислорода составляет 3,5 – 2,5 = 1 г. Отсюда массовое отношение элементов в оксиде равно: m(металла) : m(O) = 2,5 : 1 = 5 : 2.

Из опыта 2 установлено, что из 4 г металла в итоге образуется 5,6 г оксида, то есть масса кислорода составляет 5,6 – 4 = 1,6 г. Тогда массовое отношение элементов в оксиде равно: m(металла) : m(O) = 4 : 1,6 = 5 : 2.

В результате расчёта выясняется, что массовое отношение оказалось одинаковым. Учитель продолжает обсуждение вопросом "*Зависит ли массовое отношение элементов в соединении от способа его получения?"* На основании проведённых опытов учащиеся сообщают, что массовое отношение элементов в химическом соединении не зависит от способа его получения. Затем учитель спрашивает: "*Одинаковы или различны массовые отношения элементов в разных оксидах, образуемых одним элементом?"* На этот вопрос могут быть даны различные ответы. Учитель предлагает классу дать пояснения на примере оксидов серы (SO_2 и SO_3). Учащиеся проводят соответствующие расчеты:

SO_2	SO_3
m(S) : m(O) = 32 : (2 · 16) = 32 : 32 = 1 : 1	m(S) : m(O) = 32 : (3 · 16) = 32 : 48 = 2 : 3

Выявляется, что в различных оксидах одного и того же элемента массовое отношение элементов различно.

Этот этап урока продолжается заданиями "Выразите в процентах массовые доли металла и кислорода в оксиде металла, представленном в опыте" и " Выразите в процентах массу серы, содержащейся в оксидах серы, и сравните найденные величины."

ОБЪЯСНЕНИЕ После проверки заданий учащихся, учитель обобщает изученное. Он объясняет, что массу элементов в соединениях также можно представить в процентах. Эта величина называется массовой долей элемента. Массовая доля показывает, какую часть от массы всего соединения составляет масса данного элемента. Учитель объясняет последовательность действий для расчета массовой доли элемента:

1. Записывается химическая формула соединения;
2. Рассчитывается относительная молекулярная масса соединения;
3. Масса элемента в соединении делится на относительную молекулярную массу соединения, а полученное число умножается на 100% – таким образом массовая доля элемента выражается в процентах.

Затем он показывает, как рассчитать массовую долю элементов в полученном в ходе эксперимента оксиде металла и в оксидах серы.

Массовая доля (в %) серы в диоксиде серы (SO_2) $M_r(SO_2) = 32 + 16 \cdot 2 = 64$ $32 \cdot 100 / 64 = 50\%$		Массовая доля (в %) серы в триоксиде серы (SO_3) $M_r(SO_3) = 32 + 16 \cdot 3 = 80$ $32 \cdot 100 / 80 = 40\%$

Далее учитель акцентирует внимание учащихся на блоке “Примеры” и предлагает им выполнить представленные в блоке задания. Учащиеся, выполнив эти задания, сверяют свои решения и ответы с ответами, приведёнными в “Примерах”. При необходимости учитель поясняет задания.

ИССЛЕДОВАНИЕ Затем учитель направляет внимание учащихся на блок “Подумай· Обсуди· Поделись”. Поручает им выполнить приведённое в блоке задание (“Как меняется массовая доля железа в ряду $FeO \longrightarrow Fe_3O_4 \longrightarrow Fe_2O_3$? Обоснуйте свой ответ.”) Ниже показан соответствующий расчёт:

FeO	Fe_3O_4	Fe_2O_3
$M_r(FeO) = 56 + 16 = 72$	$M_r(Fe_3O_4) = 56 \cdot 3 + 16 \cdot 4 = 232$	$M_r(Fe_2O_3) = 56 \cdot 2 + 16 \cdot 3 = 160$
$56 \cdot 100 / 72 \approx 77{,}8\%$	$168 \cdot 100 / 232 \approx 72{,}4\%$	$112 \cdot 100 / 160 = 70\%$

Очевидно, что в ряду $FeO \longrightarrow Fe_3O_4 \longrightarrow Fe_2O_3$ массовая доля железа уменьшается. Решить данную задачу можно и путём сравнения без проведения такого расчёта. Сравним количество кислорода, приходящееся в этих оксидах на одно и то же количество железа:

$FeO \longrightarrow FeO_{1,33} \longrightarrow FeO_{1,5}$

Как видим, в этом ряду количество кислорода, приходящееся на одно и то же количество железа, увеличивается, тогда, наоборот, количество железа и, соответственно, его массовая доля в оксидах уменьшаются.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. Здесь даны два задания.

1. Массовая доля элемента X в соединении X_2H_6 равна 80%. Рассчитайте относительную атомную массу элемента X.

[Ответ.
$M_r(X_2H_6) = 2x + 6$
Массовая доля X = $2x \cdot 100 / (2x + 6) = 80$; $2x = 24$; $x = 12$]

2. При взаимодействии 14 г элемента X с 35 г элемента Y образовалось соединение XY_2 и 3 г Y осталось в избытке. Рассчитайте массовое отношение *m(X)/m(Y)* в соединении XY_2.

[Ответ.Соединение XY_2 состоит из 14 г X и (35 – 3) = 32 г Y.
Тогда в соединении XY_2 m(X)/m(Y) = 14 : 32 = 7 : 16.]

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, приведённые в рубрике “Проверьте полученные знания.”

1. Перепишите в тетрадь и заполните таблицу.

Вещество	Массовое отношение элементов
Mg_3N_2	
$CuSO_4$	
$C_3H_6O_2$	

[Ответ.
m(Mg) : m(N) = (24 · 3) : (14 · 2) = 72 : 28 = 18 : 7
m(Cu) : m(S) : m(O) = 64 : 32 : (16 · 4) = 64 : 32 : 64 = 2 : 1 : 2
m(C) : m(H) : m(O) = (12 · 3) : (1 · 6) : (16 · 2) = 36 : 6 : 32 = 18 : 3 : 16]

2. Рассчитайте массовую долю (%) магния в сульфате магния.
[Ответ.
$M_r(MgSO_4)$ = 24 + 32 + 16 · 4 = 120
Массовая доля магния = 24 · 100 / 120 = 20%]

3. Рассчитайте относительную атомную массу X, если в соединении X_2O_3 массовое отношениеm(X)/m(O) = 9/8.
[Ответ. 2x : 48 = 9 : 8 ; 2x = 48 · 9 / 8 = 54; x = 27]

4. В соединении XY_2 m(X)/m(Y) = 7/16. Рассчитайте массовое отношение m(X)/m(Y) в соединении XY.
[Ответ. x / 2y = 7 / 16; x / y = 14 / 16 = 7 / 8]

5. Рассчитайте относительную атомную массу элемента X, зная, что его массовая доля в соли формулы $CuXO_4$ составляет 20%.
[Ответ.
$M_r(CuXO_4)$ = 64 + x + 64 = x + 128
Массовая доля X = x · 100 / x + 128 = 20; 4x = 128; x = 32]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности понятий “массовое отношение” и “массовая доля”	Мотивация, опрос
Расчёт массового отношения	Деятельность, опрос, закрепление, задание
Расчёт массовой доли	Мотивация, деятельность, опрос, задание
Проведение различных расчётов на основании массового отношения и массовой доли	Опрос, закрепление, задание

Тема 2.2

Вывод простейших и истинных формул (2 часа)

- **Учебник:** стр. 41
- **Рабочая тетрадь:** стр. 32

Подстандарты	9-4.1.4
Цели обучения	Понимает сущность понятий “простейшая формула” и “истинная формула” Определяет химическую формулу соединения на основании массового отношения Определяет химическую формулу соединения на основании массовой доли
Навыки XXI века	Интерактивность, навыки критического мышления, внесения корректив в существующие пути решения проблемы, коммуникативные и исследовательские навыки
Вспомогательные средства	Плакаты с формулами и заданиями
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Подчёркивание на основе исторических фактов значимости определения состава веществ.

Объяснение. Понимание сущности понятий “простейшая формула” и “истинная формула”, определение химической формулы соединения на основании массового отношения и массовой доли.

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-7.

Оценивание. Понимание сущности понятий “простейшая формула” и “истинная формула”, установление химической формулы соединения на основании массового отношения и установление химической формулы соединения на основании массовой доли.

МОТИВАЦИЯ Учитель знакомит учащихся с информацией, приведённой во введении в тему. В этом блоке рассказывается, как химики определили состав и структуру ванилина – основного вещества, придающего растению ”ваниль плосколистная” приятный аромат, как позднее он был синтезирован в лаборатории и стал широко использоваться в кулинарии. Затем учитель обращается к классу с вопросами: ”*Как определяют число атомов в соединениях? Что показывает химическая формула соединения*?” Выслушав различные ответы учащихся, учитель обобщает их и останавливается на ответе, описывающем нахождение массового отношения, исходя из количества элементов в составе вещества, и алгоритм вывода его формулы на основании найденного отношения.

ИССЛЕДОВАНИЕ Затем, чтобы подтвердить этот ответ, учитель предлагает ученикам провести эксперимент из блока “Деятельность”. Учащиеся делятся на группы и знакомятся с ходом эксперимента, после чего проводят этот опыт в группах. Во время постановки опыта строго соблюдаются правила техники безопасности. Учитель наблюдает за работой групп и при необходимости оказывает им помощь. В заключение группы готовят отчёт по вопросам, представленным для обсуждения. К примеру, при условии, если масса взятой магниевой ленты была равна 4,2 граммам, а после сгорания составила 7 граммов, отчёт может быть составлен по нижеприведённой форме:

1. Какая реакция произошла?	$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$
2. С чем связано увеличение массы?	При сгорании магниевая лента присоединяет кислород из воздуха.
3. Какую формулу вы предложили бы для полученного вещества?	Масса взятого магния 4,2 г, полученного вещества – 7 г, а соединившегося с магнием кислорода – 2,8 г. Следовательно, в этом соединении m(Mg) : m(O) = 4,2 : 2,8.

	Для нахождения формулы вещества по массовому отношению элементов рассчитывается число моль каждого элемента: n(Mg) = 4,2 / 24 = 0,175 моль; n(O) = 2,8 / 16 = 0,175 моль. Как видно, атомы магния и кислорода в этом соединении находятся в мольном отношении 1 : 1 , отсюда следует, что формула соединения – MgO.
4. Сколько граммов составит масса полученного соединения, если взять для опыта 2,4 г магния?	В 40 г соединения MgO 24 г магния соединяется с 16 г кислорода. Поскольку для опыта был взят магний массой 2,4 г, он в ходе реакции присоединит к себе 1,6 г кислорода, а масса полученного соединения составит 4 г.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель знакомится с отчётами групп, вносит необходимые дополнения и делает обобщение (порядок действий для определения формулы химического соединения по массовому отношению элементов: экспериментальным путём определяется масса (в граммах) веществ, вступающих в реакцию; массы, указанные в граммах, заменяются числом молей; число моль атомов указывает отношение, в котором соединяются элементы.) Затем учитель привлекает внимание учащихся к блоку “Примеры” (пример 1). Учащиеся выполняют задание в соответствии с указанным алгоритмом, сверяют решения и ответы к заданию с учебником, а учитель при необходимости даёт пояснения. Далее учитель знакомит учащихся с понятиями “простейшая (эмпирическая) формула” и “истинная формула”, сообщает, что в некоторых случаях эти формулы не совпадают, и акцентирует их внимание на блоке “Примеры” (пример 2). Формула CH_3, полученная при решении задачи из этого блока, является простейшей формулой, однако рассчитанная по ней относительная молекулярная масса не равна 30. Учитывая это, учащиеся устанавливают, что истинная формула соединения – C_2H_6.

ИССЛЕДОВАНИЕ Затем учитель привлекает внимание учащихся к блоку “Подумай·Обсуди ·Поделись”. В этом блоке представлены два задания.

1. Относительная молекулярная масса соединения, содержащего 90% (по массе) углерода и 10% (по массе) водорода, равна 120. Определите истинную формулу соединения.

[Ответ.
Поскольку $M_r = 120$, молярная масса соединения M = 120 г/моль. Рассчитываются масса и число молей углерода и водорода, содержащихся в 1 моль вещества:
m(C) = 120 · 90 / 100 = 108 г; n(C) = 108 / 12 = 9 моль
m(H) = 120 · 10 / 100 = 12 г; n(H) = 12 / 1 = 12 моль
В этом соединении отношение n(C) : n(H) = 9 : 12, тогда формула соединения – C_9H_{12}, и это истинная формула соединения.
Задачу можно решить и другим способом. В этом случае массовая доля каждого элемента делится на его относительную атомную массу:
90 / 12 = 7,5; 10 / 1 = 10
Отношение полученных чисел представляется как отношение наименьших целых чисел:
7,5 : 10 = 3 : 4
Полученная формула C_3H_4 является простейшей (эмпирической) формулой соединения.
Отсюда эмпирическая масса равна 3 · 12 + 4 · 1 = 40. Затем относительная молекулярная масса соединения делится на эмпирическую массу, а найденное число умножается на все индексы в эмпирической формуле:
120 / 40 = 3; 3 · C_3H_4 = C_9H_{12}.]

2. Составьте формулу вещества, в котором массовое отношение элементов составляет m(Fe) : m(S) : m(O) = 7 : 4 : 8.

[Ответ. Рассчитывается мольное отношение элементов в соединении:
n(Fe) = 7 / 56 = 0,125 моль
n(S) = 4 / 32 = 0,125 моль

n(O) = 8 / 16 = 0,5 моль
n(Fe) : n(S) : n(O) = 0,125 : 0,125 : 0,5 = 1 : 1 : 4
Формула соединения – $FeSO_4$.]

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики "Примените полученные знания". Здесь даны два задания.

1. Чёрный минерал гематит, встречающийся в природе в составе многих железных руд, представляет собой оксид железа. Определите его химическую формулу, зная, что в 50 г этого минерала содержится 35 г железа.
[Ответ. n(Fe) = 35 / 56 = 0,625 моль; n(O) = 15 / 16 = 0,9375 моль; 0,625 : 0,9375 = 2 : 3; Fe_2O_3.]

2. В соединении, используемом в качестве удобрения, массовая доля азота составляет 35%, массовая доля водорода – 5%, а массовая доля кислорода – 60%. Определите формулу соединения.
[Ответ. n(N) = 35 / 14 = 2,5; n(H) = 5 / 1 = 5; n(O) = 60 / 16 = 3,75; 2,5 : 5 : 3,75 = 2 : 4 :3; $N_2H_4O_3$.]

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленные в рубрике "Проверьте полученные знания".

1. Сколько грамм водорода соединяется в метане с 24 г углерода?
[Ответ. Массовое отношение элементов в CH_4: m(C) : m(H) = 12 : 4 = 3 : 1. Как видно, для того, чтобы выполнялось это отношение, 24 г углерода должно соединяться с 8 г водорода (24 : 8 = 3 : 1).]

2. Относительная молекулярная масса химического соединения с эмпирической формулой CH_2O равна 180. Определите истинную формулу этого соединения.
[Ответ. Эмпирическая масса для CH_2O = 12 + 2 + 16 = 30; 180 / 30 = 6; 6 · CH_2O = $C_6H_{12}O_6$.]

3. Если известно, что во встречающемся в природе сульфиде меди 32 г меди соединены с 8 г серы, определите простейшую формулу этого сульфида.
[Ответ. m(Cu) = 32 г; n(Cu) = 32 / 64 = 0,5; m(S) = 8 г; n(S) = 8 / 32 = 0,25; 0,5 : 0,25 = 2 : 1; Cu_2S.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности понятий "простейшая формула" и "истинная формула"	Мотивация, деятельность, опрос, задание
Определение формулы соединения на основании массового отношения	Деятельность, опрос, закрепление, задание
Определение формулы соединения на основании массовой доли	Деятельность, опрос, закрепление, задание

Тема 2.3

Расчёты по химическим уравнениям (3 часа)

- **Учебник:** стр. 44
- **Рабочая тетрадь:** стр. 35

Подстандарты	9-4.2.1
Цели обучения	Понимает сущность понятия “стехиометрия” Проводит расчёты на основе стехиометрии Объясняет суть “закона объёмных отношений” Понимает сущность понятия “лимитирующее вещество“ Проводит расчёты на основании лимитирующего вещества
Навыки XXI века	Умение выражать свои мысли и слушать других, интерактивность, навыки критического мышления, исследовательские навыки
Вспомогательные средства	Плакаты с различными заданиями
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Обсуждение методов расчёта количества продукта реакции без проведения опытов.
Объяснение. Объяснение сущности понятия “стехиометрия” и расчёт количества исходных веществ или продуктов реакции на основе стехиометрии, объяснение сути “закона объёмных отношений” и решение на его основе задач, объяснение сущности понятия “лимитирующее вещество“ и расчёт на его основе количества продукта реакции и количества вещества, оставшегося в избытке.
Закрепление. Учебник: зад. №1-3. РТ: №1-11.
Оценивание. Объяснение сущности понятия “стехиометрия”, проведение расчётов на основе стехиометрии, объяснение “закона объёмных отношений”, понимание сущности понятия “лимитирующее вещество“ и проведение расчётов на его основе.

МОТИВАЦИЯ Учитель знакомит учащихся со сведениями, представленными во введении в тему. Из этой информации ученики узнаю́т, что в промышленности и при проведении научно-исследовательских работ химики заранее, не проводя реакций, рассчитывают количество продукта, которое должно быть получено. Учитель объясняет, что химики в расчётах опираются на стехиометрию, и спрашивает: “*Что такое стехиометрия*?” В это время учитель может напомнить учащимся информацию, представленную во введении ко 2 разделу. Здесь приводится сообщение: “Блюда получаются вкуснее, если при приготовлении пищи ингредиенты используются в правильных соотношениях. Например, использование поваренной соли в меньшем или большем необходимого количестве может придавать пище иной вкус.” Учитель концентрирует внимание на выражении “правильное соотношение”, внимательно слушает ответы учеников и, при необходимости, задаёт наводящие вопросы. Обсуждение продолжается вопросом “*Как производятся стехиометрические расчёты?*” Учитель выслушивает ответы учащихся.

ОБЪЯСНЕНИЕ Затем учитель обобщает ответы учащихся и сообщает что, стехиометрия – это соотношение между количеством реагирующих и полученных веществ в данной химической реакции. Учитель поясняет это соотношение на примере реакции горения водорода (мольное отношение 2 : 1 : 2). Затем он проводит закрепление материала на различных примерах (реакции получения аммиака из азота и водорода, хлористого водорода из водорода и хлора, реакция горения монооксида углерода, реакция взаимодействия натрия с водой и т. д.)

ИССЛЕДОВАНИЕ Для того, чтобы сформировать у учащихся умение производить расчёты по химическим уравнениям, учитель далее направляет их внимание на блок “Деятельность”.

Учащиеся должны переписать в свои тетради таблицу из этого блока и дополнить её, используя соотношение коэффициентов в уравнении реакции горения водорода.
Правильный завершённый вариант таблицы приводится ниже:

Реагирующие вещества		Продукт реакции
H_2 (моль)	O_2 (моль)	H_2O (моль)
4	2	4
1	0,5	1
3	1,5	3

Затем учитель объясняет, что это соотношение справедливо не только для числа молей, но и для других величин, и предлагает учащимся переписать в свои тетради другую таблицу из этого блока и дополнить её. Завершённый вариант данной таблицы приводится ниже:

Реагирующие вещества		Продукт реакции
H_2	O_2	H_2O
12 дм^3 (20°C и 1 атм)	0,25 моль	9 граммов
0,8 грамма	6,4 грамма	0,4 моль
4 моль	48 дм^3 (20°C и 1 атм)	72 грамма

После того как ученики самостоятельно выполняют задания, учитель проверяет их ответы и при необходимости даёт пояснения. Затем он организует обсуждение, начав с вопроса *“В каком порядке следует выполнять расчёты по химическим уравнениям?”* Обсуждение продолжается вопросом “*Какое условие должно выполняться, чтобы данное количество исходного вещества полностью вступило в реакцию?*”

ОБЪЯСНЕНИЕ Затем учитель обобщает ответы учащихся и объясняет, что расчёты, основанные на стехиометрии, следует выполнять, придерживаясь следующей последовательности:

1. Сначала записывается уравнение соответствующей реакции;
2. В соответствии с уравнением записывается количество реагирующих и полученных в результате реакции веществ (масса, число моль, объём и т. д.)
3. На основании приведённых данных рассчитывается количество реагирующих и полученных в результате реакции веществ.

Затем учитель акцентирует внимание учащихся на блоке “Примеры” (пример 1). Учащиеся выполняют задания из этого блока и сверяют свои решения и ответ с примерами в учебнике. При необходимости учитель даёт дополнительные пояснения. Далее учитель информирует, что мольное отношение газов равно их объёмному отношению, объясняя, что при одинаковых условиях (температуре и давлении) отношение объёмов газов, вступающих в реакцию и образующихся в ходе реакции, представляет собой отношение небольших целых чисел (закон объёмных отношений). Для решения задачи на применение данного закона учитель направляет внимание учащихся на блок “Примеры” (пример 2). Учащиеся выполняют задание из этого блока и сверяют своё решение и ответ с приведённым в примере. При необходимости учитель даёт дополнительные пояснения. Затем учитель объясняет, что, когда одно из реагирующих веществ взято больше стехиометрического количества, другое реагирующее вещество (или вещества) полностью расходуется, а первое вещество (его часть) в ходе реакции остаётся в избытке. Учитель отмечает, что вещество, которое полностью расходуется в химической реакции, называется “лимитирующим веществом,” и подчёркивает, что расчёты по химическим уравнениям проводятся на основании лимитирующего вещества. После этого учитель акцентирует внимание учащихся на блоке “Примеры” (пример 3). Учащиеся выполняют задание из этого блока и сверяют своё решение и ответ с приведённым в примере.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. В этом блоке даны три задания.

1. На сгорание 6 дм^3 неизвестного газообразного вещества было израсходовано 4,5 дм^3 кислорода, при этом в результате реакции образовалось 3 дм^3 азота и 9 дм^3 паров воды (объёмы приведены при одинаковых условиях). Определите формулу неизвестного вещества.

[Ответ. Согласно закону объёмных отношений, объёмные соотношения газов равны их мольным отношениям. В таком случае примем заданные объёмы в виде условных коэффициентов газов в уравнении реакции. Тогда уравнение реакции приобретает вид $6X + 4{,}5O_2 \longrightarrow 3N_2 + 9H_2O$. *Формулу вещества X можно определить, исходя из числа атомов в правой и левой частях химического уравнения. Для этого можно сравнить число атомов во всех веществах, кроме вещества X. Это сравнение можно представить в форме следующей таблицы:*

Атомы	*Число атомов в уравнении реакции*	
	в левой части	*в правой части*
O	*9*	*9*
N	*–*	*6*
H	*–*	*18*

Как следует из таблицы, в левой и правой частях уравнения имеется равное число атомов кислорода и это значит, что в составе вещества X атомов кислорода нет. Поскольку в веществе, приведённом в левой части уравнения, отсутствуют атомы азота и водорода, устанавливается, что вещество X состоит из атомов азота и водорода. Учитывая, что число атомов азота равно 6, число атомов водорода – 18, а коэффициент при X 6, формуле X будет соответствовать NH_3 *(В* $6NH_3$ *имеется 6 атомов азота и 18 атомов водорода).]*

2. При полном разложении 21 г XCO_3 по уравнению $XCO_3 \longrightarrow XO + CO_2$ был получен CO_2 объёмом 6 дм^3 (20°C и 1 атм). Рассчитайте относительную атомную массу X.

[Ответ. Приняв относительную молекулярную массу вещества XCO_3 *за x + 60, можно провести расчёт, как показано ниже:*

$$\underset{(x+60)\ г}{XCO_3} \longrightarrow \underset{24\ дм^3}{XO} + \underset{6\ дм^3}{CO_2}$$

Отсюда, x + 60 = 21 · 24 / 6; x + 60 = 84; x = 24.]

3. При нагревании равных масс магния и серы было получено 14 г MgS. Рассчитайте массу (г) вещества, оставшегося в избытке.

[Ответ. Рассчитаем массы магния и серы, которые были израсходованы на получение 14 г MgS:

$$\underset{24\ г}{Mg} + \underset{32\ г}{S} \longrightarrow \underset{56\ г}{MgS}$$

Отсюда, x = 24 · 14 / 56 = 6 г; y = 32 · 14 / 56 = 8 г. Поскольку в условии задачи были даны равные массы магния и серы, возьмём каждого по 8 г. Тогда 8 – 6 = 2 г магния остаётся в избытке.]

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленные в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. Сколько моль аммиака образуется, если 2 моль азота полностью прореагирует с избытком водорода?

[Ответ. Уравнение реакции и соответствующий расчёт приведены ниже:

$$\underset{2\ моль}{N_2} + 3H_2 \longrightarrow \underset{x\ моль}{2NH_3}$$

$$N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$$
1 моль *2 моль*

Отсюда, x = 2 · 2 / 1 = 4 моль.]

2. Рассчитайте объём кислорода (в дм^3, 20°C и 1 атм), который расходуется при полном сгорании 9 г алюминия.

[Ответ. Уравнение реакции и соответствующий расчёт приведены ниже:

$$\underset{9\ г}{4Al} + \underset{x\ дм^3}{3O_2} \longrightarrow \underset{108\ г}{2Al_2O_3}$$
$$\qquad\qquad\quad 72\ дм^3$$

Отсюда, x = 9 · 72 / 108 = 6 дм^3.]

3. При сгорании этана (C_2H_6) образуются углекислый газ и вода. При температуре 20°C и давлении 1 атм смешивают 10 дм^3 этана и 40 дм^3 кислорода, при этом один из газов в ходе реакции горения полностью расходуется. Определите, какой газ остаётся в избытке, и рассчитайте его объем (дм^3) при 20°C и давлении 1 атм.

[Ответ. Уравнение реакции имеет вид: $2C_2H_6 + 7O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 6H_2O$. Как следует из уравнения реакции, газы этан и кислород вступают в реакцию в объёмном отношении 1 : 3,5 . На сгорание 10 дм^3 этана расходуется 35 дм^3 кислорода, тогда в избытке остаётся 40 – 35 = 5 дм^3 кислорода.]

4. Рассчитайте, какую максимальную массу (г) CaO можно получить в результате реакции взаимодействия 1 моль кальция с 32 г кислорода.

[Ответ. Уравнение реакции имеет вид: $2Ca + O_2 \longrightarrow 2CaO$. Учитывая, что $n(O_2) = 32 / 32 = 1$ моль, а стехиометрическое соотношение кальция к кислороду 2 : 1, кислород остаётся в избытке, следовательно лимитирующим веществом является кальций. Как видно из уравнения реакции, число моль вступившего в реакцию кальция равно числу моль полученного оксида кальция. Поскольку реагирует 1 моль кальция, образуется также 1 моль оксида кальция, а это значит, что максимально можно получить 56 г оксида кальция.]

5. При нагревании 7 г железа с 6 г серы образуется FeS, при этом одно из исходных веществ остается в избытке. Какое вещество и какая его масса (г) потребуется на то, чтобы вещество, оставшееся непрореагировавшим, полностью вступило в реакцию?

[Ответ. Уравнение реакции имеет вид: $Fe + S \longrightarrow FeS$. Как видно из уравнения реакции, железо и сера реагируют в мольном отношении 1:1. Рассчитывается число молей железа и серы: $n(Fe) = 7 / 56 = 0,125$ моль; $n(S) = 6 / 32 = 0,1875$ моль. Как следует из отношения 0,125 : 0,1875, сера остаётся в избытке и лимитирующим веществом является железо. Рассчитывается масса оставшейся в избытке серы:

$$\underset{7\ г}{Fe} + \underset{x\ г}{S} \longrightarrow \underset{56\ г}{FeS}$$
$$\qquad\qquad\quad 32\ г$$

Отсюда находится масса прореагировавшей серы: x = 7 · 32 / 56 = 4 г. Тогда масса серы, оставшейся в избытке, составит 6 – 4 = 2 г. Далее рассчитывается масса железа, которая потребуется для полного вступления в реакцию 2 г серы:

$$\underset{y\ г}{Fe} + \underset{2\ г}{S} \longrightarrow \underset{56\ г}{FeS}$$
$$\qquad\qquad\quad 32\ г$$

Отсюда, y = 2 · 56 / 32 = 3,5 г железа.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Объяснение сущности понятия“стехиометрия”	Мотивация, деятельность, опрос
Проведение расчётов на основе стехиометрии	Деятельность, опрос, закрепление,задание
Объяснение сути “закона объёмных отношений” и проведение расчётов на его основе	Деятельность, опрос, закрепление,задание
Понимание сущности понятия“лимитирующее вещество” и проведение расчётов на его основе.	Деятельность, опрос, закрепление,задание

Mövzu 2.4

Выход химических реакций (3 часа)

- **Учебник:** стр. 48
- **Рабочая тетрадь:** стр. 40

Подстандарты	9-4.2.2
Цели обучения	Понимает сущность понятий “выход химической реакции”, “теоретический выход”, “практический выход” и “практический выход продукта” Проводит расчёты, связанные с практическим выходом продукта Проводит расчёты, связанные со степенью чистоты вещества
Навыки XXI века	Интерактивность, навыки критического мышления и внесения корректив в существующие пути решения проблемы, умение обосновывать своё мнение, исследовательские навыки
Вспомогательные средства	Плакаты с различными заданиями
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Обсуждение ситуации: количество продукта химических реакций, полученного на практике, меньше его количества, теоретически рассчитанного по химическому уравнению.

Объяснение. Объяснение сущности понятий “выход химической реакции”, “теоретический выход”, “практический выход” и “практический выход продукта”, проведение расчётов, связанных с практическим выходом продукта, проведение расчётов, связанных со степенью чистоты вещества.

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-9.

Оценивание. Понимание сущности понятий “выход химической реакции”, “теоретический выход”, “практический выход” и “практический выход продукта”, проведение расчётов, связанных с практическим выходом продукта, проведение расчётов, связанных со степенью чистоты вещества.

МОТИВАЦИЯ Учитель знакомит учащихся с информацией из вводной части темы. Сообщает, что в промышленных процессах количество продукта, полученного в ходе химических реакций, как правило оказывается меньше количества, теоретически рассчитанного по уравнению реакции. Затем он организует обсуждение, спрашивая у класса: “*Как вы думаете, чем это обусловлено?*” Учащиеся могут дать различные ответы на этот вопрос. Обсуждение продолжаются вопросом “*Как этот фактор должен учитываться при расчётах?*”

ОБЪЯСНЕНИЕ Далее учитель знакомит учащихся с понятиями “выход химической реакции”, “теоретический выход” и “практический выход”. Он доводит до внимания учащихся, что теоретический выход составляет 100%, тогда как как практический выход обычно меньше теоретического выхода, и, обобщая ответы учащихся, поясняет, чем это обусловлено (неоптимальные условия реакции; реакция не протекает до конца; происходят побочные реакции; низкая степень чистоты сырья; неточное измерение количества сырья; потери продукта и т. д.). Затем учитель знакомит учащихся с понятием “практический выход продукта” и

представляет формулу для его расчёта. Для проведения расчётов по этой формуле он акцентирует внимание класса на блоке “Примеры” (пример 1). Учащиеся самостоятельно выполняют эти задания, сверяют свои решения и ответы с учебником, а при необходимости учитель даёт пояснения. По данному уравнению реакции учитель может предложить различные задания для проведения дополнительных расчётов с использованием этой формулы. Например:

1. При взаимодействии 112 граммов азота с водородом, взятым в избытке, было получено 6 моль аммиака. Рассчитайте практический выход продукта (в %).
Ответ. 75

2. При взаимодействии 144 дм^3 (20^{o}C и 1 атм) водорода с азотом, взятом в избытке, был получен 51 грамм аммиака. Рассчитайте практический выход продукта (в %).
Ответ. 75

3. Сколько дм^3 (20^{o}C и 1 атм) аммиака можно получить в результате взаимодействия 2 моль азота с водородом, взятым в избытке, при практическом выходе продукта 75%?
Ответ. 72

4. Сколько моль аммиака можно получить при взаимодействии 24 г водорода с азотом, взятым в избытке, если практический выход продукта составляет 40%?
Ответ. 3,2

5. Сколько моль азота должно прореагировать с водородом, взятым в избытке, чтобы получить 7,2 дм^3 (20^{o}C и 1 атм) аммиака с выходом 60%?
Ответ. 0,25

6. Сколько дм^3 (20^{o}C и 1 атм) водорода должно прореагировать с избытком азота, чтобы получить 6,4 моль аммиака с выходом 80%?
Ответ. 288

Затем учитель заостряет внимание на том, что одной из причин, по которой практический выход продукта меньше теоретического, является “низкая степень чистоты сырья”. Он указывает, что такая ситуация часто наблюдается в промышленных процессах, для которых эти расчёты имеют большое значение.

ИССЛЕДОВАНИЕ В этой связи учитель направляет внимание учащихся на блок “Деятельность”. Здесь исследуется порошок алюминия, содержащий условно примесь порошка меди. Учитель делит учащихся на группы и раздаёт им образцы (по 1-2 г) смеси порошкообразных алюминия и меди, при этом он может взять для приготовления образцов различные массы компонентов. Если в лаборатории нет порошка меди и алюминия, можно использовать небольшие обрезки алюминиевой и медной проволоки. В ходе опыта алюминий реагирует с соляной кислотой ($2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$), тогда как медь в реакцию не вступает. Учитель должен проследить, чтобы при проведении опыта соляная кислота была взята в избытке и алюминий в смеси мог полностью прореагировать. В противном случае в реакцию вступит не весь алюминий, что приведёт к ошибке в расчётах. При фильтрации непрореагировавшая примесь меди останется на фильтровальной бумаге. Учащиеся находят разницу между массой фильтровальной бумаги до фильтрации и её массой после процесса фильтрации и высушивания и таким образом определяют массу меди в своём образце смеси. Затем масса меди делится на массу смеси и результат выражается в процентах (умножением на 100%). К примеру, если масса смеси алюминия с медью составляла 1,8 г, масса фильтровальной бумаги – 0,8 г, а масса фильтровальной бумаги с осадком после фильтрации и высушивания – 1,1 г, то масса меди будет равна 1,1 – 0,8 = 0,3 г, а масса алюминия 1,8 – 0,3 = 1,5 г. Отсюда степень чистоты алюминия $1,5 \cdot 100 / 1,8 \approx 83,3\%$.

ОБЪЯСНЕНИЕ Для проведения расчётов, связанных со степенью чистоты, учитель предлагает учащимся выполнить задания из блока “Примеры” (пример 2). Учащиеся самостоятельно

выполняют эти задания, сверяют свои решения и ответы с учебником, а при необходимости учитель даёт пояснения. Дополнительно учащимся могут быть даны следующие задания:

1. В промышленности углекислый газ получают из известняка. Карбонат кальция, являющийся основным компонентом известняка, разлагается следующим образом:

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

Рассчитайте степень чистоты (%) известняка, если при разложении 500 г известняка было получено 108 дм^3 (20^{o}C и 1 атм) углекислого газа.
Ответ. 90

2. Основная составная часть мела – карбонат кальция. Рассчитайте число моль углекислого газа, полученного при взаимодействии 20 г мела с избытком соляной кислоты, учитывая, что степень чистоты мела составляет 95%.
Ответ. 0,19

Затем учитель концентрирует внимание учащихся на блоке “Знаете ли вы?” и знакомит их с интересной информацией (*Чистое золото слишком мягкое для изготовления из него ювелирных украшений. Чтобы повысить твёрдость, к золоту добавляют такие металлы, как медь и никель. Чистота золота измеряется в каратах. Чистое золото соответствует 24 каратам. Если кольцо сделано из 18-каратного золота, то степень его чистоты составляет:* $18 \cdot 100 / 24 = 75\%$.).

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. Здесь представлены два задания.

1. Сколько г серы потребуется сжечь для получения 19,2 г SO_2 при практическом выходе 60%?
[Ответ. Сначала рассчитывается масса SO_2, соответствующая теоретическому выходу:

$$19{,}2\ г\ -\ 60\%$$
$$x\ г\ -\ 100\%$$
$$x = 32\ г$$

Затем рассчитывается масса серы, которая расходуется на получение 32 г SO_2 :

$$\underset{32\ г}{S} + \underset{32\ г}{O_2} \longrightarrow \underset{64\ г}{SO_2}$$

Отсюда, $x = 32 \cdot 32 / 64 = 16$ г.]

2. Газовая смесь, состоящая из метана и сероводорода, содержит 80% (по массе) метана. Рассчитайте массу (г) исходной смеси, зная, что при сгорании этой смеси было получено 17,6 г углекислого газа.

[Ответ. Углекислый газ образуется из метана, входящего в состав данной смеси .
Рассчитывается масса метана, израсходованного на получение 17,6 г углекислого газа:

$$\underset{16\ г}{CH_4} + 2\underset{}{O_2} \longrightarrow \underset{44\ г}{CO_2} + 2H_2O$$

Отсюда, $x = 16 \cdot 17{,}6 / 44 = 6{,}4$ г. С учётом того, что смесь на 80% состоит из метана, рассчитывается общая масса смеси:

$$6{,}4\ г\ -\ 80\%$$
$$x\ г\ -\ 100\%$$
$$x = 8\ г.]$$

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленные в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. При нагревании 50 г карбоната кальция в результате его разложения было получено 7 г оксида кальция. Рассчитайте практический выход (%) продукта реакции.

[Ответ. На основании уравнения реакции разложения карбоната кальция рассчитывается масса оксида кальция, которая теоретически может получиться из 50 г карбоната кальция:

$$\underset{100\ г}{CaCO_3} \longrightarrow \underset{56\ г}{CaO} + CO_2$$

Отсюда, x = 50 · 56 / 100 = 28 г. С учётом того, что в ходе реакции было получено 7 г оксида кальция, рассчитывается его выход:

Практический выход оксида кальция = 7 · 100 / 28 = 25%.]

2. На основании уравнения реакции $2NH_3 \longrightarrow N_2 + 3H_2$ рассчитайте число моль водорода, полученного при разложении 20% аммиака, взятого количеством 8 моль.

[Ответ. Рассчитывается число моль разложившегося аммиака:

8 моль – 100%
x моль – 20%
x = 1,6

На основании реакции разложения аммиака рассчитывается число моль водорода:

$$\underset{2\ моль}{2NH_3} \longrightarrow N_2 + \underset{3\ моль}{3H_2}$$

Отсюда, x = 1,6 · 3 / 2 = 2,4 моль.]

3. Сколько $дм^3$ (20°C и 1 атм) водорода можно получить при взаимодействии 112 граммов железа с избытком соляной кислоты при практическом выходе 75%?

[Ответ. Рассчитывается теоретическое количество водорода, которое может получиться по реакции взаимодействия 112 г железа соляной кислотой:

$$\underset{56\ г}{Fe} + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + \underset{24\ дм^3}{H_2}$$

Отсюда, x = 112 · 24 / 56 = 48 $дм^3$. Рассчитывается объём водорода при практическом выходе продукта, равном 75%:

Практический выход водорода = фактически полученное количество / теоретически рассчитанное количество

75 = фактически полученное количество · 100 / 48

Фактически полученное количество = 75 · 48 / 100 = 36 $дм^3$.]

4. Порошок цинка содержит некоторое количество примеси порошка меди. Учитывая, что при воздействии на 200 грамм этого образца разбавленной серной кислоты, взятой в избытке, образуется $1{,}204 \cdot 10^{24}$ молекул газа, рассчитайте степень чистоты (%) образца.

[Ответ. При добавлении к разбавленной серной кислоте смеси цинка и меди в реакцию вступает только один из металлов – цинк. Масса прореагировавшего цинка рассчитывается по уравнению реакции цинка с разбавленной серной кислотой, исходя из числа молекул выделившегося газа:

$$\underset{65\ г}{Zn} + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + \underset{6{,}02 \cdot 10^{23}\ молекул}{H_2}$$

Отсюда, x = 65 · 1,204 · 10^{24} / 6,02 · 10^{23} = 130. Учитывая, что в 200 г смеси содержится 130 г цинка, рассчитывается степень чистоты образца цинка:

200 г – 100%
130 г – x %
x = 65.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности понятий “выход химической реакции”, “теоретический выход”, “практический выход” и “практический выход продукта”	Мотивация, деятельность, вопрос
Проведение расчётов, связанных с практическим выходом продукта	Деятельность, опрос, закрепление, задание
Проведение расчётов, связанных со степенью чистоты вещества	Деятельность, опрос, закрепление, задание

Наука, технология, жизнь (1 час)

• **Учебник:** стр. 51

В разделе “Наука, технология, жизнь” обсуждаются в целом важное значение и применение на практике химических расчётов. В тексте освещается:

- историческое развитие химических расчетов (исследования Лавуазье и Авогадро);
- роль расчётов по химическим уравнениям в промышленности (производство удобрений, топлива, химических веществ) и повседневной жизни (дыхание, питание, энергия);
- применение в скором времени химических расчётов в современных технологиях и методах искусственного интеллекта.

Очевидно, что химические расчёты имеют не только теоретическое значение, но и составляют основу для эффективного функционирования промышленности и рационального течения повседневной жизни.

Учитель может предложить учащимся предварительно ознакомиться с данным материалом, расширить данную информацию на основе нижеследующих вопросов, используя интернет-ресурсы, и на базе представленного текста подготовить презентацию.

1. Что такое химические расчёты и почему они так важны?

2. Какой закон сформулировал и экспериментально доказал Антуан Лавуазье?

3. Какие нововведения в химию привнёс Амедео Авогадро?

4. Почему продукта, полученного на практике, оказывается меньше, чем было рассчитано теоретически?

5. Какие проблемы могут возникнуть в промышленности без проведения химических расчётов?

6. Где мы сталкиваемся с химическими расчётами в повседневной жизни?

7. Какова роль расчётов в производстве удобрений или топлив?

8. Где, по вашему мнению, более важны химические расчёты: в лаборатории или в промышленности? Почему?

9. Сможет ли искусственный интеллект полностью заменить расчёты в химии?

10. К каким последствиям могут привести ошибки при проведении расчётов на заводских предприятиях?

11. Как химические расчёты способствуют экономии ресурсов?

12. Как химические расчёты влияют на защиту окружающей среды?

13. Если бы вы были директором химического завода, что бы вы сделали для увеличения объёмов производства?

В таком случае основная информация из этого материала можно обсудить в течение примерно первых 15 минут урока, а затем перейти к обсуждению дополнительных материалов, подготовленных учащимися на основе предложенных вопросов.

Проект (1 час)

• **Учебник:** стр. 53

В проекте предусматривается установление формулы кристаллогидрата путём экспериментального измерения количества кристаллизационной воды, содержащейся в кристаллогидрате. В ходе реализации проекта учащиеся учатся применять теоретические знания на практике, проводить измерения и расчёты и делать выводы на их основе.

Данный проект должен выполняться в лаборатории. Учитель может поделить учеников на группы и выдать им образцы медного купороса разной массы. При отсутствии в лаборатории медного купороса можно использовать другие кристаллогидраты. Также группам могут быть розданы разные кристаллогидраты для реализации проекта.

Примерный отчёт по данному проекту показан ниже:

1. Результаты опыта:

Масса фарфоровой чашки, г	55,42
Масса фарфоровой чашки с медным купоросом, г	59,68
Масса медного купороса, г	4,26
Масса фарфоровой чашки с веществом после прокаливания, г	58,15
Масса безводной соли, г	2,73
Масса воды, г	1,53

2. Изменение цвета в ходе опыта: от синего до белого

3.Число моль воды, приходящейся на 1 моль сульфата меди(II):

$M_r(CuSO_4) = 160$; n(сульфата меди(II)) = 2,73 / 160 = 0,017

$M_r(H_2O) = 18$; n(воды) = 1,53 / 18 = 0,085

0,017 моль $CuSO_4$ – 0,085 моль H_2O

1 моль $CuSO_4$ – x моль H_2O

x = 5

4. Формула кристаллогидрата: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

5. Массовая доля воды в кристаллогидрате:

Массовая доля = 5 · 18 · 100 / 250 = 36%

3-й РАЗДЕЛ Термохимия

Тема №	Название	Кол-во часов	Учебник (стр.)	Рабочая тетрадь (стр.)
Тема 3.1	Энтальпия	3	58	47
Тема 3.2	Измерение теплоты	3	64	53
Тема 3.3	Изменение стандартной энтальпии. Закон Гесса	3	69	56
Тема 3.4	Энергия связи	2	78	59
Тема 3.5	Расчет энергетической ценности продуктов питания	2	84	63
	Наука, технология, жизнь	1	88	
	Проект	1	90	
	Обобщающий урок (заключение и обобщающие задания)	1	93	66
	МСО-3	1		
	ВСЕГО	**17**		

Краткий обзор раздела

Из этого раздела учащиеся узнают, что химические реакции сопровождаются выделением или поглощением теплоты (экзотермические и эндотермические реакции) и эта теплота характеризуется изменением энтальпии, познакомятся с понятиями “энтальпия образования” и “энтальпия сгорания”, поймут сущность закона Гесса, научатся рассчитывать изменение энтальпии химических реакций на его основе, используя для расчетов стандартную теплоту образования, стандартную теплоту сгорания и энергию связи. Учащиеся будут определять экспериментальным путём тепловой эффект реакций нейтрализации и энергетическую ценность различных продуктов питания, а также выполнять различные стехиометрические расчеты, связанные с вычислением теплового эффекта.

Из раздела “Наука, технология, жизнь” учащиеся узнают об опасности истощения невозобновляемых источников энергии и обусловленной этим важности использования альтернативных источников энергии.

При выполнении раздела “Проект” учащиеся будут экспериментально определять тепловой эффект реакций горения различных спиртов и сопоставят экономическую эффективность их использования в качестве топлива.

Введение в раздел

Во введении содержится краткая информация о важном значении энергии. При изучении введения учитель организует обсуждение, основанное на ранее изученном материале и знаниях учащихся, взятых из повседневной жизни, и просит их высказать свое мнение.

Затем он приступает к обсуждению вопросов из учебника:

– *В ходе какой реакции химическая энергия превращается в тепловую энергию? [Ответ. Реакции горения; реакции, протекающие во время переваривания пищи, реакции нейтрализации и др.]*
– *За счёт каких веществ вырабатывается энергия в нашем организме? [Ответ. В основном это жиры, белки и углеводы]*
– *Как вы считаете, в чём состоит значение изучения тепловых эффектов химических реакций? [Ответ. На этот вопрос могут быть даны различные ответы (например: “Для выбора топлив, вырабатывающих больше энергии”; “Выбор менее энергоемких процессов в промышленности для снижения себестоимости продукта”; “Для лучшего понимания хода реакции с учётом характера изменения теплоты”; “Для соблюдения мер безопасности, так как выделение большого количества теплоты может привести к взрыву” и т.д.]*

Учитель сообщает учащимся, что в этом разделе будут в основном рассматриваться тепловые эффекты реакций и некоторые расчеты, связанные с тепловым эффектом, и переходит к первой теме раздела.

Тема 3.1

Энтальпия (3 часа)

- **Учебник:** стр. 58
- **Рабочая тетрадь:** стр. 47

Подстандарты	9-4.2.3
Цели обучения	Различает экзотермические и эндотермические реакции Понимает сущность выражения теплового эффекта изменением энтальпии Поясняет и применяет энергетические диаграммы Проводит стехиометрические расчеты по уравнениям с указанным тепловым эффектом реакции
Навыки XXI века	Умение выражать свои мысли и выслушивать других, интерактивность, сотрудничество, умение обосновывать свое мнение, знание методов сбора информации при проведении исследований, исследовательские навыки
Вспомогательные средства	Энергетические диаграммы, термометр, пластиковый стакан, мешалка, гидроксид натрия, хлорид аммония
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Установление связи между ситуацией из повседневной жизни и тепловым эффектом.

Объяснение. Объяснение сущности выражения теплового эффекта изменением энтальпии, объяснение и применение энергетических диаграмм, проведение стехиометрических расчетов по уравнениям с указанным тепловым эффектом реакции.

Исследование. Различение экзотермических и эндотермических реакций.

Закрепление. Учебник: зад. № 1, 2. РТ: №1-13.

Оценивание. Различение экзотермических и эндотермических реакций, понимание сущности выражения теплового эффекта изменением энтальпии, пояснение и применение энергетических диаграмм, проведение стехиометрических расчетов по уравнениям с указанным тепловым эффектом реакции.

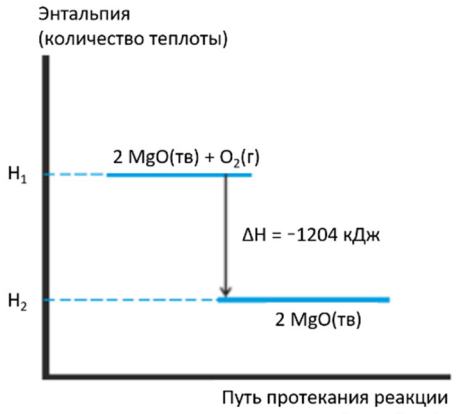
МОТИВАЦИЯ Учитель знакомит учащихся с информацией, представленной во вводной части темы. В этой части описывается ситуация, которая часто встречается во время игры в футбол. Затем он организует обсуждение, начав с вопроса *“Как вы думаете, что стало причиной охлаждения пакета?”*. В ходе обсуждения проясняется, что в пакете происходит эндотермическая реакция, что способствует поглощению теплоты с болезненного и отёчного участка тела и его охлаждению. Учитель продолжает обсуждение вопросом *“Почему пакет не охлаждается без сжатия?”* Устанавливается, что вещества, размещённые в пакете по отдельности, в результате сжатия смешиваются, что приводит к возникновению между ними химической реакции.

ОБЪЯСНЕНИЕ Чтобы напомнить учащимся сведения об экзотермических и эндотермических реакциях, изученных ими по учебнику “Химия” для 7 класса, учитель обращается к классу с вопросами. Выявляется, что в ходе химических реакций выделяется или поглощается теплота. Реакции, протекающие с выделением теплоты, называются экзотермическими реакциями, а реакции, протекающие с поглощением теплоты – эндотермическими реакциями. Учитель напоминает учащимся обсуждение представленного во введении в раздел материала о важном значении изучения указанной теплоты, и отмечает, что раздел химии, изучающий эту форму энергии, называется термохимией. Затем он сообщает, что для выражения этой теплоты используют понятие “энтальпия.” Поскольку “энтальпия” является в своей сути сложным для восприятия понятием (“Энтальпия является термодинамической функцией и рассчитывается как $H=U+pV$. Здесь H – энтальпия, U – внутренняя энергия, p – давление, V – объем. В химических реакциях при постоянном давлении теплообмен соответствует изменению энтальпии, то есть изменение энтальпии – это теплота, полученная или отданная при постоянном давлении.”), рекомендуется

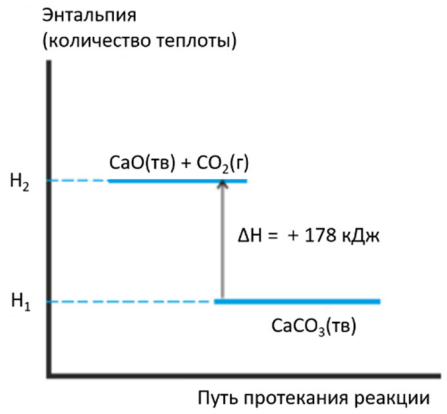
отказаться от подробного разъяснения этого понятия учащимся и сконцентрировать внимание на том, что выделенная или поглощённая теплота выражается как “изменение энтальпии”.

ИССЛЕДОВАНИЕ Учитель концентрирует внимание учащихся на блоке “Деятельность”. Проводя представленные в этом блоке опыты, учащиеся учатся различать экзотермические и эндотермические процессы. Поскольку это простой в исполнении эксперимент, учитель может поделить учащихся на группы и провести его с несколькими группами. Затем он организует обсуждение результатов опыта. На вопрос “*Как изменилась температура в каждом из двух опытов?*” учащиеся отвечают: “В первом опыте повысилась, а во втором опыте понизилась”. Отвечая на вопрос “*В каком опыте наблюдалось поглощение теплоты, а в каком – выделение теплоты?”,* учащиеся отмечают: “Повышение температуры в первом опыте указывает на выделение теплоты, тогда как понижение температуры во втором опыте – на ее поглощение, первый процесс является экзотермическим, а второй — эндотермическим процессом”. На вопрос *“Почему при проведении опытов были использованы пластиковые стаканы?”* учащиеся могут дать разные ответы. Учитель подводит учащихся к ответу “Пластиковые материалы плохо проводят тепло, поэтому в этом случае выделение и поглощение теплоты в ходе опыта наблюдается более наглядно”.

ОБЪЯСНЕНИЕ После проведения опытов учитель объясняет учащимся, что при выделении теплоты энтальпия уменьшается (изменение энтальпии отрицательное), а при ее поглощении – увеличивается (изменение энтальпии положительное). Это изменение наглядно иллюстрируют энергетические диаграммы. Демонстрация энергетических диаграмм конкретных реакций будет способствовать лучшему пониманию учащимися таких диаграмм.



Сумма энергий, заключенных в 2 моль магния и 1 моль кислорода, равна сумме энергии в 2 моль оксида магния и энергии 1204 кДж.



При вычитании из суммы энергий, заключенных в 1 моль оксида кальция и 1 моль диоксида углерода, энергии 178 кДж, получается энергия, заключенная в 1 моль карбоната кальция.

Учитель может представить различные реакции и предложить учащимся построить для них энергетические диаграммы. Например:

$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$	$\Delta H = -57$ кДж
$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$	$\Delta H = -890$ кДж
$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$	$\Delta H = +2800$ кДж
$2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2$	$\Delta H = -368$ кДж
$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$	$\Delta H = +572$ кДж

Затем учитель спрашивает учащихся, являются ли известные им из повседневной жизни реакции экзотермическими или эндотермическими, и чертит на доске две таблицы, составленные из двух столбиков. В дальнейшем эти таблицы будут сравниваться с таблицами из учебника (стр.60 и 62). Далее учитель сообщает, что на основании уравнений с указанием теплового эффекта реакции возможно производить стехиометрические расчеты, и просит учащихся сконцентрировать внимание на задании из блока “Примеры”. Учащиеся, не посмотрев приведенные решения, стараются решить задачи самостоятельно, а учитель оказывает им в этом необходимую помощь. Затем полученные ответы и решения сравниваются с представленными в блоке.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. В этом блоке даны два задания.

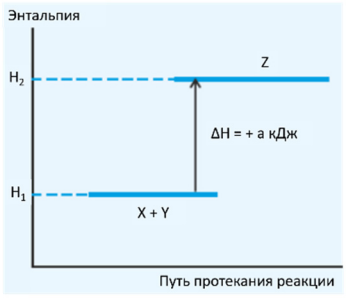
1. На основании графика определите верные и неверные утверждения.



a. В результате реакции выделилось 90 кДж энергии.
b. Эндотермический процесс.
c. Уравнение реакции можно записать: A + B = 2C + 90 кДж.
d. Уравнение реакции можно записать: A + B → 2C ΔH=+90 кДж.
e. При образовании 1 моль вещества C поглотилось 45 кДж энергии.
f. Сумма энтальпий исходных веществ больше энтальпии продукта реакции.

[Ответ.
Как следует из энергетической диаграммы, при взаимодействии веществ A и B образуется вещество C (A + B → 2C), при этом сумма энтальпий исходных веществ больше энтальпии продукта реакции. В ходе реакции энтальпия уменьшается от 140 кДж до 50 кДж, то есть выделяется 140 – 50 = 90 кДж теплоты (экзотермическая реакция), отсюда: A + B = 2C + 90 кДж или A + B → 2C ΔH= –90 кДж. Поскольку выделившиеся 90 кДж теплоты приходятся на 2 моль вещества C, то при образовании 1 моль вещества C выделится соответственно 45 кДж теплоты. Следовательно, утверждения a, c и f верны, b, d и e неверны.]

2. На основании графика определите верные утверждения.



a. Это экзотермическая реакция.
b. В реакции Z → X + Y изменение энтальпии составляет: ΔH = –a кДж.
c. Уравнение реакции можно записать: X + Y = Z + a кДж.

[Ответ.
Как следует из энергетической диаграммы, вещества X и Y, вступая в реакцию, образуют вещество Z. При этом энтальпия увеличивается на a кДж, то есть поглощается a кДж теплоты (эндотермическая реакция), тогда уравнение реакции имеет вид: X + Y = Z – a кДж.

А уравнение обратной реакции можно записать как $Z \rightarrow X + Y + a$ кДж и $Z \rightarrow X + Y$ $\Delta H = -a$ кДж. Следовательно, верно утверждение b.]

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленные в рубрике "Примените полученные знания".

1. В экзотермической реакции ΔH<0 или ΔH>0? Обоснуйте свой ответ.

[Ответ. В экзотермическмх реакциях $\Delta H<0$. Ввиду того, что в экзотермических реакциях теплота выделяется, энтальпия уменьшается ($H_1>H_2$) и $H_2 - H_1 < 0$.]

2. Какой из нижеприведённых процессов экзотермический, а какой – эндотермический?

a. Замерзание воды
b. Таяние шоколада
c. Испарение воды
d. Горение серы
e. Разложение гидроксида меди(II)
f. Растворение нитрата калия в воде

[Ответ. При замерзании воды и сгорании серы теплота выделяется – это экзотермические процессы; при таянии шоколада, испарении воды, разложении гидроксида меди(II) и растворении нитрата калия в воде теплота поглощается – это эндотермические процессы (экзотермический процесс – a, d; эндотермический процесс – b, c, e, f).]

3. При полном сгорании 2,4 г магния выделяется 97 кДж теплоты. Составьте уравнение реакции.

[Ответ.
$2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$
Учитывая, что $A_r(Mg)=24$, рассчитаем, сколько выделится теплоты при сгорании 2 моль (48 г) магния:
2,4 г – 97 кДж
48 г – x кДж
x = 1940
Уравнение реакции: $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO + 1940$ кДж или $2Mg + O_2 \rightarrow 2MgO$ $\Delta H = -1940$ кДж.]

4. Готовят раствор гидроксида кальция, полностью растворив в воде 0,1 моль оксида кальция. При этом выделяется 108 кДж теплоты.

a. Сколько теплоты (кДж) выделяется при растворении 1 моль оксида кальция в воде, взятой в избытке?
b. Напишите уравнение реакции.

[Ответ.
a. Если при полном растворении в воде 0,1 моль оксида кальция выделяется 108 кДж теплоты, то соответственно при полном растворении в воде 1 моль оксида кальция выделится 1080 кДж теплоты.
b. $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + 1080$ кДж или $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$ $\Delta H = -1080$ кДж.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Различение экзотермических и эндотермических реакций	Мотивация, опрос, деятельность, задание
Понимание сущности выражения теплового эффекта реакции изменением энтальпии	Опрос, закрепление, задание
Объяснение и применение энергетических диаграмм	Опрос, закрепление
Проведение стехиометрических расчетов по уравнениям реакций на основании теплового эффекта	Опрос, закрепление, задание

Тема 3.2

Измерение теплоты (3 часа)

- **Учебник:** стр. 64
- **Рабочая тетрадь:** стр. 49

Подстандарты	9-4.2.3
Цели обучения	Определяет экспериментальным путем удельную теплоту сгорания и молярную теплоту сгорания вещества Проводит вычисления на основании удельной теплоты сгорания и молярной теплоты сгорания Проводит вычисления на основании теплоты нейтрализации
Навыки XXI века	Умение обосновывать своё мнение, знание методов сбора информации при проведении исследований, исследовательские навыки, навыки обдумывания путей решения проблемы
Вспомогательные средства	Спиртовка (заправленная этиловым спиртом), термостойкий стакан, термометр, мерный цилиндр, весы
Электронные ресурсы	https://www.youtube.com/watch?v=ohyA9amFfsc&t=138s https://www.youtube.com/watch?v=VG9YG0VviHc

Краткий план урока

Мотивация. Объяснение процесса теплообмена в зависимости от материала, из которого изготовлен сосуд.

Объяснение. Объяснение сущности таких величин, как удельная теплота сгорания, молярная теплота сгорания и теплота нейтрализации, проведение расчетов на основе этих величин.

Исследование. Определение экспериментальным путем удельной теплоты сгорания и молярной теплоты сгорания.

Закрепление. Учебник: зад. №1-4. РТ: №1-6.

Оценивание. Определение экспериментальным путем удельной теплоты сгорания и молярной теплоты сгорания, проведение расчетов на основании удельной теплоты сгорания, молярной теплоты сгорания и теплоты нейтрализации.

МОТИВАЦИЯ Во введении в тему даны изображения пластиковой чашки, стальной кружки и термоса, в которые налито равное количество горячего кофе одинаковой температуры. Учитель предлагает учащимся ознакомиться с этой картинкой и начинает обсуждение, обратившись к ним с вопросом: “*В какой посуде кофе остынет быстрее? Почему?*” В результате обсуждения учащиеся приходят к заключению, что кофе быстрее остывает в стальной кружке, поскольку сталь обладает большей теплопроводностью, чем пластик. Здесь учитель напоминает учащимся, что, как известно из учебника химии для 7-го класса, одним из характерных свойств металлов является их высокая теплопроводность. Также выясняется, что термос характеризуется низкой теплопроводностью, поскольку его сосуд изолирован от окружающей среды специальным слоем.

Учащиеся с помощью вопроса “*Из какого материала должен быть изготовлен сосуд, чтобы кофе в нём долго оставался горячим*?” проводят обобщение и отвечают: “из материала, плохо проводящего тепло”. Обсуждение продолжается вопросом *“Как можно в лаборатории измерить способность сосуда сохранять тепло?”* Учащиеся решают, что это можно сделать, периодически измеряя температуру воды. Так, сосуд лучше сохранит тепло, если температура воды в нём будет изменяться незначительно в течение определенного промежутка времени.

ОБЪЯСНЕНИЕ Далее учитель напоминает учащимся, что, как известно из предыдущей темы, изменение энтальпии реакции — это разность между энергией исходных веществ и продуктов реакции, и обращает их внимание на то, что непосредственно измерить и узнать запас энергии вещества невозможно. Он сообщает, что именно поэтому для определения изменения энтальпии используется изменение температуры в ходе реакции. Учитель объясняет, что, зная изменение температуры, можно узнать удельную теплоемкость – показатель, известный

учащимся из учебника ”Физика”, и изменение запаса энергии, которое соответствует изменению энтальпии и рассчитывается по формуле $\Delta H = m \cdot c \cdot \Delta t$. Затем он предлагает учащимся рассчитать это изменение температуры опытным путем. Для этого он направляет их внимание на блок “Деятельность”.

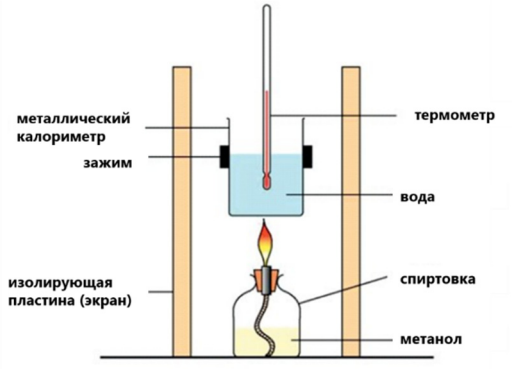
ИССЛЕДОВАНИЕ Проводя опыт, представленный в блоке “Деятельность”, учащиеся определяют количество теплоты, которая выделяется при сгорании определенного количества этилового спирта. Учитель напоминает учащимся о соблюдении правил безопасности при обращении с огнем, а затем делит их на небольшие группы. Если при проведении опыта группы будут использовать спиртовки и стаканы разного размера, будет разным взятое количество воды и время горения спиртовки, то и результаты опытов будут различаться. Учитель обращается к группам с вопросом: “*Какое количество теплоты выделилось (в Дж), исходя из количества сжигаемого этилового спирта*?” Поскольку в разных группах были использованы спиртовки и стеклянные стаканы разного размера, разное количество воды, было различным время горения спиртовки, ответы на вопрос также различаются. Затем учитель, с помощью вопроса “*Как рассчитать количество теплоты, выделяющейся при сгорании 1 моль этилового спирта; 1 г этилового спирта?*”, привлекает учащихся к расчетам. Исходя из массы сжигаемого этилового спирта, учащиеся рассчитывают количество теплоты, соответствующее 1 г и 1 молю (46 г) этилового спирта. Несмотря на различия в результатах опытов, при расчете должны быть получены близкие значения. Затем учитель сообщает ученикам, что для этилового спирта эта теплота равна соответственно 30 кДж и 1367 кДж, сравнивает с этими значениями результаты групп и вычисляет разницу. Затем он предлагает провести обсуждение и спрашивает:” *Что могло быть причиной имеющегося расхождения*?” Он также напоминает им информацию из вводной части темы. В ходе обсуждения устанавливается, что при нагревании часть теплоты теряется в окружающую среду (пламя нагревает воздух, тепло передается от стеклянного стакана воздуху и т. д.). Кроме того, выясняется, что ответы могут отличаться от имеющихся в литературе результатов из-за погрешностей, допущенных при определении массы на весах и температуры с помощью термометра. При необходимости учитель в ходе обсуждения подводит учащихся к нахождению правильных ответов.

ОБЪЯСНЕНИЕ Далее учитель объясняет, что в этих опытах используется прибор, называемый калориметром, а устройство, собранное в ходе опыта, является упрощенным вариантом этого прибора, и объясняет принцип работы бомбового калориметра. При объяснении могут быть также использованы различные видеоролики:
https://www.youtube.com/watch?v=ohyA9amFfsc&t=138s
https://www.youtube.com/watch?v=VG9YG0VviHc

Затем учитель знакомит учащихся с понятиями “удельная энтальпия сгорания” и “молярная энтальпия сгорания” и сообщает, что расчеты, проведенные по окончании опыта, связаны с этими понятиями, а единицы измерения для этих величин – соответственно кДж/г и кДж/моль. Затем, чтобы привлечь учащихся к расчетам по этим величинам, он предлагает им решить задачу, представленную в блоке “Пример 1”. Далее он дает информацию о понятии “теплота нейтрализации”, доводит до их сведения, что найти теплоту нейтрализации этих реакций возможно экспериментальным путем согласно опыту, приведенному в блоке “Деятельность”. Для постановки опыта можно использовать различные щёлочи (NaOH, KOH) и сильные кислоты (HNO_3, HCl). В результате опытов устанавливается, что теплота нейтрализации реакций, протекающих между сильными кислотами и сильными основаниями, одинакова (приблизительно – 57 кДж/моль). Далее, для развития у учащихся вычислительных навыков, учитель предлагает им провести расчеты на основе блока “Пример 2”. Учащиеся сначала стараются решить задачу самостоятельно, а затем полученный ответ и ход решения сопоставляются с приведенными в блоке “Пример 2”. Поскольку это задание сложнее предыдущего, учитель при необходимости оказывает ученикам помощь направляющего характера.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ На этом этапе учащиеся выполняют задание из рубрики “Примените полученные знания”.

Показан прибор, который использовали для определения удельной энтальпии сгорания метанола. Теплота, выделяющаяся при сгорании 1,6 г данного топлива, повышает температуру 400 мл воды с 15°C до 36°C ($c = 4{,}2\ C \cdot г^{-1} \cdot °C^{-1}$). a. Рассчитайте тепловой эффект (в кДж) реакции горения метанола.



b. Рассчитайте удельную теплоту сгорания (в кДж/г) метанола.

c. Рассчитайте молярную теплоту сгорания (в кДж/моль) метанола.

[Ответ.

Учитывая, что плотность воды 1г/мл, масса 400 мл воды составляет 400 г.

$\Delta H = m \cdot c \cdot \Delta t = 400 \cdot 4{,}2 \cdot 21 = 35280$ Дж = 35,28 кДж.

a. Тепловой эффект реакции сгорания метанола ($2CH_3OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 4H_2O$):

35,28 кДж – 1,6 г метанола

x кДж – 64 г

x = 1411,2 кДж (тепловой эффект реакции – 1411,2 кДж)

b. Удельная теплота сгорания метанола:

35,28 кДж – 1,6 г метанола

x кДж – 1 г

x = 22,05 кДж (удельная теплота сгорания – 22,05 кДж/г)

c. Молярная теплота сгорания метанола (M(метанола) = 32 г/моль):

35,28 кДж – 1,6 г метанола

x кДж – 32 г

x = 705,6 кДж (молярная теплота сгорания – 705,6 кДж /моль)

a: 1410,12 кДж, b: 22,05 кДж /г; c: 705,6 кДж /моль.]

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленные в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. Почему изменение энтальпии нельзя измерить экспериментальным путём напрямую? *[Ответ. Изменение энтальпии реакции — это разница между энергией исходных веществ и энергией продуктов реакции. Изменение энтальпии нельзя измерить экспериментальным путём, поскольку невозможно непосредственно измерить запас энергии веществ.]*

2. Что такое удельная теплоёмкость?

[Ответ. Удельная теплоёмкость – это количество теплоты, необходимое для повышения температуры вещества массой 1 г на *1°C (или 1 K). Удельная теплоемкость обозначается строчной буквой c и рассчитывается на основании формулы $\Delta H = m \cdot c \cdot \Delta t$ как $c = \Delta H / m \cdot \Delta t$.]*

3. При добавлении порошкообразного цинка, взятого в избытке, к 50 мл раствора, содержащего 0,01 моль сульфата меди(II), температура повышается на 9°C.

a. Напишите уравнение реакции.

b. Рассчитайте изменение энтальпии для 1 моль сульфата меди(II).

[Ответ.

a. $Zn + CuSO_4 \rightarrow Cu + ZnSO_4$

b. $\Delta H = m \cdot c \cdot \Delta t = 50 \cdot 4{,}2 \cdot 9 = 1890$ Дж = 1,89 кДж

0,01 моль – 1,89 кДж

1 моль – x кДж

x = 189 кДж

*И*зменение энтальпии для 1 моль сульфата меди(II)*: –189 кДж.]*

4. При добавлении 8 г нитрата аммония (NH_4NO_3) к 100 мл воды температура понижается на 6°C.

a. Это экзотермический или эндотермический процесс?
b. Рассчитайте изменение энтальпии для описанного выше процесса.
c. Каким будет изменение энтальпии при растворении в воде 1 моль нитрата аммония при тех же условиях?
[Ответ.
a. Снижение температуры при растворении нитрата аммония в воде указывает на то, что этот процесс является эндотермическим.
b. На уровне средней школы за массу раствора обычно принимается масса воды.
$\Delta H = m \cdot c \cdot \Delta t = 100 \cdot 4,2 \cdot 6 = 2520$ Дж = 2,52 кДж.
c. $M(NH_4NO_3)$=80 г/моль

8 г – 2,52 кДж
80 г – x кДж
x = 25,2 кДж.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Определяет экспериментальным путем удельную теплоту сгорания и молярную теплоту сгорания вещества	Деятельность
Проводит расчеты на основании удельной теплоты сгорания и молярной теплоты сгорания	Опрос, закрепление, задание
Проводит расчеты на основании теплоты нейтрализации	Опрос

Тема 3.3

Изменение стандартной энтальпии. Закон Гесса (3 часа)

- **Учебник:** стр. 69
- **Рабочая тетрадь:** стр. 56

Подстандарты	9-4.2.3.
Цели обучения	Понимает сущность понятий “изменение стандартной энтальпии”, “стандартная энтальпия образования” и “стандартная теплота сгорания” и проводит на их основании различные расчеты Проводит различные расчеты на основании закона Гесса
Навыки XXI века	Умение выражать свои мысли и выслушивать других, информационная грамотность, интерактивность, навык критического мышления, знание методов сбора информации при проведении исследований, исследовательские навыки
Вспомогательные средства	Листы ватмана, маркер
Электронные ресурсы	

Краткий план урока
Мотивация. Понимание сущности понятий “изменение стандартной энтальпии”, “стандартная энтальпия образования”, “стандартная теплота сгорания” и существующей между этими понятиями связи, проведение различных расчетов на основании этих понятий.
Объяснение. Сравнение энергетической ценности различных видов топлива.
Исследование. Сравнение энергетической ценности бензина и биоэтанола.
Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-8.
Оценивание. Понимание сущности понятий “изменение стандартной энтальпии”, “стандартная энтальпия образования” и “стандартная теплота сгорания”, проведение различных расчетов на основании закона Гесса.

МОТИВАЦИЯ Учитель начинает урок с того, что напоминает учащимся известные им сведения о топливах. Он спрашивает, какие они знают виды топлива и для каких целей они используются. Затем он продолжает обсуждение вопросом "*Как вы думаете, какой из перечисленных выше видов топлива отдаёт наибольшее количество энергии*?" Учащиеся дают разные ответы, исходя из своего повседневного опыта. Затем учитель обращается к классу с вопросом:"" "*Как мы можем сравнить количество энергии, запасённое в различных видах топлива?*" Выслушав различные ответы, он далее спрашивает: "*Если бы для корректного сравнения потребовалось единое правило, какое правило вы бы предложили?*" После ознакомления с ответами он переходит к объяснению урока.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель объясняет учащимся, что топлива различаются по своему составу. Поскольку химический состав топлив и реакции их сгорания отличаются друг от друга, различны также и стандартные энтальпии сгорания топлив. Ввиду того, что тепловой эффект реакций зависит в том числе и от условий их проведения, теплота сгорания топлив также зависит от условий их сжигания. Следовательно, для объективного сравнения теплоты сгорания топлив этот показатель следует определять при одинаковых условиях. Поэтому теплота сгорания топлив определяется при давлении 1 атм и температуре 298 К (25°С). Эти условия называются "стандартным состоянием". В дополнение учитель отмечает, что это относится не только к реакциям горения – можно сравнивать тепловые эффекты любых реакций, определенные при стандартных условиях. В этом случае изменение энтальпии реакции называется стандартным изменением энтальпии и обозначается как $\Delta H°$. Учитель акцентирует внимание учеников на понятии "стандартная энтальпия образования", которая используется для сравнения энергий химических соединений. Он объясняет, что стандартная энтальпия образования ($\Delta H_{f°}$) – это изменение теплоты, произошедшее в результате образования 1 моль химического соединения из составляющих его элементов (в их наиболее устойчивой форме) в стандартных условиях. Разъяснив это понятие на примере реакции образования воды, он может предложить учащимся составить уравнения реакций с учетом стандартных теплот образования NH_3, HCl, CO_2, Al_2O_3 и т.д. Он подчеркивает, что при этом в уравнениях реакций следует указывать наиболее стабильное состояние элементов. Уравнения этих реакций имеют вид:

$$1/2N_2(г) + 3/2H_2(г) \rightarrow NH_3(г)$$
$$1/2H_2(г) + 1/2Cl_2(г) \rightarrow HCl(г)$$
$$C(графит) + O_2(г) \rightarrow CO_2(г)$$
$$2Al(тв) + 3/2O_2(г) \rightarrow Al_2O_3(тв)$$

Учитель просит учащихся сконцентрировать внимание на таблице, приведенной на стр. 70. В этой таблице приведены стандартные энтальпии образования некоторых веществ. Таблица может использоваться учащимися для решения различных задач, а также учителями при составления заданий, однако данные таблицы не должны учащимися заучиваться. Затем учитель напоминает учащимся о понятии "энтальпия сгорания", с которым они познакомились в предыдущей теме, и отмечает, что эта величина также может сравниваться (для разных веществ) лишь при стандартных условиях и в этом случае называется стандартной энтальпией сгорания ($\Delta H_{c°}$). Он поясняет, что стандартная энтальпия сгорания рассчитывается на основе стандартного изменения энтальпии реакции с учетом коэффициентов сгораемого вещества в химическом уравнении. Например:

$C_2H_5OH(ж) + 3O_2(г) \rightarrow 2CO_2(г) + 3H_2O(ж)$	В этом уравнении реакции коэффициент при сгораемом веществе (C_2H_5OH) – 1, отсюда $\Delta H_c° = \Delta H°$.
$2C_2H_6(г) + 7O_2(г) \rightarrow 4CO_2(г) + 6H_2O(ж)$	В этом уравнении реакции коэффициент при сгораемом веществе (C_2H_6) – 2 , отсюда $\Delta H_c° = \Delta H°/2$.

Затем учитель может привлечь учащихся к выполнению подобных расчетов на основе различных уравнений реакций.

ИССЛЕДОВАНИЕ Далее учитель для прояснения некоторых вопросов из введения (“*Как вы думаете, какой из перечисленных выше видов топлива отдаёт наибольшее количество энергии?*”, “*Как мы можем сравнить количество энергии, запасённое в различных видах топлива?*”) направляет внимание учащихся на блок “Деятельность”. Учащиеся выполняют задание, основываясь на представленных данных, и рассчитывают, что экономичнее – бензин или биоэтанол. Учитель напоминает им, что бензин представляет собой смесь различных веществ, и предлагает использовать для него условно формулу C_8H_{18}. Учащиеся могут также выполнять эту работу в группах и по завершении представить презентацию.

Расчеты следует проводить в следующем порядке:

Шаг 1. Расчет массы 10 литров бензина на основании из его плотности.
Из справочников или интернет-ресурсов узнается плотность бензина: ρ(бензина) ≈ 0,75 г/мл. Эта информация может быть также предоставлена учителем. Масса 10 литров бензина рассчитывается по формуле: $m=\rho V= 0{,}75$ г/мл · 10000 мл = 7500 г.

Шаг 2. Расчет массы 12 литров биоэтанола.
Из справочников или интернет-ресурсов определяется: ρ(этанола) ≈ 0,80 г/мл. Эта информация может быть также предоставлена учителем. Масса 12 литров биоэтанола рассчитывается по формуле: $m=\rho V= 0{,}80$ г/мл · 12000 мл = 9600 г.

Шаг 3. Расчет числа молей каждого из видов топлива.
Учитывая , что M(бензина)=114 г/моль и M(этанола)=46 г/моль, число молей топлив определяется по формуле n=m/M: n(бензина)=7500/114≈65,8 моль, n(этанола)=9600/46=208,7 моль.

Шаг 4. Расчет энергии, выделяемой каждым видом топлива, исходя из значений ΔH_c°.
Исходя из стандартной энтальпии сгорания каждого вида топлива, можно рассчитать, сколько теплоты выделяется при сгорании его заданного количества. Если учесть, что формулу бензина можно условно выразить как C_8H_{18}, стандартную энтальпию сгорания C_8H_{18} можно найти в справочной литературе или в интернете, либо эта информация может быть предоставлена учителем.

$2C_8H_{18}(ж) + 25O_2(г) \rightarrow 16CO_2(г) + 18H_2O(ж)$ $\quad \Delta H^\circ = -10940$ кДж $\quad (\Delta H_c^\circ = -5470$ кДж/моль)

Стандартную энтальпию сгорания этанола можно рассчитать на основе информации, имеющейся в учебнике (стр. 71).

$C_2H_5OH(ж) + 3O_2(г) \rightarrow 2CO_2(г) + 3H_2O(ж)$ $\quad \Delta H^\circ = -1367$ кДж $\quad (\Delta H_c^\circ = -1367$ кДж/моль)

Теплота, выделяющаяся при сгорании 65,8 моль C_8H_{18} = 65,8 · 5470 = 359926 кДж
Теплота, выделяющаяся при сгорании 208,7 моль биоэтанола = 208,7 · 1367 = 285292,9 кДж

Шаг 5. Сравнение полученных результатов.
Сравнение показывает, что теплота, выделяющаяся при сгорании 10 литров бензина, примерно в 1,26 раз больше, чем теплота, выделяющаяся при сгорании 12 литров биоэтанола.

ОБЪЯСНЕНИЕ Затем учитель напоминает учащимся, что при изучении предыдущей темы они определяли тепловой эффект реакции экспериментальным путем. Далее он отмечает, что тепловой эффект реакций можно определять и посредством различных расчетов, и переходит к объяснению закона Гесса. Он доводит до внимания учащихся, что изменение энтальпии реакции зависит только от начального и конечного состояния реакционной системы, тогда как стадии, по которым протекает реакция, не оказывают влияния на изменение энтальпии. Если одну и ту же реакцию возможно провести напрямую или в несколько стадий, то суммарное изменение

энтальпии реакции в обоих случаях будет одинаковым. Это объяснение проводится на основе схемы, представленной в учебнике.

В данной теме представлены 3 различных метода расчета теплового эффекта:

1. Путем сложения уравнений реакций и получения итогового уравнения (при этом уравнения реакций следует складывать таким образом, чтобы их сумма дала уравнение итоговой реакции. В этом случае сумма тепловых эффектов реакций равна тепловому эффекту конечной реакции);
2. На основе формулы $\Delta H° = \sum n\Delta H_f°(\text{продукты}) - \sum n\Delta H_f°(\text{исходные вещества})$;
3. На основе формулы $\Delta H_f°(\text{вещество}) = [\sum \Delta H_f°(\text{продукты})] - \Delta H_c°(\text{вещество})$.

После изложения информации о каждом методе и разъяснения учитель, чтобы привлечь учащихся к использованию этих методов при расчетах, предлагает им решить задачи из блоков “Примеры”. Учащиеся стараются самостоятельно выполнить эти задания, а затем сверяют свои ответы и ход решения с приведенными в блоках “Примеры”. Если выясняется, что учащиеся испытывают затруднения при решении задач,им могут быть предложены дополнительные задания по теме.

ИССЛЕДОВАНИЕ Затем учитель направляет внимание учащихся на блок “Подумай·Обсуди·Поделись”. Учащиеся проводят расчеты, сопоставляют свои результаты, обосновывают свои способы решения. Решение этих заданий показано ниже:

$C(\text{алмаз}) + O_2(г) \rightarrow CO_2(г)$ $\quad \Delta H_c°(\text{ алмаз}) = -395{,}4$ кДж/моль

$C(\text{графит}) + O_2(г) \rightarrow CO_2(г)$ $\quad \Delta H_c°(\text{ графит}) = -393{,}5$ кДж/моль

Для получения уравнения итоговой реакции [$C(\text{алмаз}) \rightarrow C(\text{графит})$] следует из первого уравнения вычесть второе по сторонам.

$C(\text{алмаз}) \rightarrow C(\text{графит})$ $\quad \Delta H° = \Delta H_c°(\text{ алмаз}) - \Delta H_c°(\text{ графит}) = -395{,}4 - (-393{,}5) = -1{,}9$ кДж

ЗАКРЕПЛЕНИЕ На этом этапе учащиеся выполняют задания из рубрики “Примените полученные знания”.

1. Ответьте на следующие вопросы, учитывая, что $2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(ж)$ $\Delta H = -571$ кДж.

a. Это эндотермическая или экзотермическая реакция?

b. У каких веществ энтальпия больше – у продуктов реакции или у реагирующих веществ?

c. Какое значение принимает ΔH следующих реакций?

$2H_2O(ж) \rightarrow 2H_2(г) + O_2(г)$

$H_2(г) + 1/2O_2(г) \rightarrow H_2O(ж)$

d. Как, исходя из реакции $H_2O(ж) \rightarrow H_2O(г)$ $\Delta H = +44$ кДж, рассчитать значение ΔH для реакции $2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(г)$?

[Ответ.

a. Для экзотермических реакций $\Delta H<0$, а для эндотермических реакций $\Delta H> 0$. Поскольку $\Delta H = -571$ кДж, эта реакция является экзотермической;

b. Изменение энтальпии есть разность между энтальпией продуктов и энтальпией реагирующих веществ. Отрицательное значение изменения энтальпии в этой реакции показывает, что энтальпия реагентов больше, чем энтальпия продуктов;

c. Тепловой эффект реакций рассчитывается, как показано ниже:

Реакция $2H_2O(ж) \rightarrow 2H_2(г) + O_2(г)$ является обратной реакции $2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(ж)$ $\Delta H = -571$ кДж

Если перевернуть уравнение реакции (поменять продукты и реагенты местами), то знак изменения энтальпии изменится на противоположный, то есть уравнение принимает вид:

$2H_2O(ж) \rightarrow 2H_2(г) + O_2(г)$ $\Delta H = +571$ кДж;

Чтобы получить уравнение $H_2(г) + 1/2O_2(г) \rightarrow H_2O(ж)$, следует все коэффициенты в уравнении реакции $2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(ж)$ поделить на два. При этом значение изменения энтальпии реакции также делится на два, то есть для $H_2(г) + 1/2O_2(г) \rightarrow H_2O(ж)$ получаем $\Delta H = -571/2 = -285{,}5$ кДж;

d. Ниже показано, как, исходя из уравнения реакции $H_2O(ж) \rightarrow H_2O(г)$ $\Delta H = +44$ кДж, рассчитать значение ΔH для реакции $2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(г)$:

$2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(ж)$ $\Delta H = -571$ кДж

$H_2O(ж) \rightarrow H_2O(г)$ $\Delta H = +44$ кДж

Чтобы из данных двух уравнений реакций получить уравнение реакции $2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(г)$, следует во втором уравнении коэффициенты и значение изменения энтальпии умножить на два, а затем эти два уравнения сложить по сторонам.

$2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(ж)$ $\Delta H = -571$ кДж

$2H_2O(ж) \rightarrow 2H_2O(г)$ $\Delta H = +88$ кДж

$2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(г)$

Изменение энтальпии итоговой реакции равно сумме изменения энтальпии двух реакций.

$2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(г)$ $\Delta H = -571 + 88 = -483$ кДж.*]*

2. 21 июля1969 года в рамках миссии “Аполлон-11” человек впервые высадился на Луну – этим человеком был Нил Армстронг. В этом проекте в двигателях лунного модуля были использованы метилгидразин (CH_3NHNH_2) и тетраоксид диазота (N_2O_4). Эти жидкости были выбраны в качестве топлива с особой тщательностью, так как при контакте указанные вещества самопроизвольно воспламеняются (самовозгораются) с выделением большого количества теплоты. Воспользуйтесь интернет-ресурсами и рассчитайте изменение энтальпии этих реакций.

[Ответ. Реакция между метилгидразином (CH_3NHNH_2) и тетраоксидом диазота (N_2O_4) протекает согласно следующему уравнению:

$4CH_3NHNH_2(ж) + 5N_2O_4(ж) \rightarrow 9N_2(г) + 4CO_2(г) + 12H_2O(г)$

Изменение энтальпии этой реакции можно рассчитать по формуле $\Delta H^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ(\text{продукты}) - \sum n\Delta H_f^\circ(\text{исходные вещества})$. *Для этого следует найти из интернет-ресурсов значения стандартной энтальпии образования реагирующих веществ и продуктов реакции. Эти значения приведены ниже:*

$\Delta H_f^\circ (CH_3NHNH_2(ж)) = +54{,}14$ кДж/моль

$\Delta H_f^\circ (N_2O_4(ж)) = -19{,}56$ кДж/моль

$\Delta H_f^\circ (CO_2(г)) = -393{,}51$ кДж/моль

$\Delta H_f^\circ (H_2O(г)) = -241{,}82$ кДж/моль

$\Delta H_f^\circ (N_2(г)) = 0$ кДж/моль

Расчет по формуле производится следующим образом:

$\Delta H^\circ = [4 \cdot (-393{,}51) + 12 \cdot (-241{,}82)] - [4 \cdot 54{,}14 + 5 \cdot (-19{,}56)] = (-1574{,}04 - 2901{,}84) - (216{,}56 - 97{,}80) = -4475{,}88 - 118{,}76 = -4594{,}64$ кДж

Примечание. Информация из разных источников может незначительно отличаться. Поэтому полученные результаты также могут иметь несущественные расхождения.]

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, приведенные в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. Какой температуре и давлению соответствует стандартное состояние? Чем обусловлена необходимость его использования?

[Ответ. Давление 1 атм (100 кПа) и температура 298 K (25°C). Тепловой эффект одной и той же реакции может меняться при изменении температуры и давления. Использование

стандартных условий обусловлено тем, что сравнение теплового эффекта химических реакций возможно только при его определении при одинаковых условиях.]

2. Что такое стандартная энтальпия образования и стандартная энтальпия сгорания? Приведите для каждого понятия по одному примеру.

[Ответ. Стандартная энтальпия образования (ΔH_f°) – это изменение теплоты, произошедшее в результате образования 1 моль химического соединения из составляющих его элементов (в их наиболее устойчивой форме) в стандартных условия. Например:

$H_2(г) + 1/2O_2(г) \rightarrow H_2O(ж)$ $\Delta H^\circ = -286$ кДж/моль.

Стандартная энтальпия сгорания – это количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании 1 моль вещества при стандартных условиях, обозначается ΔH_c°. *Например:*

$C_2H_5OH(ж) + 3O_2(г) \rightarrow 2CO_2(г) + 3H_2O(ж)$ $\Delta H_c^\circ = -1367$ кДж/моль.*]*

3. Можно ли на основании уравнения $CH_4(г) + 2O_2(г) \rightarrow CO_2(г) + 2H_2O(ж)$ $\Delta H^\circ = -889{,}7$ кДж судить о стандартной энтальпии сгорания и стандартной энтальпии образования каждого из участвующих в реакции веществ? Обоснуйте свой ответ.

[Ответ. Из уравнения полного сгорания метана $CH_4(г) + 2O_2(г) \rightarrow CO_2(г) + 2H_2O(ж)$ $\Delta H^\circ = -889{,}7$ кДж можно узнать стандартную энтальпию сгорания метана. Стандартная энтальпия сгорания метана составляет –889,7 кДж/моль*. По данному уравнению и энтальпии реакции невозможно судить о стандартной энтальпии образования какого-либо вещества(реагента или продукта). Это связано с тем, что стандартная энтальпия образования – это изменение теплоты, произошедшее в результате образования 1 моль химического соединения из составляющих его элементов в стандартных условиях. Однако вещества, образующиеся в этой реакции, образуются не из элементов. Для расчета на основании данного уравнения стандартной энтальпии образования любого из веществ (реагента или продукта) должны быть дополнительно указаны стандартные энтальпии образования всех других веществ.]*

4. Используя приведённые данные, рассчитайте стандартное изменение энтальпии для полного сгорания 1 моль керосина в кислороде. Условно принять формулу керосина как $C_{11}H_{24}$.

$\Delta H_f^\circ[C_{11}H_{24}(ж)] = -327$ кДж/моль

$\Delta H_f^\circ[CO_2(г)] = -394$ кДж/моль

$\Delta H_f^\circ[H_2O(ж)] = -286$ кДж/моль

[Ответ. Уравнение реакции имеет вид: $C_{11}H_{24} + 17O_2 \rightarrow 11CO_2 + 12H_2O$. Изменение энтальпии этой реакции можно расчитать по формуле $\Delta H^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ$(продукты) $- \sum n\Delta H_f^\circ$(исходные вещества). Учитывая, что $\Delta H_f^\circ[C_{11}H_{24}(ж)] = -327$ кДж/моль, $\Delta H_f^\circ[CO_2(г)] = -394$ кДж/моль и $\Delta H_f^\circ[H_2O(ж)] = -286$ кДж/моль, рассчитываем, как показано ниже:

$\Delta H^\circ = [11 \cdot (-394) + 12 \cdot (-286)] - (-327) = (-4334 - 3432 + 327 = -7439$ кДж.*]*

5. $N_2(г) + 3H_2(г) \rightarrow 2NH_3(г)$ $\Delta H = -92$ кДж

$2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(г)$ $\Delta H = -484$ кДж

$N_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2NO(г)$ $\Delta H = +181$ кДж

Рассчитайте изменение энтальпии реакции окисления аммиака:

$4NH_3(г) + 5O_2(г) \rightarrow 4NO(г) + 6H_2O(г)$

[Ответ. Изменение энтальпии этой реакции можно рассчитать двумя известными нам способами.

I способ

На основе формулы $\Delta H^\circ = \sum n\Delta H_f^\circ$(продукты) $- \sum n\Delta H_f^\circ$(исходные вещества):

$\Delta H_f^\circ[NH_3(г)] = -92/2 = -46$ кДж/моль

$\Delta H_f^\circ[H_2O(г)] = -484/2 = -242$ кДж/моль

$\Delta H_f^\circ[NO(г)] = +181/2 = +90{,}5$ кДж/моль

$\Delta H^\circ = [4 \cdot 90{,}5 + 6 \cdot (-242)] - [4 \cdot (-46)] = (362 - 1452) + 184 = -906$ кДж

II способ

Путем сложения уравнений реакций и получения итогового уравнения:

Чтобы получить из уравнений

1. $N_2(г) + 3H_2(г) \rightarrow 2NH_3(г)$ $\Delta H=-92$ кДж
2. $2H_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2H_2O(г)$ $\Delta H=-484$ кДж
3. $N_2(г) + O_2(г) \rightarrow 2NO(г)$ $\Delta H=+181$ кДж

уравнение $4NH_3(г) + 5O_2(г) \rightarrow 4NO(г) + 6H_2O(г)$, нужно первое уравнение перевернуть и умножить на два, второе уравнение умножить на три, а третье уравнение умножить на два.

1. $4NH_3(г) \rightarrow 2N_2(г) + 6H_2(г)$ $\Delta H=+184$ кДж
2. $6H_2(г) + 3O_2(г) \rightarrow 6H_2O(г)$ $\Delta H=-1452$ кДж
3. $2N_2(г) + 2O_2(г) \rightarrow 4NO(г)$ $\Delta H=+362$ кДж

$4NH_3(г) + 5O_2(г) \rightarrow 4NO(г) + 6H_2O(г)$ $\Delta H=+184$ кДж + (−1452 кДж) + 362 кДж = –906 кДж.*]*

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности понятий“изменение стандартной энтальпии”, “стандартная энтальпия образования” и“стандартная энтальпия сгорания” и проведение расчетов на основании этих понятий	Мотивация, опрос, деятельность, закрепление, задание
Проведение различных расчетов на основе закона Гесса	Опрос, закрепление, задание

Тема 3.4

Энергия связи (2 часа)

- **Учебник:** стр. 78
- **Рабочая тетрадь:** стр. 59

Подстандарты	9-4.2.3
Цели обучения	Объясняет сущность понятия энергии связи Комментирует изменение энергии при разрыве и образовании связей Определяет тип реакции (экзо- или эндотермическая), исходя из энергий связей Рассчитывет тепловые эффекты простых реакций, используя энергии связей
Навыки XXI века	Информационная грамотность, интерактивность, навыки критического мышления, умение обосновывать свои мысли знание методов сбора информации при проведении исследований, умение использовать ИКТ
Вспомогательные средства	Таблица энергии связей, энергетические диаграммы, модели молекул
Электронные ресурсы	Симуляции (PhET и др.), видеоуроки, интерактивные презентации

Краткий план урока

Мотивация. Установление связи между ситуацией из повседневной жизни (к примеру, притяжение или отталкивание магнитов) с энергией.

Объяснение. Объяснение процессов разрыва и образования связей в ходе химических реакций, объяснение сущности понятия “энергия связи”, определение единицы измерения энергии связи, установление связи между тепловым эффектом реакций и энергией связи.

Исследование. Определение теплового эффекта реакций и различение экзотермических и эндотермических реакций на основе энергии связей.

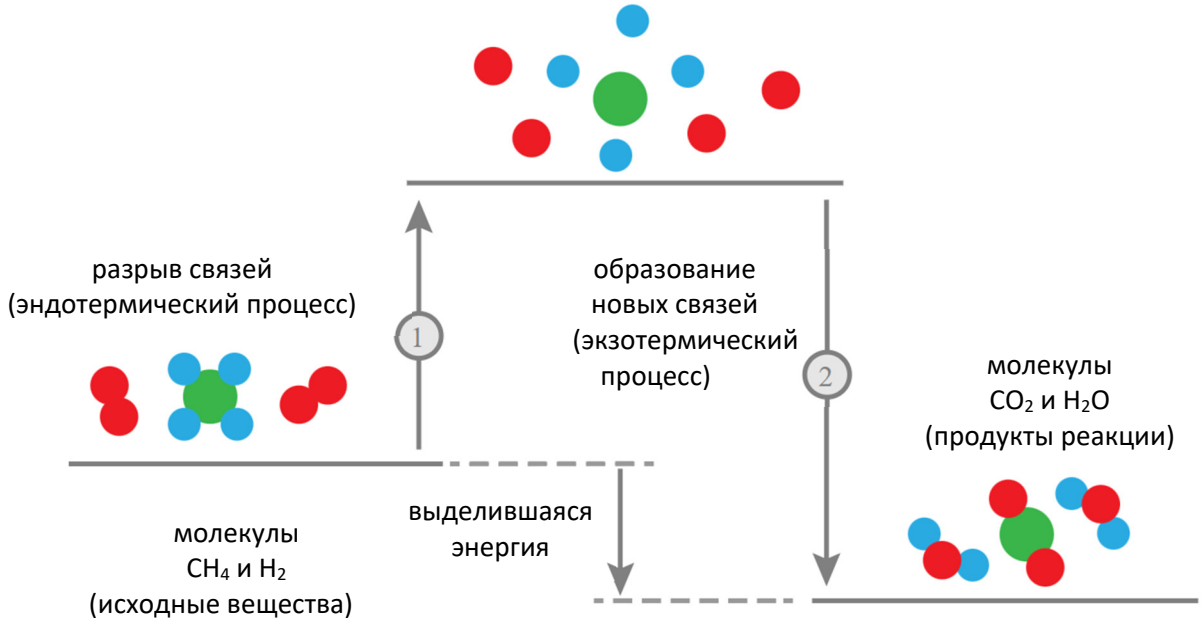
Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-6.

Оценивание. Понимание сущности понятия “энергия связи”, определение изменения энергии при разрыве и образовании связей, определение типа реакции (экзо- или эндотермическая) на основе энергии связей, расчет изменения энтальпии реакции с использованием значений энергии связи, построение и разъяснение энергетических диаграмм.

МОТИВАЦИЯ Учащиеся знакомятся с информацией из вводной части темы. Здесь описана ситуация, связанная с соединением и разделением двух мощных магнитов. Чтобы прояснить эту ситуацию на реальном примере, учитель сближает магниты и демонстрирует, как они соединяются за счет возникшего между ними сильного притяжения, а для их разъединения требуется приложение дополнительного усилия. Учитель организует обсуждение вопросов “*Почему магниты, если их близко поднести друг к другу, соединяются под действием сильного притяжения? Почему нужно приложить дополнительную силу, чтобы их разделить?*” В ходе обсуждения устанавливается, что при сближении магнитов энергия выделяется, а при их разъединении — расходуется. Учитель продолжает обсуждение с помощью вопроса “*Когда в этих опытах энергия поглощается, а когда выделяется?*” и проводит аналогию между темой обсуждения и химическими реакциями. После обобщения мнений учащихся учитель отмечает, что изменение энергии также происходит и в ходе химических реакций – в результате процессов разрыва и образования связей. Далее учитель переходит к следующему этапу урока.

ОБЪЯСНЕНИЕ Чтобы связать данную тему с ранее изученными, учитель адресует учащимся вопросы и напоминает им о понятиях, связанных с выделением или поглощением теплоты в ходе химических реакций. При обсуждении он еще раз подчеркивает, что реакции, протекающие с выделением теплоты, называются экзотермическими, а с поглощением теплоты – эндотермическими. Затем внимание учащихся концентрируется на природе химических реакций, учитель объясняет, что, хотя реакции и сопровождаются изменениями во внешнем виде веществ, все же основным процессом является разрыв связей между атомами и образование новых связей. Этот процесс можно сравнить с демонтажом старого здания и постройкой из этих материалов нового. Учитель отмечает, что при разрыве связей энергия расходуется, а при их образовании выделяется. При разъяснении понятия “’энергия связи” он сообщает, что энергия, необходимая для разрыва 1 моль связей или выделяющаяся при образовании 1 моль связей, называется энергией связи и измеряется в кДж/моль. Для лучшего усвоения темы объяснение проводится на конкретном примере. Например, при протекании реакции между водородом и иодом сначала требуется энергия для разрыва связей H–H и I–I, а затем, при образовании связей H–I, энергия выделяется. Проведя анализ данной реакции, учитель поясняет, что в итоге тепловой эффект реакции определяется разницей между этими двумя процессами. Затем объяснение продолжается на примере энергетических диаграмм. Если энергия, затраченная на разрыв связей, меньше энергии, выделяемой при образовании новых связей, реакция является экзотермической, а в обратном случае, то есть, если затраченная энергия окажется больше выделенной – эндотермической. В дополнение учитель отмечает, что различные связи характеризуются разной энергией и эта разница влияет непосредственно на тепловой эффект реакций. Чтобы помочь учащимся лучше усвоить тему, учитель может при необходимости повторно объяснить сущность энергии связи на других примерах.

В приведенном ниже примере в начале реакции энергия затрачивается на разрыв связей, имеющихся в молекулах CH_4 и O_2, и эта стадия носит эндотермический характер. В результате разрыва связей образуются изолированные атомы, и на этой стадии система достигает максимального уровня энергии. Затем между изолированными атомами возникают новые связи и образуются молекулы CO_2 и H_2O. В ходе этого процесса энергия выделяется, и эта стадия носит экзотермический характер. Как показано на диаграмме, ввиду того что выделившаяся энергия больше затраченной энергии, в итоге реакция является экзотермической реакцией. Таким образом, тепловой эффект реакции обусловлен разностью энергий процессов разрыва и образования связей.

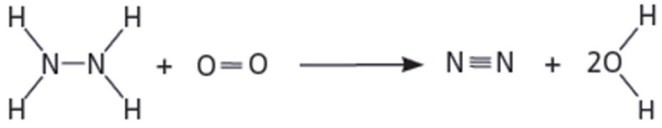


ИССЛЕДОВАНИЕ Учитель концентрирует внимание учащихся на заданиях, представленных в блоке “Деятельность”. Выполняя эти задания, учащиеся анализируют процессы разрыва и образования связей в реакциях и стараются на основании энергии связей найти тепловой эффект реакций. Учитель делит класс на группы и поручает каждой группе выполнить работу на примере одной реакции. Учащимся в первую очередь необходимо изучить строение молекул веществ, участвующих в предложенных им реакциях, и определить, какие связи разрываются, а какие новые связи образуются. На этом этапе учитель акцентирует внимание учащихся на числе связей и их типе. Затем учитель организует обсуждение и обращается к ним с вопросом: ”*На какой стадии реакции энергия затрачивается, а на какой — выделяется*?” Из ответов учащихся становится ясным, что разрыв связей требует затраты энергии, а образование связей сопровождается выделением энергии. Затем учащимся предлагается, используя энергии связей, для каждой реакции рассчитать и сравнить сумму затраченной и выделенной энергии. На этом этапе учитель побуждает учащихся к самостоятельному выводу с помощью вопроса ”*Как определяется в целом тепловой эффект реакции на основании результатов расчетов?*”

ОБЪЯСНЕНИЕ К концу обсуждения учащиеся приходят к выводу: когда выделившаяся энергия больше затраченной энергии, реакция носит экзотермический, а в обратном случае – эндотермический характер. Учитель обобщает результаты и подчеркивает, что энергия связи является фактором, определяющим тепловой эффект реакций. Затем учитель направляет внимание учащихся на блок “Примеры”. Учащиеся выполняют эти задания самостоятельно, сверяют свои ответы и ход решения с приведенными в блоке и при необходимости дают пояснения.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. В этом блоке представлены два задания.

1. Приведена реакция горения гидразина (N_2H_4), находящегося в газообразном состоянии.



a. Определите, какие связи разрываются.

b. Определите, какие связи образуются.

c. Рассчитайте суммарную энергию, которая потребуется для разрыва всех связей.

d. Рассчитайте суммарную энергию, выделившуюся при образовании новых связей.
e. Рассчитайте изменение энтальпии реакции.
f. Определите, реакция является экзотермической или эндотермической.
g. Выскажите своё мнение об использовании гидразина в качестве топлива.
[Ответ.
a. Происходит разрыв связей в молекулах исходных веществ реакции – N_2H_4 и O_2. В молекуле N_2H_4 разрушается 1 связь N–N и 4 связи N–H, а в молекуле O_2 – 1 связь O=O.
b. В результате образуются продукты реакции N_2 и H_2O. При этом образуется 1 связь N≡N в молекуле N_2 и в целом 4 связи O–H в 2-х молекулах H_2O.
c. N–N = 163 кДж*; 4 · N–H = 4 · 391 = 1564* кДж*; O=O = 496* кДж*;*
В сумме: 163 + 1564 + 496 = 2223 кДж
d. N≡N = 946 кДж*; 4 · O–H = 4 · 463 = 1852* кДж*; В сумме: 946 + 1852 = 2798* кДж
e. ΔH = затраченная энергия – выделившаяся энергия: ΔH = 2223 – 2798 = –575 кДж
f. Учитывая, что изменение энтальпии имеет отрицательное значение, реакция является экзотермической.
g. Поскольку в ходе реакции горения гидразина выделяется большое количество энергии, он относится к высокоэнергетическим веществам и может использоваться в качестве топлива.]

2. Используя приведённые данные, рассчитайте энергию связи O–H в молекуле воды.

$H_2O(г) \longrightarrow HO(г) + H(г)$ $\Delta H° = 498$ кДж/моль

$HO(г) \longrightarrow H(г) + O(г)$ $\Delta H° = 428$ кДж/моль

[Ответ.
Приведенные реакции демонстрируют разрыв связей O–H в молекуле воды по стадиям.
Первая стадия: $H_2O(г) \rightarrow HO(г) + H(г)$ $\Delta H° = 498$ кДж
На этой стадии разрушается одна связь O–H, на что расходуется 498 кДж *энергии.*
Вторая стадия: $HO(г) \rightarrow H(г) + O(г)$ $\Delta H° = 428$ кДж
На этой связи разрушается вторая связь O–H и расходуется 428 кДж *энергии.*
Таким образом, суммарная энергия, израсходованная на разрыв двух связей O–H, составляет 498 + 428 = 926 кДж.
Отсюда, энергия связи O–H: 926 : 2 = 463 кДж/моль*.]*

ОЦЕНИВАНИЕ На данном этапе урока учитель проводит разъясняющее обсуждение вопросов, представленных в рубрике “Проверьте полученные знания”. Цель этапа состоит в том, чтобы учащиеся научились применять свои знания из области энергии связи, теплового эффекта реакций и изменения энтальпии, а также развили свое умение обощать эти знания и делать выводы на их основе.

1. Что такое энергия связи и в каких единицах измеряется?
[Ответ. Энергия связи – это энергия, необходимая для разрыва 1 моль химических связей или выделяющаяся при образовании 1 моль связей. Энергия связи измеряется в кДж/моль.]
2. Некоторые реакции являются эндотермическими. Объясните причину, исходя из понятий разрыва и образования связей.
[Ответ. В ходе химических реакций энергия расходуется (поглощается извне) на разрыв связей, а при образовании связей – выделяется. Если энергия, затраченная на разрыв связей, больше энергии, выделяемой при образовании связей, реакция является эндотермической, то есть теплота поглощается.]

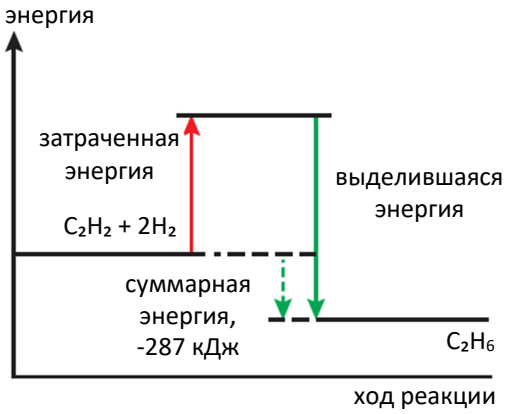
3. Используя данные об энергиях связи в веществах, рассчитайте изменение энтальпии (в кДж) для приведённых реакций и постройте их энергетические диаграммы.

a. $C_2H_2 + 2H_2 \rightarrow C_2H_6$

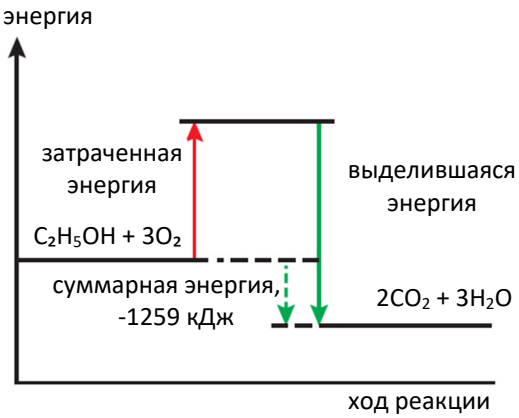
b. $C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

*[Ответ.*Место для ввода текста.

a. В реакции по уравнению $C_2H_2 + 2H_2 \longrightarrow C_2H_6$:
разрыв связей – 1 тройной связи C≡C (835 кДж),
2 связей C–H (2 · 412 = 824 кДж), 2 связей H-H (2 · 436 = 872 кДж), всего 835 + 824 + 872 = 2531 кДж;
образование связей – 1 одинарной связи C–C (346 кДж),
6 связей C-H (6 · 412 = 2472 кДж), всего 346 + 2472 = 2818 кДж.
В результате: ΔH=2531 - 2818 = -287 кДж



b. В реакции по уравнению
$C_2H_5OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ происходит :
разрыв связей – 1 C–C = 346 кДж, 5 C–H = 5 · 412 = 2060 кДж, 1 C–O = 358 кДж, 1 O–H = 463 кДж, 3 O=O = 3 · 496 = 1488 кДж, всего 346 + 2060 + 358 + 463 + 1488 = 4715 кДж
образование связей – 4 C=O = 4 · 799 = 3196 кДж,
6 O–H = 6 · 463 = 2778 кДж, всего 3196 + 2778 = 5974 кДж
В результате: ΔH=4715 - 5974 = -1259 кДж]



4. Учитывая, что E(H–H) = 436 кДж/моль, E(H–Cl) = 431 кДж/моль,
$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$ ΔH = –184 кДж, рассчитайте энергию связи Cl–Cl (в кДж/моль).
[Ответ.
Разрушенные связи: H–H = 436 кДж, Cl–Cl = x
Образованные связи: 2 H–Cl = 2 · 431 = 862 кДж
Изменение энтальпии: ΔH = (436 + x) – 862 кДж
–184 = 436 + x – 862
x = 242 кДж/моль]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности понятия “энергия связи”	Мотивация, опрос
Определение изменения энергии при разрыве и образовании связей в	Опрос, закрепление, задание
Оценка типа реакции (экзо- или эндотермическая) на основе энергии связей	Деятельность, опрос, закрепление, задание
Расчет изменения энтальпии реакции с использованием значений энергии связи	Опрос, закрепление, задание
Построение и разъяснение энергетических диаграмм	Опрос, закрепление

Тема 3.5

Расчет энергетической ценности продуктов питания (2 часа)

- **Учебник:** стр. 84
- **Рабочая тетрадь:** стр. 63

Подстандарты	9-4.2.4
Цели обучения	Понимает сущность понятия “энергетическая ценность продуктов питания” Рассчитывает энергетическую ценность продуктов питания Определяет экспериментальным путем энергетическую ценность продуктов питания
Навыки XXI века	Информационная грамотность, интерактивность, сотрудничество, навыки критического мышления и обоснования своего мнения, знание методов сбора информации при проведении исследований, исследовательские навыки
Вспомогательные средства	Калориметр, термометр, электронные весы, спиртовка, образцы пищи (орехи, хлеб и т.д.), таблица энергетической ценности, энергетические диаграммы
Электронные ресурсы	Симуляции (PhET и др.), видеоуроки, интерактивные презентации, онлайн-калькуляторы и программы построения графиков

Краткий план урока

Мотивация. Установление связи между ситуацией из повседневной жизни (например, вырабатывание пищей энергии, сравнение влияния различных видов пищи на организм человека) и понятием “энергия”.

Объяснение. Разъяснение понятия “энергетическая ценность продуктов питания”, рассмотрение энергетической ценности веществ, входящих в состав пищи (жиров, углеводов, белков), определение единиц измерения энергии (ккал, кДж), объяснение метода расчета энергетической ценности продуктов питания.

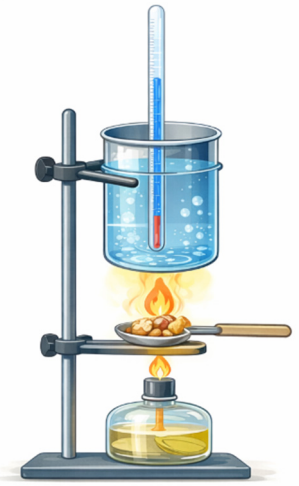
Исследование. Экспериментальное определение энергетической ценности пищевых продуктов с помощью простого калориметра, сравнение энергетической ценности различных пищевых продуктов и анализ результатов.

Закрепление. Учебник: зад. №1-3. РТ: №1-7.

Оценивание. Понимание сущности понятия “энергетическая ценность продуктов питания”, расчет энергетической ценности продуктов питания, определение экспериментальным путем энергетической ценности пищевых продуктов.

МОТИВАЦИЯ Учитель знакомит учащихся с информацией, представленной во вводной части темы. Здесь описывается ситуация, в которой два спортсмена потребляют в пищу разные продукты одинаковой массы. Для прояснения сложившейся ситуации учитель концентрирует внимание учащихся на примере с орехами, фруктами и овощами и подчеркивает, что эти продукты обеспечивают организм разным количеством энергии. Организуется обсуждение вокруг вопросов “*Как вы думаете, какой спортсмен проголодается быстрее?*”, “*Чем определяется энергия пищи?*” Выслушав ответы учащихся, учитель продолжает обсуждение вопросом “*Как вы думаете, какие продукты чаще всего вызывают у человека ожирение?*” В ходе обсуждения устанавливается, что вследствие различного состава у разных продуктов питания их энергетическая ценность также различается. Вопросом “*Возможно ли экспериментально определить энергетическую ценность того или иного продукта питания*?” учитель направляет учащихся к следующему этапу урока и наводит мостик между темой урока и понятием “энергия”.

ОБЪЯСНЕНИЕ Этот этап урока учитель начинает с простого примера, с которым ученики встречаются в повседневной жизни, и отмечает, что пища является основным источником энергии для организма человека. Он объясняет, что вещества, содержащиеся в пище (в частности, жиры, углеводы и белки) вступают в реакцию с кислородом, вследствие чего выделяется энергия в виде теплоты, называемой пищевой энергией. Далее учитель, уточняя сущность понятия “пищевая энергия,” сообщает, что пищевая энергия – это химическая энергия, которую люди и животные получают из пищи для поддержания своей жизнедеятельности. Внимание учащихся заостряется на том, что у этих продуктов, взятых в одинаковой массе, различный состав, поэтому их энергетическая ценность также различна. Учитель отмечает, что жиры, углеводы и белки обладают разной способностью вырабатывать энергию: энергетическая ценность жиров несколько выше, чем у углеводов и белков. Затем он указывает, что энергетическая ценность пищи выражается в килокалориях (ккал) или килоджоулях (кДж). Далее учитель объясняет, как на практике, экспериментальным путем, определяется энергетическая ценность пищевых продуктов. При определении учитывается влияние теплоты, выделяющейся при сжигании образца продукта, на изменение температуры воды. Учитель указывает на связь между разностью температур и количеством теплоты, и разъясняет применение формулы $\Delta H = c \cdot m \cdot \Delta t$. В дополнение учитель отмечает, что этот процесс в принципе осуществляется на установке с простым калориметром, а в условиях школьной лаборатории могут быть использованы металлический сосуд, вода и термометр. Также подчеркивается, что во время измерений происходит потеря части тепла в окружающую среду и это может привести к некоторым расхождениям в результатах. Завершая объяснение, учитель акцентирует внимание учащихся на то, что энергетическая ценность продуктов питания непосредственно связана с их составом, и для правильного определения этого показателя используются и теоретические знания, и экспериментальные методы.



ИССЛЕДОВАНИЕ Перед тем как приступить к выполнению опыта, описанного в блоке “Деятельность”, учитель объясняет учащимся цель эксперимента. Он рассказывает, что в ходе опыта будет вестись наблюдение за влиянием количества теплоты, выделяющейся при сгорании различных пищевых продуктов, на изменение температуры воды, и на основании этого изменения будет определяться энергетическая ценность продуктов. Учитель напоминает учащимся о важности соблюдения правил безопасности при выполнении опыта и предоставляет им необходимое оборудование. Выполняя опыт, учащиеся сначала измеряют начальную температуру воды в сосуде и далее отмечают изменение температуры воды при сжигании образца пищи. После установления постоянной температуры измеряется конечная температура и определяется разность температур. Одна и та же манипуляция повторяется с разными образцами пищи, после чего полученные результаты сравниваются. Исходя из полученных результатов, учащиеся заключают, что изменение температуры воды связано с энергией, выделяющейся при расщеплении пищи. Обобщая эти результаты, учитель констатирует, что энергетическая ценность пищевых продуктов зависит от их состава.

Учитель задаёт учащимся следующие вопросы и организует обсуждение:

1. У какого продукта питания энергетическая ценность выше?

Продукты, которые вызывали большее повышение температуры, содержали больше энергии, например, грецкие орехи (или фундук)

2. Какова энергетическая ценность (в кДж) 100 грамм каждого продукта?

Чем выше поднимается температура воды, тем больше энергии “поставляет” пищевой продукт.

3. Сравните значения, которые вы получили в результате опыта, с реальными значениями? Есть ли существенная разница? Если да, то чем она обусловлена?

Возникает определенная разница, это расхождение обусловлено передачей (потерей) части тепла в окружающую среду, неполным сгоранием образцов пищи и погрешностью измерений. При выполнении данного опыта учащиеся учатся экспериментально определять энергетическую ценность продуктов питания и анализировать полученные результаты, а также развивают навыки сопоставительного анализа.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. В этом блоке представлено 3 задания.

1. При сгорании 5 г продукта питания температура 100 г воды изменяется от 20°C до 80°C. Рассчитайте энергетическую ценность продукта (в ккал).
[Ответ. Разность температур воды составляет $\Delta t = 60°C$. На основании формулы $\Delta H = c \cdot m \cdot \Delta t$ получаем $\Delta H = 4,2 \cdot 100 \cdot 60 = 25200$ Дж = 25,2 кДж. Эта энергия соотвествует 5 г продукта питания. А для 100 г продукта получаем приблизительно 504 кДж (≈120 ккал) энергии.]

2. Смесь “Trek” на 60% состоит из орехов (2600 кДж/100 г) и на 40% из изюма (1200 кДж/100 г). Рассчитайте энергетическую ценность смеси в кДж/100 г и энергетическую ценность её порции массой 30 г (в ккал).
[Ответ. Энергетическая ценность смеси составляет $0,6 \cdot 2600 + 0,4 \cdot 1200 = 2040$ кДж/100 г. Энергетическая ценность 30 г смеси составляет соответственно $2040 \cdot 0,3 = 612$ кДж, что равно приблизительно 146 ккал.]

3. Один фундук “даёт” в среднем 25 кДж энергии. Сколько приблизительно штук фундука потребуется, чтобы повысить температуру 200 г воды на 5°C?
[Ответ. Требуется $\Delta H = 4,2 \cdot 200 \cdot 5 = 4200$ Дж = 4,2 кДж энергии. Поскольку один фундук “поставляет” 25 кДж энергии, для выполнения этой работы будет достаточно приблизительно 1/6 части фундука.]

ОЦЕНИВАНИЕ На этом этапе урока учитель проводит разъяснительное обсуждение на основе вопросов, приведенных в рубрике “Проверьте полученные знания”. Цель данного этапа состоит в развитии у учащихся навыков установления различий между понятиями “энергия”, “теплота” и “температура”, понимания сути калориметрических расчетов и формулирования выводов на основе примеров из реальной жизни.
1. Какое различие вы можете провести между понятиями “энергия”, “теплота” и “температура”?
[Ответ. Энергия — это способность тела совершать работу. Теплота — это энергия, передаваемая от одного тела к другому из-за разницы температур. А температура — это мера, показывающая, насколько нагретым или холодным является тело. Другими словами, теплота – форма передачи энергии, а температура – показатель этого процесса.]

2. Почему в расчётах на основании калориметрических измерений используется вода?
[Ответ. У воды высокая и стабильная удельная теплоемкость, поэтому она хорошо поглощает тепло, что позволяет легко измерить изменения температуры. Мало того, вода является безопасным, дешевым и доступным веществом. Благодаря этим свойствам вода используется в калориметрических измерениях.]

3. Как можно повысить точность результатов измерений на простом калориметре?
[Ответ. Необходимо изолировать прибор для предотвращения потерь тепла, проводить измерения с большей точностью, перемешивать воду, повторять опыты несколько раз, чтобы использовать усредненный результат. Повышению достоверности результатов способствует также создание условий для полного сгорания образца пищи.]

4. Сравните энергетическую ценность «жареного» и «отварного» картофеля одинаковой массы. Какой из них “даёт” больше энергии? Объясните причину.

[Ответ. Жареный картофель дает больше энергии. Это обусловлено тем, что картофель впитывает масло во время жарки, а масло обладает высокой энергетической ценностью. Картофель, приготовленный в воде, напротив, имеет более низкую энергетическую ценность, так как содержит много воды. Таким образом, даже при одинаковой массе жареный картофель "поставляет" больше энергии.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности понятия "энергетическая ценность продуктов питания"	Мотивация, опрос, задание
Расчет энергетической ценности продуктов питания	Опрос, закрепление, задание
Экспериментальное определение энергетической ценности пищевых продуктов	Деятельность, опрос, закрепление, задание

Наука, технология, жизнь (1 час)

• **Учебник:** стр. 88

Цель представления в учебнике этих материалов – пополнить запас знаний учащихся об источниках энергии и создать условия для осознания их связи с реальной жизнью, современными технологиями и экологическими задачами. Учащиеся учатся сравнивать различные направления энергопроизводства, а также особенности возобновляемых и невозобновляемых источников энергии. Учитель поясняет, что фоссильное (ископаемое) топливо (нефть, природный газ, уголь и т. д.) является невозобновляемым источником энергии, и его запасы ограничены. По этой причине его использование может в будущем привести к дефициту энергии. Мало того, использование этих видов топлива оказывает негативное воздействие на окружающую среду и приводит к возникновению экологических проблем. В этой связи в наше время существенно возрастает значение альтернативных источников энергии.

Учитель акцентирует внимание учащихся на различных видах энергии и разъясняет их особенности. Он отмечает, что атомная энергия способна производить большие объемы энергии, но требует особого контроля с точки зрения безопасности, а солнечная энергия — это чистый и неисчерпаемый источник энергии, которая с помощью солнечных панелей преобразуется непосредственно в электрическую энергию. Далее он отмечает, что энергия биомассы и биогаза создается из органических отходов, и этот процесс служит как производству энергии, так и сокращению самих отходов. Он сообщает, что к экологически чистым видам энергии относится водородная энергия, поскольку при сгорании водорода образуется только лишь водяной пар, и поясняет, что получение энергии из водорода сопряжено с определенными трудностями в плане его производства и хранения. Затем учитель объясняет, что энергия ветра позволяет производить электроэнергию, не нанося ущерба природе, и находит широкое применение.

В заключение учитель заостряет внимание учеников на важном значении более широкого использования возобновляемых источников энергии для удовлетворения энергетических потребностей в будущем.

Изучение данной темы способствует развитию у учащихся экологического мышления и формированию у них навыков эффективного использования энергии.

Учитель может предложить ученикам заранее ознакомиться с этим материалом, дополнить его информацией из интернет-ресурсов и подготовить презентацию на основе имеющихся текстов. В таком случае основную информацию из рассмотренного материала можно обсудить в течение примерно первых 15 минут урока, а затем перейти к обсуждению подготовленных учащимися дополнительных материалов и презентаций.

Проект (1 час)
• **Учебник:** стр. 90

Цель проекта — научить учащихся сопоставлять экспериментальным путем энергетическую эффективность различных видов топлива (спиртов), а также совершенствовать их навыки статистического анализа и представления в графической форме полученных результатов. На основании экспериментальных данных учащиеся определяют связь между видом топлива и выделяющейся при его сгорании энергией и сравнивают результаты. В рамках данного проекта измеряется количество энергии, выделяющейся при сгорании метанола, этанола, пропанола-1 и бутанола-1. Применяя калориметрический метод и исходя из изменения температуры воды, учащиеся рассчитывают энергетическую ценность каждого вида топлива и записывают результаты в таблицу.

На основании полученных результатов учащиеся определяют следующие статистические показатели:

1. средняя энергетическая ценность каждого вида топлива
2. максимальное и минимальное значение
3. наблюдаемая закономерность в возрастании энергии

К примеру, результаты могут быть обобщены в виде следующей таблицы:

Спирт	ΔH (кДж/моль)
Метанол	726
Этанол	1367
Пропанол-1	2020
Бутанол-1	2670

Из полученных результатов следует, что энергетическая ценность топлив возрастает с увеличением числа атомов углерода в составе молекул веществ.

Учитель организует обсуждение, обращаясь к ним с вопросами:

1. Какое топливо эффективнее?
2. Как влияет на энергетическую ценность увеличение числа атомов углерода?
3. Согласуются ли экспериментальные результаты с теоретическими значениями?
4. Определите топливо, практическое использование которого будет наиболее эффективным.

Учащиеся устанавливают, что наиболее эффективным топливом с самой высокой энергетической ценностью является бутанол-1. С увеличением числа атомов углерода в молекулах спиртов возрастает и энергия, выделяемая при их сгорании.

Следует отметить, что в некоторых случаях результаты могут отличаться от теоретических значений, что обусловлено потерей тепла в ходе опыта и погрешностью измерений.

4-й РАЗДЕЛ Металлы

Тема №	Название	Количество часов	Учебник (стр.)	Рабочая тетрадь (стр.)
Тема 4.1	Общая характеристика металлов	2	6	3
Тема 4.2	Щелочные металлы	2	9	5
Тема 4.3	Кальций. Жесткость воды	2	12	8
Тема 4.4	Переходные элементы. Производство чугуна и стали	2	16	11
Тема 4.5	Коррозия	2	19	14
	Наука, технология, жизнь	1	22	
	Проект	1	23	
	Обобщающий урок (заключение и обобщающие задания)	1	24	17
	МСО-1	1		
	ВСЕГО	**14**		

Краткий обзор раздела

Из этого раздела учащиеся узнают о местоположении металлов в периодической таблице, их общих физических и химических свойствах, взаимосвязи между строением атомов металлов и их свойствами, а также о характерных свойствах щелочных металлов, щелочноземельных металлов и переходных элементов. Учащиеся узнают о распространенности металлов в природе в свободном состоянии и в виде соединений, познакомятся с понятием руды, со способами получения металлов из руд, с основными стадиями производства чугуна и стали, а также с коррозией металлов и способами защиты от коррозии. В результате изучения данного раздела учащиеся научатся различать металлы, неметаллы и металлоиды, описывать области применения металлов, сопоставлять сходные и различные свойства металлов разных групп, будут понимать важное значение металлов в промышленности и повседневной жизни, смогут оценивать экономические и экологические последствия коррозии. Полученные знания позволят учащимся научно обосновывать свойства металлических изделий, с которыми они встречаются в окружающем мире, и принимать решения, связанные с рациональным использованием металлов в повседневной жизни. Из рубрики “Наука, технология, жизнь” учащиеся узнают о широком применении магнитов в энергетике, электронике, транспорте, медицине, робототехнике и бытовой технике, обсудят возможность развития магнитных технологий для создания более быстрых, безопасных и эффективных технических систем в будущем.

В разделе “Проект” учащиеся изучат экспериментальным путем влияние участия различных металлов, значений pH, концентрации ионов Cl^-, наличия металлических покрытий и ингибиторов на скорость протекания коррозии. Эта форма деятельности будет способствовать развитию у учащихся исследовательских навыков, навыков презентации результатов, сравнения и аналитического мышления.

Введение в раздел

Учитель концентрирует внимание учащихся на рисунке и тексте, представленных в учебнике во вводной части темы. Он отмечает, что с древних времен металлы играли важную роль в жизни человека и использовались для изготовления инструментов, оружия и предметов домашнего обихода. Затем учитель переходит к описанию незаменимой роли металлов в создании современных технологий, транспортных средств, электронных устройств и космической техники. На основе картинки с изображением космического аппарата он излагает сведения о высокой прочности, долговечности и особых свойствах металлов.

Учитель обращается к учащимся с вопросом: ”*Какие предметы, используемые вами ежедневно, сделаны из металла?”* Учащиеся могут по-разному ответить на этот вопрос. Например, автомобили, электрические провода, бытовая техника, двери, посуда, различные приборы и оборудование и т.д. Затем учитель начинает обсуждение с вопроса “*В каких областях металлы используются в нашей повседневной жизни?*” Учащиеся могут отметить такие области, как строительство, транспорт, энергетика, связь, электроника, медицина и быт. Обсуждение продолжается вопросом “*С чем связано широкое использование металлов в современную эпоху?*” Учащиеся могут предположить, что это прочность, высокая тепло- и электропроводность, долговечность металлов, легкость их обработки и т.д.

В конце обсуждения учитель сообщает учащимся, что в этом разделе будут изучаться: общая характеристика металлов, сведения о щелочных металлах, кальции и жесткости воды, о переходных элементах, а также производство чугуна и стали, коррозия и способы ее предотвращения, — после чего переходит к первой теме данного раздела – “Общей характеристике металлов”.

Тема 4.1

Общая характеристика металлов (2 часа)

- **Учебник:** стр. 6
- **Рабочая тетрадь:** стр. 3

Подстандарты	9-1.1.1, 9-1.1.2, 9-1.1.3
Цели обучения	Объясняет положение металлов в периодической таблице. Объясняет общие физические и химические свойства металлов. Проводит сравнение металлов, неметаллов и металлоидов. Описывает нахождение металлов в природе и объясняет на основе уравнений реакций способы их получения из руд.
Навыки XXI века	Умение выражать свои мысли и выслушивать других, информационная грамотность, интерактивность, умение корректировать существующие пути решения, умение обосновывать свое мнение, навык обдумывания путей решения проблемы
Вспомогательные средства	Периодическая таблица, образцы металлов и руд или плакаты с их изображением
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Обобщение свойств металлов и изучение сущности этих свойств.

Объяснение. Объяснение положения металлов в периодической таблице и их общих физических и химических свойств, сравнение свойств металлов, неметаллов и металлоидов.

Исследование. Исследование нахождения металлов в природе, составление уравнений реакций получения металлов из руд.

Закрепление. Учебник: зад. №1-3. РТ: №1-6.

Оценивание. Объяснение положения металлов в периодической таблице и их общих физических и химических свойств, сравнение свойств металлов, неметаллов и металлоидов, объяснение нахождения металлов в природе, составление уравнений реакций получения металлов из руд и проведение расчетов по этим уравнениям.

МОТИВАЦИЯ Учитель обращается к учащимся с вопросами из вводной части темы (*Что такое свойство металличности и как оно зависит от атомного радиуса элемента? В какой части периодической таблицы расположены металлы? Какими характерными свойствами обладают металлы? Чем обусловлено сходство в свойствах металлов?*) Опираясь на материал о металлах, изученный по учебникам для 7-го и 8-го классов, учащиеся отвечают на заданные вопросы.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель обобщает ответы учащихся. Выявляется, что металлическое свойство – это способность атома отдавать электроны. С увеличением атомного радиуса связь между ядром

и электронами ослабевает и электроны внешнего слоя слабее притягиваются к ядру. По этой причине отдача атомом электронов облегчается и, как следствие, усиливаются металлические свойства. Поскольку в периодической таблице атомные радиусы увеличиваются в главных группах сверху вниз и уменьшаются в периодах слева направо, металлические свойства также усиливаются в главных группах сверху вниз и ослабевают в периодах слева направо. Поэтому в периодической таблице металлы расположены в основном в левой нижней, а неметаллы – в правой верхней части. Учитель поясняет, что в периодической таблице металлы и неметаллы разделены металлоидами, расположенными по диагонали в виде зигзага. Далее учитель может предложить учащимся заполнить (+/–) таблицу,
приведенную ниже, используя периодическую таблицу.

Элемент	Металл	Неметалл	Металлоид
Натрий			
Железо			
Кислород			
Кремний			
Медь			
Германий			
Хлор			
Алюминий			
Сурьма			

Устанавливается, что натрий, железо, медь и алюминий – металлы, кислород и хлор – неметаллы, кремний, германий и сурьма – металлоиды.

Затем учитель акцентирует внимание учащихся на понятии “металлоиды.” Он информирует, что металлоиды (полуметаллы) представляют собой химические элементы со свойствами, промежуточными между свойствами металлов и неметаллов. Он указывает, что к этим элементам относятся бор (B), кремний (Si), германий (Ge), мышьяк (As), сурьма (Sb), теллур (Te) и полоний (Po), и в наглядной форме демонстрирует, как они в периодической таблице разделяют металлы и неметаллы. Он сообщает, что некоторые из свойств металлоидов сходны со свойствами металлов, а другие — со свойствами неметаллов, и группирует эти свойства, как показано ниже:

Свойства, сходные со свойствами металлов	Свойства, сходные со свойствами неметаллов
- твердые - имеют блеск	- хрупкие

Учитель добавляет, что, металлоиды подобно металлам проводят электрический ток; хотя их электропроводность невелика, она может возрастать при повышении температуры. Большинство металлоидов проявляют полупроводниковые свойства.

Затем учитель наглядно демонстрирует по периодической таблице, что металлы располагаются в основном в 1–13-й группах. Сообщает, что среди них элементы 1-й группы (IA) называются щелочными металлами, элементы 2-й группы (IIA) – щелочноземельными металлами, а элементы 3-12-й групп – переходными металлами. Недопустимо излагать учащимся наиболее распространенное и ошибочное суждение о том, что “только кальций, стронций и барий причисляются к щелочноземельным металлам”. В международной литературе все элементы 2-й группы (группы IIA) относятся к щелочноземельным металлам.

Далее учитель доводит до сведения учащихся информацию о следующих общих свойствах металлов:

– При обычных условиях находятся в твердом состоянии (кроме ртути), характеризуются высокой температурой плавления, плотностью и твердостью;

– Обладают металлическим блеском (отражают свет);

– Хорошо проводят тепло и электричество;
– Пластичные;
– Расширяются при нагревании.
Учитель поясняет что характерные свойства металлов обусловлены наличием в них металлической связи. Ввиду того, что в металлах электроны слабо притягиваются атомным ядром, они легко отрываются от атомов и эти делокализованные электроны служат причиной возникновения прочных связей между образующимися катионами металлов. Как результат, металлы представляют собой твердые вещества с высокой температурой плавления и плотностью. За счет делокализованных электронов они обладают металлическим блеском, хорошо проводят тепло и электричество, являются пластичными и расширяются при нагревании.

Затем учитель предлагает учащимся вспомнить об образуемых металлами ионах и объясняет, что металлы, отдавая электроны, превращаются в соответствующие катионы (например, Li^+, Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Ba^{2+}, Al^{3+}, Cu^+ и Cu^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{2+} и Fe^{3+} и др.) Далее учитель концентрирует внимание учащихся на распространенности металлов в природе, узнает их мнение и при необходимости задает наводящие вопросы (*С какими веществами, встречающимися в природе, вы знакомы? Какие из них содержат металлы? Знаете ли вы, в состав каких горных пород входят металлы?* и др.). Далее учитель доводит до сведения учащихся, что горные породы, образующие земную кору, представляют собой смесь разных веществ. Эти горные породы различаются между собой по составу и в их состав входят различные соединения большинства металлов (соли, оксиды и др.) Некоторые из горных пород используются для получения металлов. Такие горные породы называются рудами. Если в кабинете химии имеется набор минералов, учитель может продемонстрировать их учащимся в наглядной форме, и, связав изучаемую тему с реальной жизнью, повысить интерес к уроку и сделать обучение более запоминающимся.
Затем учитель сообщает, что некоторые металлы (золото, платина, серебро и др.) встречаются в земной коре в свободном виде. В дополнение учитель также может отметить, что в Азербайджане встречаются руды различных металлов, и привести в качестве примера руды, содержащие железо (Дашкесан), медь (Гедабек), золото (Гедабек), свинец-цинк (Филизчай), молибден (Парагачай), алюминий (Зейлик).
ИССЛЕДОВАНИЕ Учитель направляет внимание учащихся на блок “Деятельность”. В этом блоке описывается один из способов получения металлов (металлы восстанавливают из оксидов с использованием монооксида углерода). Основываясь на этой информации, учащиеся готовят ответы на представленные вопросы (*На основании какой реакции можно получить железо из оксида железа(II) и оксида железа(III) с использованием вышеуказанного метода? Как можно получить цинк из сульфида цинка? Какими уравнениями описываются протекающие реакции? Возможно ли получение металлов Na, K, Ca, Al и др. таким же способом, если известно, что они реагируют с углеродом, образуя стабильные соединения? Обоснуйте свой ответ*.)
Устанавливается, что восстановление оксидов железа с помощью CO протекает следующим образом:

$$FeO(тв) + CO(г) \xrightarrow{t} Fe(тв) + CO_2(г)$$

$$Fe_2O_3(тв) + 3CO(г) \xrightarrow{t} 2Fe(тв) + 3CO_2(г)$$

Na, K, Ca, Al и другие активные металлы невозможно получить указанным способом, поскольку они реагируют с углеродом с образованием устойчивых соединений. Это обусловлено тем, что при данных условиях образовавшийся в результате восстановления металл вступает в реакцию с углеродом. Для получения цинка из его сульфида сначала сульфид цинка подвергают обжигу с получением оксида цинка, а затем полученный оксид цинка восстанавливают монооксидом углерода. То есть, получение цинка из сульфида цинка протекает согласно следующим уравнениям реакций:

$$2ZnS(тв) + 3O_2(г) \xrightarrow{t} 2ZnO(тв) + 2SO_2(г)$$

$$ZnO(тв) + CO(г) \xrightarrow{t} Zn(тв) + CO_2(г)$$

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. В этом блоке представлены три задания.

1. Укажите восстановитель и продукт восстановления в реакции, описываемой уравнением

$FeO(тв) + CO(г) \xrightarrow{t} Fe(тв) + CO_2(г)$.

[Ответ.При восстановлении оксида железа(II) монооксидом углерода степень окисления железа изменяется от +2 до 0, а степень окисления углерода – от +2 до +4 ($Fe^{+2} \longrightarrow Fe^0$, $C^{+2} \longrightarrow C^{+4}$). Поскольку железо принимает электроны, оно является окислителем и восстанавливается, а углерод отдает электроны, следовательно, является восстановителем и окисляется. Таким образом, CO – восстановитель, а Fe - продукт восстановления.]

2. Из 300 кг медной руды, содержащей 2% меди, было получено 4,8 кг меди. Рассчитайте выход продукта в процентах.

[Ответ. Рассчитывается 2% от 300 кг:
300 кг – 100%
x кг – 2%
x = 6 кг
Выход = 4,8 · 100 / 6 = 80%]

3. Пирит (FeS_2) — одна из железных руд, встречающихся в природе. При его сгорании образуются оксид железа(III) и диоксид серы (реакция I). Железо можно получить путём восстановления полученного оксида железа(III) монооксидом углерода (реакция II). Напишите уравнения реакций I и II и расставьте коэффициенты.

[Ответ.

$4FeS_2 + 11O_2 \xrightarrow{t} 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

$Fe_2O_3 + 3CO \xrightarrow{t} 2Fe + 3CO_2$*]*

ОЦЕНИВАНИЕ На этом этапе урока учитель проводит с учащимися разъяснительное обсуждение вопросов, представленных в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. По каким свойствам металлоиды отличаются от металлов и неметаллов?

[Ответ. В отличие от металлов металлоиды хрупкие, а в отличие от неметаллов – твердые, имеют блеск и проводят, хотя и слабо, электрический ток (относятся к полупроводникам).]

2. Какими характерными свойствами обладают металлы?

[Ответ. При обычных условиях находятся в твердом состоянии (кроме ртути), характеризуются высокой температурой плавления, плотностью и твердостью, обладают металлическим блеском (отражают свет), хорошо проводят тепло и электричество, являются пластичными, расширяются при нагревании.]

3. Почему металлы пластичны в отличие от неметаллов?

[Ответ. Поскольку в атомах металлов электроны слабо притягиваются к ядру, они легко отрываются от атомов – таким образом образуются делокализованные электроны. За счет делокализованных электронов металлы имеют характерный блеск, пластичны, хорошо проводят тепло и электричество, расширяются при нагревании.]

4. Какие металлы не встречаются в природе в свободном виде?

1. Ag 2. Fe 3. Zn 4. Au 5. Ca 6. Al

[Ответ. Большинство металлов (Fe, Zn, Ca, Al) находятся в природе в виде соединений, а некоторые металлы (Ag, Au) – в свободном виде.]

5. Рассчитайте объём монооксида углерода в литрах (при 20°C и давлении 1 атм), необходимый для получения 28 кг железа по уравнению $Fe_2O_3(тв) + 3CO(г) \longrightarrow 2Fe(тв) + 3CO_2(г)$.

[Ответ. Как следует из уравнения реакции, при образовании 2 моль (112 г) железа расходуется 3 моль (72 литра) монооксида углерода. Тогда объем монооксида углерода, израсходованного при получении 28 кг (28000 г) железа, можно найти, как показано ниже:
112 г – 72 литра
28000 г – x литров
x = 18000.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Объяснение положения металлов в периодической таблице и их общих физических и химических свойств	Мотивация, опрос, задание
Сравнение металлов, неметаллов и металлоидов	Опрос, задание
Объяснение нахождения металлов в природе, составление уравнений реакций получения металлов из руд и проведение расчетов по этим уравнениям.	Деятельность, опрос, закрепление, задание

Тема 4.2

Щелочные металлы (2 часа)

- **Учебник:** стр. 9
- **Рабочая тетрадь:** стр.5

Подстандарты	9-1.1.1
Цели обучения	Определяет положение щелочных металлов в периодической таблице и объясняет характер изменения атомного радиуса и металлических свойств в группах. Описывает нахождение щелочных металлов в природе и их свойства. Сравнивает химическую активность щелочных металлов и записывает уравнения важнейших реакций, протекающих с их участием.
Навыки XXI века	Интерактивность, сотрудничество, умение обосновывать свое мнение, коммуникативность, знание методов сбора информации при проведении исследований, исследовательские навыки
Вспомогательные средства	Периодическая таблица, щелочные металлы, образцы горных пород или их изображения, посуда из стекла, пинцет, нож, фильтровальная бумага, литий, натрий, калий, раствор фенолфталеина
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Обсуждение использования лития в аккумуляторах и батарейках.

Объяснение. Определение положения щелочных металлов в периодической таблице, объяснение характера изменения атомного радиуса и металлических свойств в группах, описание нахождения щелочных металлов в природе и их свойств, сравнение их химической активности и составление уравнений важнейших реакций с их участием.

Исследование. Проведение реакций взаимодействия щелочных металлов с водой и сравнение их активности в этих реакциях.

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-10.

Оценивание. Определение положения щелочных металлов в периодической таблице, объяснение характера изменения атомного радиуса и металлических свойств в группах, описание нахождения щелочных металлов в природе и их свойств, сравнение их химической активности и составление уравнений важнейших реакций с их участием.

МОТИВАЦИЯ Учитель предлагает учащимся ознакомиться с представленными во введении сведениями. После ознакомления учащихся с информацией учитель организует обсуждение, начиная с вопроса "*Почему в наше время литий-ионные батареи находят более широкое применение?*" Учащиеся могут дать различные ответы на этот вопрос. Например, они способны долго сохранять энергию и их можно перезаряжать; несмотря на небольшие размеры они накапливают значительный запас энергии, облегчая использование мобильных телефонов, планшетов и ноутбуков, а также обеспечивая работу электромобилей; отличаются более длительным сроком службы по сравнению с некоторыми другими типами батарей и не требует частой замены и т.д. При необходимости учитель может задать учащимся наводящие вопросы. Затем обсуждение продолжается вопросом "*Какие ещё источники энергии вам известны?"* В своих ответах учащиеся могут указать солнечную энергию, энергию ветра, энергию топлива, ядерную энергию и т.д.

ОБЪЯСНЕНИЕ Затем учитель излагает сведения о щелочных металлах. Он доводит до сведения учащихся, что эти металлы расположены в 1-й группе (IA) периодической таблицы, что в эту группу входят литий (Li), натрий (Na), калий (K), рубидий (Rb), цезий (Cs), франций (Fr) и франций является радиоактивным элементом, демонстрирует вышесказанное в наглядной форме по периодической таблице и особо подчеркивает, что водород не относится к щелочным металлам. Затем учитель сообщает, что в природе щелочные металлы встречаются в виде минералов, то есть в форме соединений, знакомит учащихся с названиями и формулами их наиболее распространенных в природе минералов и демонстрирует для наглядности эти минералы при их наличии в химическом кабинете.

Далее преподаватель демонстрирует учащимся литий, натрий и калий (если эти металлы имеются в лаборатории). При этом он заостряет их внимание на том, что щелочные металлы хранятся под слоем керосина, создает условия для того, чтобы учащиеся могли безопасно коснуться металлов ножом, и предлагает перечислить их свойства. При этом учитель акцентирует внимание учащихся на таких свойствах, как цвет, твердость, плотность и др., и при необходимости задает наводящие вопросы. Выявляется, что щелочные металлы:

- имеют серебристый цвет, хорошо проводят электрический ток и тепло;
- их хранят под слоем керосина из-за высокой активности (при контакте с воздухом они реагируют с кислородом и содержащимися в воздухе водяными парами);
- мягче большинства металлов и режутся ножом, их твёрдость уменьшается от лития к цезию (литий резать ножом труднее, чем другие щелочные металлы);
- легче большинства металлов (при помещении их в воду они всплывают на поверхность воды и взаимодействует с ней);
- температуры плавления и кипения ниже, чем у других металлов.

ИССЛЕДОВАНИЕ Затем учитель направляет внимание учащихся на блок "Деятельность", предлагает им сравнить химическую активность лития, натрия и калия, предоставляет им необходимые принадлежности и дает указание строго соблюдать правила техники безопасности (при работе с щелочными металлами необходимо соблюдать правила безопасности, а опыты проводить в вытяжном шкафу с использованием защитных очков). Учащиеся знакомятся с ходом эксперимента, затем делятся на группы и приступают к выполнению опытов. Далее учитель организует обсуждение, обратившись к ним с вопросами: "*Что вы наблюдали? Как вы можете объяснить результаты своих наблюдений?*" Учащиеся могут дать разные ответы, например: "литий, натрий и калий начинают двигаться по поверхности воды", "во время протекания реакции образовались пузырьки газа", "раствор стал малиновым", "натрий двигался быстрее лития", "калий реагировал наиболее бурно", "выделяющийся газ воспламенился" и т.д. Обсуждение продолжается вопросом "*Какой металл реагировал с водой быстрее? Почему?"* Устанавливается, что калий реагирует с водой с наибольшей скоростью (он активнее перемещается по поверхности воды, а пузырьки газа выделяются при этом более интенсивно). Это обусловлено тем, что в группе сверху вниз атомный радиус щелочных металлов увеличивается, притяжение электрона внешнего слоя к атомному ядру ослабевает, вследствие чего отдача электрона атомом облегчается и химическая активность возрастает. Активность этих металлов изменяется в ряду: Li < Na < K. Иногда

образующийся газообразный водород может воспламениться за счет теплоты, выделяющейся в ходе реакции натрия и калия с водой.

Затем учитель посредством вопроса "*Какие уравнения вы бы предложили для описания произошедших реакций?*" предлагает учащимся составить уравнения реакций щелочных металлов с водой. Определяется, что реакции протекают согласно следующим уравнениям:

$$2Li + 2H_2O \longrightarrow 2LiOH + H_2$$
$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$
$$2K + 2H_2O \longrightarrow 2KOH + H_2$$

ОБЪЯСНЕНИЕ Затем учитель объясняет учащимся, что щелочные металлы активно реагируют с хлором и кислородом, и записывает на доске уравнения этих реакций. Сообщает, что при взаимодействии с хлором образуются их хлориды, а при взаимодействии с кислородом — оксид лития, пероксид натрия и супероксид калия.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики "Примените полученные знания". В этом блоке даны два задания.

1. При взаимодействии с углекислым газом соединения, образующегося при сгорании натрия в кислороде, получаются карбонат натрия и кислород. Напишите уравнение реакции и расставьте коэффициенты.

[Ответ. Горение натрия в кислороде происходит, как показано ниже:

$$2Na + O_2 \longrightarrow Na_2O_2$$

Поскольку при взаимодействии пероксида натрия с углекислым газом образуются карбонат натрия и кислород, уравнение реакции будет иметь вид:

$$2Na_2O_2 + 2CO_2 \longrightarrow 2Na_2CO_3 + O_2.]$$

2. Рассчитайте объём водорода (в литрах; при 20°C и 1 атм), образовавшегося в результате реакции взаимодействия 92 г натрия с водой, учитывая, что выход продукта реакции составляет 90%.

[Ответ. Сначала на основании уравнения реакции $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$ *рассчитывается объем газообразного водорода, который должен образоваться при взаимодействии 92 г натрия с водой:*

46 г Na – 24 литра H_2

92 г Na – x литров H_2

$x = 48$ *литров*

Исходя из того, что выход продукта равен 90%, объем образовавшегося водорода = 48 · 90 / 100 = 43,2 литра.]

ОЦЕНИВАНИЕ На этом этапе урока учитель проводит разъяснительное обсуждение вопросов, представленных в рубрике "Проверьте полученные знания".

1. Как изменяются плотность, температура плавления и твёрдость щелочных металлов в зависимости от их порядкового номера?

[Ответ. Плотность щелочных металлов в основном возрастает, а температура плавления понижается.]

2. Определите продукты, полученные при реакциях взаимодействия натрия с хлором и водой.

[Ответ.

$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$

$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2.]$

3., Перепишите таблицу в тетрадь, определите верные (✓) и неверные (✗) утверждения для натрия и калия.

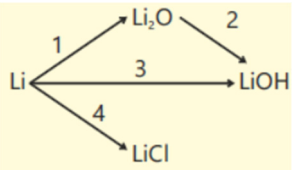
Утверждения	Верно	Неверно
Являются восстановителями		
Различаются по числу электронов на внешнем электронном слое их атомов		

Различаются по плотности		
При взаимодействии с водой образуют щёлочи		
Встречаются в природе в свободном виде		
В соединениях проявляют степень окисления +1		

[Ответ. Ниже представлен завершенный вариант таблицы:

Утверждения	*Верно*	*Неверно*
Являются восстановителями	✓	
Различаются по числу электронов на внешнем электронном слое их атомов		✗
Различаются по плотности	✓	
При взаимодействии с водой образуют щёлочи	✓	
Встречаются в природе в свободном виде		✗
В соединениях проявляют степень окисления +1	✓	

3. В соответствии со следующими схемами напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты.



[Ответ. Уравнения реакций имеют следующий вид:
$4Li + O_2 \longrightarrow 2Li_2O$
$Li_2O + H_2O \longrightarrow 2LiOH$
$2Li + 2H_2O \longrightarrow 2LiOH + H_2$
$2Li + Cl_2 \longrightarrow 2LiCl.$]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	**Материалы оценивания**
Определение положения щелочных металлов в периодической таблице, разъяснение изменения атомного радиуса и металлических свойств в группах	Опрос, задание
Описание нахождения щелочных металлов в природе и их свойств	Мотивация, опрос, задание
Сравнение химической активности щелочных металлов и составление уравнений важнейших реакций с их участием	Деятельность, опрос, закрепление задание

Mövzu 4.3

Кальций. Жесткость воды (2 часа)

- **Учебник:** стр. 12
- **Рабочая тетрадь:** стр. 8

Подстандарты	9-1.1.5
Цели обучения	Описывает нахождение в природе щелочноземельных металлов (в частности кальция) и их свойства. Составляет уравнения некоторых реакций, в которые вступают кальций и его соединения. Разъясняет сущность понятия “жесткость воды” и исследует пути ее устранения.
Навыки XXI века bacarıqları	Информационная активность, интерактивность, навыки сотрудничества, критического мышления, внесения корректив в существующие пути решения, знание методов сбора информации при выполнении исследований, исследовательские навыки, умение обдумывать пути решения проблемы
Вспомогательные средства	Периодическая таблица, кальций, образцы минералов или их изображения, химические стаканы, ложка, спиртовка, колба, водопроводная вода, морская вода, колодезная вода, лимонная кислота, карбонат натрия, сода, жидкое мыло
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Проведение обсуждения вопросов, касающихся образования в чайнике накипи, обусловленного жесткостью воды.

Объяснение. Определение положения щелочноземельных металлов в периодической таблице, разъяснение изменения их атомных радиусов и металлических свойств в пределах группы, а также нахождения их в природе и свойств, составление уравнений важнейших реакций, в которые вступают кальций и его соединения.

Исследование. Сравнение жесткости различных образцов воды и исследование способов устранения жесткости.

Закрепление. Учебник: зад. №1-3. РТ: №1-7.

ОЦЕНИВАНИЕ. Описание нахождения в природе щелочноземельных металлов (в частности кальция) и их свойств, составление уравнений некоторых реакций с участием кальция и его соединений, разъяснение сущности понятия “жесткость воды” и исследование способов ее устранения.

МОТИВАЦИЯ Учитель напоминает учащимся о явлении, с которым они часто встречаются в повседневной жизни: при длительном кипячении воды в чайнике на дне образуется накипь. Затем он обращается к ним с вопросами: *“С чем связано образование накипи? Как очистить предметы от накипи?”* Выслушав возможные ответы учащихся, учитель переходит к следующему этапу урока.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель сообщает учащимся сведения об элементах группы IIA и напоминает, что к ним относятся бериллий (Be), магний (Mg), кальций (Ca), стронций (Sr), барий (Ba) и радий (Ra) и называют эти элементы щелочноземельными металлами. Он демонстрирует кальций (при наличии в лаборатории) и знакомит учащихся с его свойствами. Затем предлагает им вспомнить информацию, изученную по учебнику для 7-го класса (мел, известняк и мрамор состоят в основном из карбоната кальция; кальций в виде фосфата содержится в организме человека в составе костей и зубов и т.д.), знакомит их с природными соединениями кальция и демонстрирует для наглядности имеющиеся в химическом кабинете минералы. Затем учитель

знакомит учащихся с уравнениями реакций кальция с кислородом и водой, а также оксида кальция (негашеной извести) с водой, и отмечает, что реакция оксида кальция с водой называется “реакцией гашения извести”. По возможности учитель проводит опыт и демонстрирует ее протекание в наглядном виде. В дополнение он напоминает учащимся, что, как им известно из учебника для 7-го класса, для защиты деревьев от вредителей их стволы белят смесью гашеной извести и воды.

ИССЛЕДОВАНИЕ Затем учитель направляет внимание учащихся на блок “Деятельность”. Здесь учащиеся узнаю́т о жесткости воды и способах ее устранения. Для выполнения заданий учитель делит учащихся на группы и выдает каждой группе необходимые принадлежности. Группы знакомятся с шагами предстоящего опыта и приступают к его выполнению. Учитель контролирует и при необходимости направляет ход работы групп. Учащиеся переписываю в тетрадь таблицу, приведенную в шаге 1, и отмечают в ней полученные результаты. Ниже приведен правильный завершенный вариант таблицы:

Образец воды	Количество пены (мало/много)	Жёсткость воды (низкая/высокая)
Водопроводная вода	Много	Низкая
Морская вода	Мало	Высокая
Колодезная вода	Мало	Высокая

После выполнения шагов 2, 3 и 4 учащиеся переписывают в тетрадь таблицу, приведенную в шаге 5, и отмечают в ней свои наблюдения. Ниже приведен правильный завершенный вариант таблицы:

Опыт	Жёсткость до опыта (низкая/высокая)	Жёсткость после опыта (низкая/высокая)	Изменение жёсткости
Кипячение	Высокая	Низкая	Понижается
Добавление лимонной кислоты	Высокая	Низкая	Понижается
Добавление карбоната натрия	Высокая	Низкая	Понижается

Далее учитель организует обсуждение вопросов “*Что вы наблюдали при выполнении шага 1? Как бы вы объяснили причину этих наблюдений? Какой из способов, использованных вами при выполнении шагов 2, 3 и 4, оказался наиболее эффективным для устранения жёсткости? Какой способ вы бы предпочли использовать в домашних условиях?”,* выслушивает ответы учащихся и при необходимости задает им наводящие вопросы.

ОБЪЯСНЕНИЕ Затем учитель обобщает ответы учащихся, дополняет их и разъясняет явление. Выявляется, что природная вода богата содержанием минералов. Большинство этих минералов – соли кальция и магния (например, $Ca(HCO_3)_2$, $Mg(HCO_3)_2$, $CaCl_2$, $MgCl_2$ и др.). Содержание в воде ионов кальция и магния (Ca^{2+} и Mg^{2+}) выше принятой нормы называется жесткостью, а сама вода — жесткой водой. При длительном использовании для питья жесткой воды в организме человека накапливаются соли, также в жесткой воде плохо пенится мыло.

Затем учитель проводит связь между этими сведениями и информацией из вводной части темы и объясняет учащимся, что при кипячении жесткой воды или же при добавлении к ней карбоната натрия наблюдается понижение ее жесткости в результате осаждения содержащихся в воде ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} и что жесткостью воды обусловлено образование накипи в чайнике.

Далее учитель направляет внимание учащихся на блок “Подумай·Обсуди·Поделись”. Для того, чтобы учащиеся смогли ответить на представленные в этом блоке вопросы (*При кипячении воды некоторые соли, обуславливающие её жёсткость, разлагаются с получением нерастворимых*

солей, которые образуют накипь на дне чайника. Как вы думаете, можно ли использовать соляную кислоту для растворения накипи? Если да, составьте уравнение реакции, которая при этом протекает.), учитель предлагает им вспомнить материал, изученный по учебнику "Химия" для 8-го класса. Учащиеся устанавливают, что соли, образующиеся при кипячении воды – карбонат кальция и карбонат магния, – вступают в реакцию с соляной кислотой, превращаясь в растворимые в воде соли – хлорид кальция и хлорид магния.

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2 + H_2O$$

$$MgCO_3 + 2HCl \longrightarrow MgCl_2 + CO_2 + H_2O$$

Далее учитель концентрирует внимание учащихся на получении алебастра из встречающегося в природе соединения кальция – природного гипса — и сообщает, что алебастр используется в строительном деле, а также в медицине для наложения гипсовых повязок. При объяснении урока не следует представлять учащимся химические формулы и уравнения реакций, отсутствующие в учебнике.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания, представленные в рубрике "Примените полученные знания". В этом блоке даны три задания.

1. Суточная потребность организма человека в кальции составляет 0,7 г. Рассчитайте массу молока (г), которая обеспечит суточную потребность организма человека в кальции, зная, что массовая доля кальция в коровьем молоке составляет 0,14%.

[Ответ. Приняв массу молока за 100%, можно произвести следующий расчет:

0,7 г – 0,14%

x г – 100%

x = 500 г.]

2. При прокаливании карбоната кальция образуются оксид кальция и диоксид углерода. Карбонат кальция массой 500 г прокаливали в течение длительного времени, а после охлаждения определили его массу. Сколько граммов оксида кальция образовалось при этом, если масса уменьшилась на 22%?

[Ответ. На основании приведенных данных составляется уравнение реакции разложения карбоната кальция:

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

Причиной уменьшения массы является выделение углекислого газа. Массу образующегося углекислого газа можно найти, рассчитав 22% от 500 граммов:

$$500 \cdot 0{,}22 = 110 \text{ г углекислого газа}$$

Массу полученного оксида кальция можно рассчитать, исходя из массы углекислого газа:

44 г углекислого газа – 56 г оксида кальция

110 г углекислого газа – x г оксида кальция

x = 140 г.]

3. В результате реакции взаимодействия 20 г смеси, состоящей из кальция и магния, с избытком кислорода было получено 31,2 г смеси оксидов. Рассчитайте массовую долю (%) магния в исходной смеси.

[Ответ. Уравнения реакций горения кальция и магния имеют следующий вид:

$$2Ca + O_2 \longrightarrow 2CaO$$

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

Как следует из уравнений, увеличение массы (31,2 – 20 = 11,2 г) происходит за счет кислорода, израсходованного на горение. Если обозначить число молей кальция через x, а число молей магния через y, масса прореагировавшего кальция составит 40x г, масса магния –24y г, отсюда 40x + 24y = 20 г, а масса израсходованного кислорода 16x + 16y = 11,2 г. Из уравнений

40x + 24y = 20

16x + 16y = 11,2

следует:

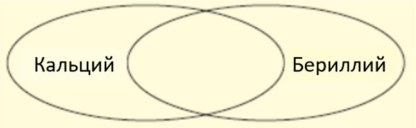
16y = 8 и y = 0,5 моль, тогда масса магния равна 24 · 0,5 = 12 г, а массовая доля магния в смеси – 12 · 100 / 20 = 60%.]

ОЦЕНИВАНИЕ На данном этапе урока учитель проводит с учащимися разъяснительное обсуждение вопросов, представленных в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. Какова общая электронная формула щелочноземельных металлов? Какую степень окисления они проявляют в соединениях?
[Ответ. ns^2, +2.]

2. В каких минералах содержится кальций в природе? Каковы химические формулы этих минералов?
[Ответ. Кальцит ($CaCO_3$), фосфорит ($Ca_3(PO_4)_2$), природный гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), доломит ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$).]

3. Определите пункты в соответствии с диаграммой Эйлера-Венна.



1) Входит в состав гашёной извести
2) Щелочноземельный металл
3) Амфотерный металл
[Ответ. К щелочноземельным металлам относятся оба металла – кальций и бериллий, в состав гашеной извести входит кальций, амфотерным металлом является бериллий.]

4. В промышленности при получении негашёной извести разложением известняка образуется также углекислый газ. Сколько кг известняка, содержащего 80% $CaCO_3$, следует разложить, чтобы получить 12 м^3 (20°C и давление 1 атм) CO_2?
[Ответ. Разложение карбоната кальция протекает согласно следующему уравнению:

$$CaCO_3 \longrightarrow CaO + CO_2$$

На основании уравнения реакции рассчитывается масса карбоната кальция, необходимого для получения 12 м^3 углекислого газа:
100 кг $CaCO_3$ – 24 м^3 CO_2
x кг $CaCO_3$ – 12 м^3 CO_2
x = 50 кг
С учетом того, что массовая доля карбоната кальция в известняке 80%, для разложения было взято 50 · 100 / 80 = 62,5 кг известняка.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Описание нахождения в природе щелочноземельных металлов (в частности кальция) и их свойств	Опрос, задание
Составление уравнений некоторых реакций с участием кальция и его соединений	Мотивация, опрос, закрепление, задание
Разъяснение сущности понятия “жесткость воды” и исследование способов ее устранения	Мотивация, деятельность, опрос

Тема 4.4

Переходные элементы. Производство чугуна и стали (2 часа)

• **Учебник:** стр. 16

Подстандарты	9-1.1.2
Təlim məqsədləri	Определяет положение переходных металлов в периодической таблице, проводит сравнение их свойств с щелочными металлами. Описывает процесс получения чугуна. Описывает процесс получения стали.
Навыки XXI века	Умение выражать свои мысли и выслушивать других, информационная грамотность, интерактивность, навык обдумывания путей решения проблемы.
Вспомогательные средства	Периодическая таблица, образцы переходных металлов, образцы руд или плакаты с их изображением
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Обсуждение пользы железа для организма человека и областей его применения.

Объяснение. Определение положения переходных металлов в периодической таблице, сравнение их свойств с щелочными металлами, описание процессов получения чугуна и стали.

Исследование. Рассмотрение сущности процесса получения чугуна на основе схемы его производства.

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-8.

Оценивание. Определение положения переходных металлов в периодической таблице, сравнение их свойств со свойствами щелочных металлов, описание процессов получения чугуна и стали.

МОТИВАЦИЯ Учитель предлагает учащимся ознакомиться с текстом, представленным во введении. Затем учитель, принимая во внимание материал, изученный учащимися по учебнику для 7-го класса, начинает обсуждение вопросом *“Как вы думаете, каким образом железо попадает в организм?”* На этот вопрос учащиеся могут ответить “вместе с пищей”, “железо содержится в таких продуктах, как мясо, печень, рыба ”, “используя в пищу бобовые растения и зелень”, “с фруктами и овощами”, “препаратов железа и витаминов” и т.д. Обсуждение продолжается вопросом *“К какому заболеванию приводит дефицит железа в организме?”* Учащиеся могут ответить: “малокровие (анемия)”, “слабость и чувство усталости”, “головокружение”, “быстрая утомляемость”. Затем учитель спрашивает: “*Какова роль железа в нашей повседневной жизни?*” На этот вопрос учащиеся могут ответить достаточно легко, например так: “используется в строительстве”, “используется при производстве автомобилей и различных приборов”, “используется при строительстве мостов и зданий”, “Используется при изготовлении предметов быта”, “используется при проведении железных дорог”, “является основным сырьем для производства стали и чугуна” и т.д.

ОБЪЯСНЕНИЕ Далее учитель переходит к следующему этапу урока. Сначала он излагает сведения о положении переходных металлов в периодической таблице и об их основных представителях. Учитель может организовать ознакомление с ними в наглядной форме. Для этого он демонстрирует образцы таких переходных металлов, как железо, медь, цинк и др., а также образец одного из щелочных металлов (натрия, калия), и предлагает учащимся провести их сравнение. Учащиеся устанавливают, что перечисленные металлы тверже и прочнее щелочных металлов, обладают высокой плотностью и высокими температурами плавления (за исклю-

чением ртути). Учитель концентрирует внимание учащихся на таблице в учебнике и они по данным таблицы сравнивают свойства железа, меди и никеля со свойствами натрия. Учитель также сообщает, что щелочные металлы образуют преимущественно соли белого цвета, тогда как большинство солей переходных элементов представляют собой окрашенные соединения. Если возможности лаборатории позволяют, эти соли можно продемонстрировать учащимся для наглядности. Затем учитель направляет внимание учащихся на блок “Знаете ли вы?”, учащиеся знакомятся с информацией о широком использовании переходных металлов в гончарном деле (в частности, при глазуровке керамических изделий). Далее учитель акцентирует внимание на том, что наиболее широко применяемым переходным металлом является железо, и отмечает его широкую относительно других переходных элементов распространенность в природе. Затем учитель поясняет, что железо обычно применяется в виде сплавов — стали и чугуна, — которые обладают по сравнению с железом большей прочностью и высокой коррозионной стойкостью. Далее он переводит внимание на промышленные процессы и отмечает, что промышленность обеспечивает производство нужных людям товаров, позволяет получать полезные вещества и материалы из имеющегося сырья, стимулирует экономическое развитие, способствует появлению новых рабочих мест, создает условия для развития транспорта, строительства и технологий, делает возможным производство металлов, топлива, удобрений и другой важной продукции, что в итоге улучшает условия жизни людей. Учитель подчеркивает, насколько важно и интересно изучение промышленных процессов в отличие от заучивания информации фактологического характера.

ИССЛЕДОВАНИЕ Затем учитель концентрирует внимание учащихся на процессе производства чугуна. Он просит их рассмотреть приведенное в учебнике изображение доменной печи (стр.17) и описание протекающих в ней процессов. Можно также использовать плакат, иллюстрирующий устройство доменной печи. Учащиеся самостоятельно знакомятся с процессами, лежащими в основе выплавки чугуна, после чего учитель организует обсуждение.

ОБЪЯСНЕНИЕ Затем учитель подводит итоги обсуждения и особо отмечает следующую последовательность в протекающем процессе:

- Кокс сгорает, реагируя с кислородом в составе горячего воздуха;
- Диоксид углерода реагирует с коксом с образованием монооксида углерода;
- Монооксид углерода восстанавливает железо из руды и железо накапливается в жидком виде в нижней части печи;
- Примеси, в составе железа удаляются с помощью известняка, который для этого добавляют в печь.

Учащимся демонстрируются уравнения реакций, соответствующие каждому этапу. Чтобы привлечь их внимание к теме, учитель может также привести следующие интересные сведения:

- Чугун — один из наиболее древних продуктов металлургии, используемых человеком. Его производство впервые началось в Древнем Китае примерно 2500 лет назад;
- Для производства одной тонны чугуна требуется примерно 1,5–2 тонны железной руды;
- Доменная печь работает непрерывно. На некоторых крупных металлургических заводах доменные печи не останавливают годами. Охлаждать их и затем снова запускать — весьма дорогостоящий процесс.
- Высота доменной печи может достигать 30–40 метров. Это соответствует примерно высоте 10–12-этажного здания.
- В процессе производства чугуна температура может приближаться к 2000 °C. Это даже выше температуры вулканической лавы.
- Каждый год в мире производится около 1,3–1,4 млрд тонн чугуна. Ежегодное производство чугуна в среднем составляет более 170 кг на каждого жителя Земли.

Далее учитель поясняет, что в процессе производстве чугуна невозможно полностью отделить имеющиеся примеси от железа, и отмечает, что чугун содержит помимо железа до 5% углерода, а также в нем остаются примеси кремния, фосфора и серы. Учитель доводит до внимания учащихся, что наличие примесей делает чугун относительно хрупким материалом. Учитель подчеркивает, что именно поэтому из состава чугуна удаляют часть примесей и таким образом получают

сталь, и направляет внимание на производство стали. Он особо выделяет следующие процессы, лежащие в основе производства стали:

- Жидкий чугун заливается в печь, называемую кислородным конвертером.
- В печь подается кислород и посторонние примеси (углерод, сера, фосфор, кремний и др.), реагируя с кислородом, превращаются в соответствующие оксиды.
- При добавлении в печь карбоната кальция эти оксиды удаляются из нее.

Далее учитель поясняет, что благодаря более низкому содержанию примесей сталь прочнее и эластичнее чугуна, вследствие чего находит более широкое применение в строительстве и машиностроении. Он направляет внимание учащихся на раздел "Знаете ли вы?" и знакомит их с представленной в разделе информацией (в промышленности кислородно-конвертерным способом всего за 40 минут производится около 350 тонн стали среднего качества.) Предложив учащимся различные любопытные факты о производстве стали, можно повысить их интерес к промышленным процессам. Например:

- Сталь — самый широко используемый материал среди металлов. Ежегодно в мире производится примерно 1,8–2 миллиарда тонн стали;
- Сталь составляет примерно 50–60% массы автомобиля;
- Сталь может быть на 100% переработана. Старые автомобили, бытовая техника и строительные материалы переплавляются и повторно используются при производстве стали;
- В конструкциях небоскреба "Бурдж-Халифа" было использовано несколько десятков тысяч тонн стали;
- Ежегодно на душу населения производится в среднем более 200 кг стали.

Далее учитель может пояснить учащимся, что отделение жидкой стали от шлака (отсечка шлака) осуществляется после завершения процесса продувки в конвертере. Сначала основная часть шлака сливается наклоном конвертера в одну сторону - сторону шлакового пролета. Затем конвертер наклоняют в противоположную сторону и выпускают жидкую сталь в сталеразливочный ковш. Для предотвращения попадания шлака в ковш при вытекании жидкой стали используют различные приспособления для задержки шлака. К ним относятся различные дарт-стопперы, шлакозадерживающие системы и другие механические устройства. Они позволяют свести к минимуму попадание шлака в ковш и получать таким образом более чистую и качественную сталь.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики "Примените полученные знания". В этом блоке представлено два задания.

1. Доменный газ состоит из CO, N_2 и CO_2. Зная, что средняя молярная масса доменного газа составляет 30 г/моль, рассчитайте массовую долю (в %) содержащегося в его составе диоксида углерода.

[Ответ. Поскольку CO и N_2 имеют равные молярные массы, можно рассматривать суммарное количество этих газов в смеси. Число молей смеси CO и N_2 принимается за x, а число молей CO_2 — за y. Тогда:

$M_{ср.} = 28x + 44y / x+y = 30; 28x + 44y = 30x + 30y; 2x = 14y; x = 7y; 100y / (x + y) = 100y / 8y = 12,5\%$]

2. Сколько тонн железа можно получить из 400 тонн руды, содержащей 80% Fe_2O_3, если выход продукта составляет 50%?

[Ответ. Сначала следует найти 80% от 400 тонн: 400 · 0,8 = 320 тонн.

Учитывая, что из 1 моль (160 г) Fe_2O_3 образуется 2 моль (112 г) Fe, и выражая массу в тоннах, можно рассчитать массу полученного железа:

160 тонн Fe_2O_3 – 112 тонн Fe

320 тонн Fe_2O_3 – x тонн Fe

x = 224

Если выход равен 50%, масса полученного железа составит:

224 · 0,5 = 112 тонн.]

ОЦЕНИВАНИЕ На данном этапе урока учитель проводит с учащимися разъяснительное обсуждение вопросов из рубрики "Проверьте полученные знания".

1. Приведите несколько примеров переходных элементов. По каким свойствам эти элементы отличаются от щелочных и щелочноземельных металлов?

[Ответ. В качестве примера переходных металлов можно указать железо, медь, цинк, хром, никель, серебро, золото, платину, ртуть и др. металлы. В отличие от щелочных и щелочнземельных металлов, эти металлы твердые и прочные и характеризуются высокой плотностью и температурой плавления (кроме ртути).]

2. В виде каких минералов железо встречается в природе? Каковы химические формулы этих минералов?

[Ответ. Гематит (Fe_2O_3), магнетит (Fe_3O_4), лимонит($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$), пирит (FeS_2).]

3. Опишите уравнениями процесс производства чугуна.

[Ответ.

$C(тв) + O_2(г) \longrightarrow CO_2(г)$

$C(тв) + CO_2(г) \longrightarrow 2CO(г)$

$Fe_2O_3(тв) + 3CO(г) \longrightarrow 2Fe(ж) + 3CO_2(г)$

$CaCO_3(тв) \longrightarrow CaO(тв) + CO_2(г)$

$CaO(тв) + SiO_2(тв) \longrightarrow CaSiO_3(ж).]$

4. Какие металлы помимо железа используются для производства нержавеющей стали?

[Ответ. Никель и хром.]

5. Как из чугуна получают сталь?

[Ответ. В процессе производства чугуна невозможно полностью отделить от железа все примеси, в чугуне помимо железа сохраняются до 5% углерода, а также кремний, фосфор и сера. В промышленности для получения стали из чугуна расплавленный чугун заливают в печь, называемую кислородным конвертером, и подают в нее кислород. При этом углерод, сера, фосфор и кремний превращаются в соответствующие оксиды. Затем в печь добавляют карбонат кальция. Карбонат кальция взаимодействует с диоксидом кремния и пентаоксидом дифосфора с образованием шлака, в результате чего содержание примесей в сплаве снижается и образуется сталь.]

6. Почему низкоуглеродистая сталь прочнее железа? Обоснуйте свой ответ.

[Ответ. Чистое железо — это относительно мягкий металл, который легко сгибается. При добавлении к железу небольшого количества углерода атомы углерода затрудняют скольжение слоев атомов железа друг относительно друга. Поэтому сталь сравнительно с железом является более прочной, долговечной и износостойкой.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Определение положения переходных металлов в периодической таблице, сравнение их свойств с щелочными металлами	Мотивация, опрос, задание
Описание процесса получения чугуна	Деятельность, опрос, закрепление, задание
Описание процесса получения стали	Опрос, закрепление, задание

Тема 4.5

Коррозия (2 часа)

- **Учебник:** стр. 19
- **Рабочая тетрадь:** стр. 14

Подстандарты	9-1.1.2
Цели обучения	Понимает сущность коррозии и объясняет причины её возникновения. Различает химическую и электрохимическую коррозию. Предлагает способы защиты от коррозии.
Навыки XXI века	Умение выражать свои мысли и выслушивать других, информационная грамотность, навыки критического мышления, внесения корректив в существующие пути решения, обоснования своего мнения, обдумывания путей решения проблемы, знание методов сбора информации при проведении исследований, исследовательские навыки.
Вспомогательные средства	Образцы корродирующего металла, пробирки, железные гвозди, хлорид кальция, растительное масло, дистиллированная вода, раствор поваренной соли.

Краткий план урока

Мотивация. Проведение обсуждений вопросов ржавления и его последствий.

Объяснение. Объяснение сущности и причин возникновения коррозии, объяснение различий между химической и электрохимической коррозией и механизмов действия способов защиты от коррозии.

Исследование. Изучение влияния различных факторов на скорость коррозии.

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-8.

Оценивание. Понимание сущности коррозии и объяснение причин её возникновения, различение химической и электрохимической коррозии, объяснение механизмов действия способов защиты от коррозии.

МОТИВАЦИЯ Учитель предлагает учащимся ознакомиться с представленной во вводной части информацией об известном им явлении — ржавлении. Поскольку учащиеся знакомы с ржавлением из повседневной жизни, они могут дополнить новыми сведениями информацию, приведенную в тексте (металлические изделия постепенно разрушаются и утрачивают свои первоначальные качества под воздействием окружающей среды, при этом снижается прочность металла, ухудшается его внешний вид и сокращается срок эксплуатации). Например, он могут показать, что снижается надежность сооружений и конструкций, возрастают риски аварий и угрозы безопасности, возникают экономические потери из-за роста затрат на ремонт и обновление оборудования, снижаются сохранность исторических памятников и срок эксплуатации мостов и других инженерных сооружений и т.д. Затем учитель обращается к учащимся с вопросом “*С чем связано ржавление железа?*” На этот вопрос учащиеся могут дать различные ответы, такие как “с контактом железа с водой и воздухом”, “с влиянием влажности”, “с влиянием дождей и влаги”, “из-за воздействия морского побережья и солевой среды” и т.д. Далее учитель спрашивает: “П*очему некоторые металлы не ржавеют?”* Учащиеся могут ответить на этот вопрос по-разному. Например, “некоторые металлы на вступают в реакцию с водой и воздухом”, “на поверхности некоторых металлов есть защитный слой”, “некоторые металлы в химическом отношении крайне пассивны” и т.д.

ОБЪЯСНЕНИЕ Далее учитель обобщает ответы учащихся, дополняет их и дает необходимые разъяснения. Он сообщает, что металлические материалы постепенно подвергаются разложению под воздействием химических веществ, содержащихся в воздухе, дождя, снега и почвенной

влаги. Разрушение металлов и их сплавов в результате воздействия окружающей среды называется коррозией. При этом металлы переходят из свободного состояния в химические соединения – оксиды, хлориды, сульфиды, гидроксиды и др.

ИССЛЕДОВАНИЕ Затем учитель концентрирует внимание учащихся на блоке “Деятельность”. В этом блоке исследуется влияние различных факторов на скорость коррозии. Поскольку коррозия представляет собой длительный процесс, к начальным этапам эксперимента необходимо приступить на предыдущих занятиях. За два или три урока до начала работы учитель вместе с учениками помещает в каждую из взятых для опыта четырех пробирок по железному гвоздю одного размера. В первую пробирку они добавляют немного хлорида кальция и закрывают горлышко пробирки пробкой. Использование этой соли (хлорида кальция) обусловлено ее способностью поглощать водяные пары из воздуха. Во вторую пробирку добавляют дистиллированную воду так, чтобы она полностью покрывала железный гвоздь, и 5-6 мл растительного масла и закрывают горлышко пробирки пробкой. В третью пробирку добавляют дистиллированную воду и закрывают горлышко пробирки пробкой. В четвертую пробирку добавляют некоторое количество раствора поваренной соли и закрывают горлышко пробирки пробкой. Все пробирки должны храниться в химическом кабинете в состоянии покоя. Возможен и другой вариант: учитель раздает учащимся необходимые принадлежности и поручает начать эксперимент дома. В таком случае учащиеся к означенному уроку приносят пробирки в школу.

Далее учитель организует обсуждение по результатам эксперимента. Он адресует им вопросы *“В каком случае коррозия железного гвоздя протекала более интенсивно, а в каком – менее? Где коррозия происходила быстрее – в дистиллированной воде или в растворе поваренной соли? С какой целью используется растительное масло?”* Ниже показано, как учащиеся могут ответить на заданные вопросы, исходя из своих наблюдений:

- В 1-й пробирке (сухой воздух) – коррозия не наблюдалась или протекала крайне медленно;
- Во 2-й пробирке (дистиллированная вода + растительное масло) – коррозия происходила крайне слабо;
- В 3-й пробирке (дистиллированная вода) – наблюдалось протекание коррозии;
- В 4-й пробирке (раствор поваренной соли) – коррозия произошла в наибольшей степени и протекала с наибольшей скоростью;
- В растворе поваренной соли коррозия протекала быстрее;
- Растительное масло было использовано для предотвращения соприкосновения воды, в которой находился гвоздь, с воздухом.

ОБЪЯСНЕНИЕ Далее учитель обобщает выявленные в ходе обсуждения задачи, отмечает, что для протекания коррозии важно как участие как воды, так и кислорода, и указывает, что коррозия ускоряется в солевой среде. Затем учитель сообщает о двух формах коррозии – химической и электрохимической.

Химическая коррозия	**Электрохимическая коррозия**
Разрушение металла в результате его непосредственного взаимодействия с химическими веществами (кислородом, хлором и т.д.) без участия электролита, то есть в сухой среде (в среде газов). Например, $2Fe + 3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$	Разрушение металла в результате электрохимических процессов, происходящих во влажной среде (водопроводная вода, солёная вода, раствор кислоты и т.д.). Например: $4Fe + 3O_2 + 6\ H_2O \longrightarrow 4Fe(OH)_3$ $2Cu + O_2 + CO_2 + H_2O \longrightarrow (CuOH)_2CO_3$

Учитель отмечает, что электрохимическая коррозия протекает быстрее, чем химическая, и подчеркивает, что коррозия, с которой мы сталкиваемся в повседневной жизни, является в основном

электрохимической коррозией. К примеру, памятники, расположенные у моря, быстрее разрушаются и приходят в негодность со временем из-за высокой влажности. Чтобы заинтересовать учащихся, можно привести реальные примеры. Например:

- Статуя Свободы (Statue of Liberty) – расположена у моря, соленый воздух и влажность ускорили коррозию металлических конструкций, поэтому памятник требует регулярных работ по реставрации и охране.
- Мост через Сиднейскую гавань, или мост Харбор-Бридж (Sydney Harbour Bridge) – расположен на океанском побережье и постоянно подвергается коррозии, поэтому мост регулярно покрывают краской и проводят технические осмотры.
- Мост Золотые Ворота (Golden Gate Bridge) – Влажный соленый воздух с Тихого океана ускоряет коррозию, поэтому мост постоянно красят и защищают от ржавления.
- Эйфелева башня (Eiffel Tower) – хотя и расположена не на побережье, ее регулярно заново покрывают краской для защиты от коррозии; этот пример показывает, что металлические конструкции нуждаются в защите даже при обычных атмосферных условиях.

Затем учитель привлекает внимание учеников к блоку "Знаете ли вы?" (как показывают расчёты, в мировом масштабе ежегодные экономические потери от коррозии составляют приблизительно 2–2,5 трл. долларов США), и связывает эту информацию с ответами учащихся при обсуждении вводной части (экономический урон). Он отмечает, что коррозия больше всего подвергаются изделия из железа и его сплавов, поясняет, что коррозия железа называется ржавлением — процессом образования ржавчины на поверхности железных изделий при контакте с влажным воздухом, — и приводит уравнение реакции образования ржавчины: ($4Fe + 3O_2 + 6H_2O \longrightarrow 4Fe(OH)_3$). Далее учитель организует обсуждение вопроса "*Как можно защитить металлические изделия от коррозии?*" Для этих целей предлагается использовать следующие способы:

- Нанесение защитных покрытий на поверхность изделий. Для этого могут быть использованы как покрытия из металлов (хром никель, цинк, серебро, олово и др.), так и неметаллические покрытия (лаки, краски, масла и др.). При нанесении покрытий исключается контакт поверхности металла с воздухом (пример в эксперименте: вода + масло).
- Использование коррозионностойких сплавов (бронза, латунь и др.).
- Создание условий для коррозии другого металла. В этом случае к металлу крепится пластина из более активного металла, который корродирует первым и защищает от коррозии металл, из которого изготовлено изделие.
- Использование ингибиторов – веществ, замедляющих коррозию (например, в нержавеющую сталь добавлены хром и никель).

Затем учитель направляет внимание учащихся на блок "Подумай·Обсуди·Поделись" и предлагает вопрос: *"Несмотря на то, что в ряду активности металлов хром расположен до железа, он более устойчив к коррозии. Чем, по вашему мнению, это обусловлено?"* Устанавливается, что металлический хром в ряду активности металлов стоит перед железом, однако на его поверхности образуется очень тонкий, плотный и прочный слой оксида хрома(III) (Cr_2O_3). Покрывая поверхность металла, защитный слой предотвращает проникновение кислорода и воды в более глубокие слои металла. В результате процесс коррозии замедляется или прекращается.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики "Примените полученные знания". В этом блоке даны два задания.

1. Какие вещества можно использовать для удаления ржавчины с поверхности железного изделия? Напишите уравнение происходящего при этом химического процесса.

[Ответ. Поскольку ржавчина в основном состоит из $Fe(OH)_3$, ее можно удалить с помощью кислот (например, соляной кислоты, уксусной кислоты и др.). При использовании соляной кислоты уравнение протекающей реакции имеет вид:

$$Fe(OH)_3 + 3HCl \longrightarrow FeCl_3 + 3H_2O.]$$

2. В контакте с какими металлами коррозия железа усиливается? Обоснуйте свой ответ.

1. Al 2. Cr 3. Zn 4. Cu 5. Ag

[Ответ. При контакте с менее активным металлом железо корродирует быстрее. Активность приведенных металлов уменьшается в следующем ряду:
Al > Zn > Cr > Fe > Cu > Ag
Отсюда следует, что Al, Cr, Zn активнее железа, а Cu, Ag — менее активны. Следовательно, коррозия железа усилится при его контакте с Cu и Ag.]

ОЦЕНИВАНИЕ На данном этапе урока учитель проводит с учащимися разъяснительное обсуждение по вопросам, представленным в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. Что такое коррозия? Приведите примеры химической и электрохимической коррозии.

[Ответ. Химическая коррозия — это разрушение металла в результате его непосредственного взаимодействия с химическими веществами (кислород, хлор и т. д.) в отсутствие электролита, то есть в сухой среде (в среде газов) ($2Fe + 3Cl_2 \longrightarrow 2FeCl_3$). Электрохимическая коррозия — это разрушение металла в результате электрохимических процессов, протекающих во влажной среде (водопроводная вода, морская вода, растворы кислот и т. д.) ($2Cu + O_2 + CO_2 + H_2O \longrightarrow (CuOH)_2CO_3$).]

2. Какой окислитель может стать причиной коррозии железа в водной среде?

[Ответ. Кислород.]

3. Железо быстрее ржавеет вблизи промышленных объектов. Как вы думаете, что является причиной этому явлению?

[Ответ. В результате деятельности промышленных предприятий происходит выброс в атмосферу диоксида серы (SO_2), оксидов азота (NO_x), углекислого газа и других веществ. Эти газы взаимодействуют с имеющимися в воздухе парами воды, образуя кислотные дожди. Кислотные дожди и загрязненный воздух ускоряют коррозию железа. Поэтому металлические изделия, находящиеся вблизи промышленных объектов, ржавеют быстрее.]

4. Укажите факторы, которые усиливают и которые ослабляют ржавление железа. При каких условиях железо ржавеет более интенсивно?

[Ответ. Влажная среда, контакт с водой или водяными парами, присутствие кислорода в воздухе, солевая среда (морская вода, раствор поваренной соли), кислотная среда, загрязнение воздуха и др.]

5. Изделие из какого металла заржавеет быстрее при одинаковых условиях? Объясните причину.

1) Образец железа, содержащий примеси.

2) Образец железа, поверхность которого покрыта оловом.

[Ответ. Образец железа, содержащий примеси, будет ржаветь быстрее, так как в образце железа, покрытом оловом, оловянное покрытие защищает металл от контакта с воздухом и водой.]

6. Зимой автомобильные дороги посыпают солью для таяния льда. Влияет ли это на процесс коррозии? Обоснуйте свой ответ.

[Ответ. Поваренная соль (NaCl) и другие соли, которые используются зимой для плавки льда, взаимодействуя со снегом и льдом, образуют соляной раствор. Эти растворы ускоряют электрохимическую коррозию железа. Поэтому днища автомобилей, металлические конструкции мостов, дорожные ограждения и столбы в зимние месяцы корродируют быстрее.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Понимание сущности коррозии и объяснение причин её возникновения	Мотивация, деятельность, опрос, закрепление, задание
Различение химической и электрохимической коррозии	Опрос, задание
Объяснение механизма действия способов защиты от коррозии	Деятельность, опрос, закрепление, задание

Наука, технология, жизнь (1 час)

• **Учебник:** стр. 22

В разделе “Наука, технология, жизнь” представлена информация о роли магнитов в развитии науки и современных технологий, об их применении в повседневной жизни и различных отраслях промышленности. Цель представления данного материала — показать учащимся значение металлов и их соединений в современных технологиях, продемонстрировать взаимосвязь физики, химии и технологии, помочь понять, как научные достижения применяются в повседневной жизни, сформировать у них интерес к инновационным технологиям.

Учитель может предложить учащимся заранее ознакомиться с приведенным материалом, собрать дополнительную информацию о применении магнитов, провести исследование данных с использованием интернет-ресурсов и подготовить краткие презентации. В таком случае примерно 15 минут урока можно посвятить обсуждению основных идей представленного в учебнике материала, после чего заслушать выступления учащихся и обсудить дополнительную информацию.

Исследования и презентации могут быть организованы по следующим направлениям:

- Что такое магнит и каковы его основные характеристики?
- Какие различия существуют между естественными и искусственными магнитами?
- Какие металлы используются при производстве магнитов?
- В чем заключается роль магнитов в работе электродвигателей?
- На каком принципе работают поезда на магнитной подушке?
- Как используются магниты в ветряных генераторах?
- Какую роль выполняют магниты в аппаратах МРТ (магнитно-резонансной томографии)?
- В чем состоит функция магнитов в жестких дисках компьютеров и других электронных устройствах?
- В каких устройствах, используемых вами в повседневной жизни, применяются магниты?
- Какие новшества может привнести в жизнь людей дальнейшее развитие магнитных технологий?

В конце обсуждения учитель может подчеркнуть, что магниты является одной из важнейших областей применения железа, никеля, кобальта и их сплавов и им принадлежит незаменимая роль в развитии современной энергетики, транспорта, медицины, электроники и информационных технологий.

Дальнейшее совершенствование этих технологий позволит создавать в будущем более быстрые, безопасные и энергосберегающие системы.

Проект (1 час)

• **Учебник:** стр. 23

Целью данного проекта является формирование у учащихся практических знаний о сущности процесса коррозии, о факторах, влияющих на этот процесс, и способах защиты от коррозии. В рамках проекта учащиеся изучают экспериментальным путем влияние взаимодействия различных металлов, pH среды, хлорид-ионов, защитных металлических покрытий и ингибиторов на процесс коррозии. Наряду с этим учащиеся развивают такие навыки, как ведение наблюдений, сравнение результатов, анализ экспериментальных данных и научно обоснованная интерпретация полученных результатов.

В ходе выполнения проекта учащиеся устанавливают, что коррозия зависит не только от свойств самого металла, но также от тех металлов, с которыми он контактирует, и от условий окружающей среды. Они глубже постигают сущность электрохимической коррозии, сопоставляют влияние активных и менее активных металлов на коррозию, а также оценивают влияние кислой и щелочной среды на скорость коррозии.

К завершению проекта ожидается достижение следующих результатов:

- Устанавливается, что коррозия железа при контакте с медью ускоряется, а при контакте с цинком железо лучше защищено от коррозии;
- Наблюдается более быстрое протекание коррозии в кислой среде по сравнению с щелочной;
- Делается вывод, что хлорид-ионы ускоряют коррозию на металлических поверхностях;
- Выявляется важная роль нанесения защитных покрытий, например, цинкования, в защите металлов от коррозии;
- Подтверждается экспериментально, что ингибиторы коррозии снижают скорость разъедания металла;
- Осознается масштаб вызванных коррозией экономических проблем в промышленности, на транспорте, в строительстве и в повседневной жизни;
- Проясняется, что выбор способов защиты от коррозии имеет важное значение для продления срока эксплуатации технических сооружений.

По итогам проекта учащиеся могут представить полученные результаты в виде таблиц, графиков и презентаций и сравнить преимущества и недостатки различных способов защиты от коррозии. Эта деятельность способствует развитию у учащихся исследовательских навыков, навыков сотрудничества, решения проблем и научных презентаций.

5-й РАЗДЕЛ Воздух и вода

Тема №	Название	Кол-во часов	Учебник (стр.)	Рабочая тетрадь (стр.)
Тема 5.1	Воздух	2	28	20
Тема 5.2	Загрязнение воздуха	2	33	23
Тема 5.3	Вода	2	37	27
Тема 5.4	Парниковые газы и глобальное потепление	2	41	32
	Наука, технология, жизнь	1	46	
	Проект	1	47	
	Обобщающий урок (заключение и обобщающие задания)	1	48	36
	МСО	1		
	ВСЕГО	**12**		

Краткий обзор раздела

Из этого раздела учащиеся узнают о значении воздуха и воды для жизнедеятельности живых организмов, познакомятся с их составом, свойствами и применением в повседневной жизни. Они сформируют начальные представления о строении атмосферы, основных составных частях воздуха и о роли газов в составе воздуха для живых организмов. На основании наблюдений и экспериментальных исследований учащиеся прояснят, что воздух представляет собой смесь различных газов, кислород играет ключевую роль в процессах дыхания и горения, а благородные газы пассивны (инертны) в химическом отношении. В то же время они узнают, как рассчитать объемную долю кислорода в воздухе, и изучат способы разделения газов, входящих в состав воздуха. В рамках этого раздела учащиеся будут анализировать основные источники загрязнения воздуха и то влияние, которое оказывают загрязняющие вещества на здоровье человека, живые организмы и окружающую среду. Они будут сопоставлять свойства монооксида углерода, диоксида серы, оксидов азота и соединений свинца, образующихся при сжигании фоссильного топлива, а также обосновывать опасность, которую представляют эти вещества. Учащиеся исследуют причины возникновения кислотных дождей и их воздействие на природу и возведенные постройки, а также осознают роль каталитических нейтрализаторов и способов очистки дымовых газов в снижении загрязнения воздуха.

При изучении данного раздела учащиеся также познакомятся с понятиями “парниковые газы” и “глобальное потепление”. Они поймут, как диоксид углерода, метан и другие парниковые газы влияют на удержание тепла в атмосфере земли и как в результате этого процесса происходит повышение глобальной температуры и изменение климата. Опираясь на причинно-следственные связи, учащиеся установят связь глобального потепления с такими явлениями, как таяние ледников, повышение уровня моря, засуха и рост частоты экстремальных погодных явлений. Наряду с этим, они оценят роль использования альтернативных источников энергии и осуществления экологических мероприятий в защите окружающей среды. Учащиеся также ознакомятся с распространением воды в природе, с особенностями источников подземных и поверхностных вод, значением питьевой воды и путями ее загрязнения. Они придут к пониманию того, что прозрачная на вид вода не всегда безопасна, и будут обсуждать риски, которые микроорганизмы и другие загрязнители создают для здоровья человека. В ходе исследовательской деятельности и с помощью простых лабораторных моделей они будут изучать стадии очистки воды, методы флотации и хлорирования и оценят практическое значение этих процессов.

Из раздела “Наука, технология, жизнь” учащиеся поймут, почему в наши дни важно защищать

воздух и воду, а также узнают о роли науки и технологий в решении экологических проблем;

в рамках раздела “Проект” они проведут простые исследования, связанные со снижением уровня загрязнения воздуха и воды, будут развивать свои навыки по формулированию выводов на основе наблюдений и информации, выдвижению гипотез и презентации своих работ.

Введение в раздел

При вступлении в тему учитель обращает внимание учащихся на важное значение воздуха и воды для повседневной жизни и связывает это с научным аспектом темы. Учащимся предлагается внимательно прочитать вводную часть раздела и обдумать приведенную здесь ситуацию. Учитель старается с помощью вопросов активировать первоначальные знания учащихся, обобщает их ответы и развивает обсуждение наводящими вопросами:

- Как вы думаете, по какой причине, в основном, свеча гаснет в замкнутом пространстве? *[Ответ: Для горения свечи необходим кислород. В замкнутом пространстве с уменьшением количества кислорода интенсивность процесса горения снижается и в результате свеча гаснет.]*
- Почему в сосуде с растением воздух снова стал “пригодным” для горения? *[Ответ: В ходе процесса фотосинтеза растения поглощают диоксид углерода и выделяют кислород. Поэтому количество кислорода в воздухе, находящемся в сосуде, увеличивается.]*
- Почему воздух не считается индивидуальным веществом? *[Ответ: Воздух – это смесь различных газов. В состав воздуха входят в основном азот и кислород, однако в нем содержатся также диоксид углерода, пары воды и другие газы.]*
- Что является главной причиной того, что людям сложнее дышать по мере набора высоты?
- *[Ответ: С нарастанием высоты плотность воздуха уменьшается и кислород распределяется “реже”. Как следствие, организм испытывает нехватку кислорода.]*
- Как изменения в составе воздуха могут повлиять на жизнедеятельность живых организмов и окружающую среду? *[Ответ: Увеличение содержания вредных газов в воздухе может стать причиной проблем с дыханием, болезней и нарушения экологического баланса.]*
- Какое влияние оказывает деятельность человека на загрязнение воздуха и воды?
- *[Ответ: Сжигание фоссильного топлива, промышленные отходы и бытовые сточные воды становятся причиной попадания вредных веществ в воздух и воду.]*

Если учащиеся испытывают затруднения с ответами на приведенные вопросы, учитель может помочь им с помощью дополнительных наводящих вопросов:

- *Почему в некоторых городах воздух кажется более загрязненным?*
- *Какие газы образуются в результате сгорания фоссильного топлива?*
- *Какие могут быть приняты меры для предотвращения загрязнения воздуха и воды?*

Тема 5.1.

Воздух (2 часа)

- **Учебник:** стр. 28
- **Рабочая тетрадь:** стр. 20

Подстандарты	9-1.1.5.
Цели обучения	Описывает строение атмосферы, основные составные части воздуха, значение кислорода для живых организмов Объясняет выделение газов из воздуха методом фракционной дистилляции, свойства и области применения кислорода и благородных газов.
Навыки XXI века	Исследовательские навыки, навыки критического мышления, решения проблем, сотрудничества, коммуникации и использования ИКТ
Вспомогательные средства	Учебник, схема, иллюстрирующая строение земной атмосферы, шприц, медная проволока, горелка Бунзена, трубка из термостойкого стекла, простой лабораторный прибор для получения кислорода
Электронные ресурсы	Видеоролики и анимации, связанные со строением атмосферы, составом воздуха и выделением газов из воздуха

Краткий план урока

Мотивация. Обсуждение затрудненности дыхания с увеличением высоты и связь этого явления с составом и плотностью воздуха.

Объяснение. Изучение строения атмосферы, основных компонентов в составе воздуха, значения кислорода для живых организмов, выделения газов из воздуха методом фракционной дистилляции, характерных свойств и областей применения кислорода и благородных газов.

Исследование. Экспериментальное определение объемной доли кислорода в воздухе и анализ полученных результатов.

Закрепление. Учебник: зад. №1-5. РТ: №1-8.

Оценивание. Рассмотрение состава воздуха, свойств и областей применения кислорода, объяснение процесса выделения газов из воздуха и установление связи с повседневной жизнью.

МОТИВАЦИЯ Учитель концентрирует внимание учащихся на ситуации, при которой людям тяжело дышать в условиях высокогорья, и организует обсуждение на основе приведенного в учебнике рисунка. Учащиеся должны проанализировать ситуацию, показанную на рисунке, объяснить характер и причину изменений, происходящих с ростом высоты, и связать их со свойствами воздуха. Учитель дает направление обсуждению с помощью следующих вопросов:



- *Почему альпинист ощущает усталость и упадок сил?*
- *Какие свойства воздуха изменяются с набором высоты?*
- *Какова взаимосвязь между плотностью и составом воздуха?*
- *Почему альпинисты и водолазы используют специальные кислородные баллоны?*

В результате обсуждения ситуации и рисунка выявляется, что с ростом высоты плотность воздуха уменьшается. Уменьшение плотности воздуха приводит к более “разреженному” распределению кислорода. Вследствие того, что организм человека не получает достаточного количества кислорода, у него появляется ощущение усталости и упадка сил.

В ходе обсуждения у учащихся формируются базовые представления о составе воздуха, значении кислорода и свойствах атмосферы. Появляется понимание того, что изменение состава и свойств воздуха напрямую влияет на жизнедеятельность живых организмов.

На этом этапе учитель может углубить ответы учащихся с помощью следующих наводящих вопросов:

- *Что бы произошло, если бы в воздухе не было кислорода?*

- *Почему в космосе и на больших морских глубинах люди используют специальное оборудование?*
- *Обладают ли все газы, входящие в состав воздуха, одинаковыми свойствами?*
- *Как могут меняться свойства и показатели воздуха в различных слоях атмосферы?*

На этом этапе у учащихся формируется интерес к изучению состава и свойств воздуха и это подготавливает их к следующим этапам урока - объяснению материала и исследовательской деятельности.

ОБЪЯСНЕНИЕ На этом этапе урока учитель рассказывает учащимся о составе воздуха, строении атмосферы и значении основных газов воздуха для живых организмов. В первую очередь поясняется, что атмосфера — это газовая оболочка, окружающая Землю. До сведения учащихся доводится, что люди проживают в самом нижнем слое атмосферы – тропосфере – и что плотность воздуха в нижних слоях выше из-за действия силы притяжения Земли (гравитации). При подъеме на большую высоту плотность воздуха снижается, вследствие чего дышать на высоте становится тяжелее. Учитель объясняет, что воздух — это не индивидуальное вещество, а смесь различных газов. Основную часть воздуха составляют азот и кислород. Кроме этих газов, в воздухе присутствуют небольшие количества диоксида углерода, паров воды, аргона и других благородных газов. Учащимся сообщается, что, хотя общее содержание азота и кислорода в воздухе остается неизменным, содержание некоторых других газов может меняться в зависимости от погодных условий и деятельности человека. К примеру, в дни с высокой влажностью в воздухе увеличивается содержание водяных паров; в крупных городах и промышленных районах в результате сжигания топлива возрастает содержание в воздухе таких вредных газов, как монооксид углерода и диоксид серы.

ИССЛЕДОВАНИЕ На этом этапе урока учитель предлагает учащимся исследовать экспериментальным путем, как можно определить объемную долю кислорода в воздухе. Основная цель деятельности — дать возможность учащимся сформировать на основе наблюдений понимание того, что состав воздуха нестабилен, что он представляет собой смесь различных газов и что важную часть этой смеси составляет кислород. Сначала учитель демонстрирует прибор, который будет использован при постановке опыта, и напоминает учащимся правила техники безопасности. Учащимся представляется прибор, состоящий из шприцов, трубки из термостойкого стекла, обрезков медной проволоки и горелки Бунзена.

На этом этапе учитель может рассказать учащимся о принципе работы горелки Бунзена. Принцип действия горелки Бунзена основан на контролируемом сгорании газа, смешанного с воздухом (кислородом), на выходе из смесительной трубки горелки. Это устройство, усовершенствованное Робертом Бунзеном, обеспечивает более полное сгорание газа и позволяет получать без дыма пламя с высокой температурой. Количество воздуха, поступающего в трубку, можно изменять с помощью подвижного регулировочного кольца (воздушной заслонки), расположенного в нижней части устройства. Количество воздуха определяет характеристики пламени. Когда воздушная заслонка закрыта, воздух практически не поступает в трубку. Газ горит только за счет кислорода воздуха у выходного отверстия трубки. Из-за недостатка кислорода полного сгорания не происходит, при этом раскаленные частицы углерода придают пламени желтый цвет и яркость. Такое пламя коптит, имеет относительно низкую температуру и получило название “безопасное пламя”. При открытой воздушной заслонке газ, поднимаясь по трубке, подсасывает воздух через боковые отверстия и хорошо с ним смешивается. Полученная смесь горит на выходе из трубки, образуя некоптящее высокотемпературное пламя бледно-синего цвета. Это основное рабочее пламя, используемое в лабораторной практике для нагревания при проведении различных экспериментов.



Обрезки медной проволоки помещают внутрь стеклянной трубки, а ее концы соединяют со шприцами. В один из шприцев набирают определенный объем воздуха, после чего трубку нагревают. Воздух несколько раз перегоняют в из одного шприца в другой. В это время кислород воздуха вступает в реакцию с нагретой медью и на поверхности меди образуется оксид меди черного цвета. Поскольку кислород воздуха расходуется в ходе реакции, наблюдается уменьшение общего объема воздуха.

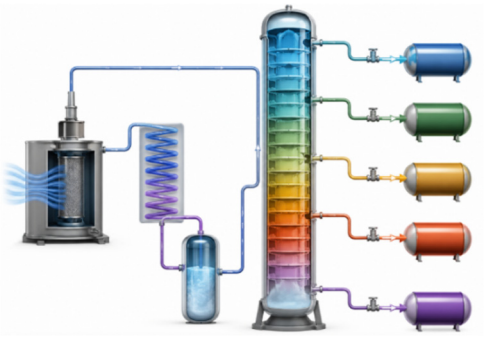
Учитель акцентирует внимание учащихся на следующих вопросах:

- *Как изменился цвет медной проволоки?*
- *Почему уменьшился объем газа?*
- *Почему расходуется не весь воздух, а только его часть?*
- *К какому выводу о составе воздуха позволяет прийти этот опыт?*

В ходе обсуждения устанавливается, что в состав воздуха входит кислород, который вступает в реакцию с нагретой медью. В ходе реакции на поверхности меди образуется черный налет оксида меди. Поскольку кислород расходуется в ходе реакции, наблюдается уменьшение общего объема газа. Результаты эксперимента показывают, что кислород составляет примерно пятую часть воздуха. Далее учитель предлагает учащимся сравнить начальный и конечный объемы газа и, исходя из полученной разности, рассчитать объемную долю кислорода. В ходе реализации деятельности учащиеся не только получают теоретические знания, но и развивают свои навыки ведения наблюдений, сравнения и формулирования выводов. Экспериментальная деятельность способствует формированию у учащихся более конкретного и научно обоснованного представления о составе воздуха.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель особо подчеркивает значение газообразного кислорода для жизнедеятельности живых организмов. Он поясняет, что кислород участвует в процессе дыхания, способствует выработке энергии в клетках и, вступая в реакцию с различными веществами, запускает окислительные процессы. Отмечается, что кислород поддерживает горение, но сам не считается горючим веществом. Учитель указывает, что в лаборатории кислород получают разложением пероксида водорода в присутствии оксида марганца(IV) в качестве катализатора, и записывает уравнение реакции:

$$2H_2O_2 \xrightarrow{MnO_2} 2H_2O + O_2$$



Далее учитель разъясняет суть процесса выделения газов из воздуха. Он сообщает, что сначала воздух сжимается под высоким давлением, затем сжижается при охлаждении и далее разделяется на составные части методом фракционной дистилляции. При этом разная температура кипения газов позволяет отделять их друг от друга. Азот, кислород, аргон и другие газы последовательно отделяются и собираются в соответствии с их температурами кипения. Учитель подчеркивает важное значение этого процесса для промышленного получения кислорода, азота и других газов.

В ходе объяснения дается информация и о благородных газах. Отмечается, что гелий, неон, аргон, криптон и ксенон относятся к 18-й группе периодической таблицы и представляют собой газы, крайне пассивные в химическом отношении. Низкая способность этих газов к химическим реакциям обусловлена стабильностью электрнного строения их атомов. Учитель может коснуться также различных областей применения благородных газов, отметив использование неона в рекламных щитах, аргона – в электрических лампочках и при проведении сварочных работ, а гелия – в воздушных шарах и для охлаждения медицинских приборов, требующих сверхнизких температур. Завершая объяснение, учитель может обратиться к учащимся со следующими вопросами направляющего характера:

- *В чем основная причина затрудненного дыхания при наборе высоты?*
- *Почему воздух считается смесью?*

– *В чем заключается значение кислорода для живых организмов?*
– *Как кислород поддерживает горение?*
– *Как разница в температурах кипения газов позволяет разделять их смеси?*
– *Почему благородные газы пассивнее других газов?*

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учащимся предлагается выполнить задания из учебника, представленные в рубрике “Примените полученные знания”. Цель данного этапа — создать возможность для применения учащимися полученных знаний о составе воздуха, свойствах кислорода и выделении газов из воздуха. В ходе обсуждения заданий от учащихся требуется аргументация ответов на основе причинно-следственных связей.

1. При разделении воздуха на составные части:

a. почему воздух сначала сжимается, а затем расширяется?

[Ответ. Сжатие и последующее расширение воздуха приводят к снижению его температуры. При многократном повторении этого процесса воздух сильно охлаждается и переходит в жидкое состояние.]

b. почему аргон выделяется из жидкого воздуха до кислорода?

[Ответ. Температура кипения аргона ниже, чем у кислорода. Поэтому при нагревании жидкого воздуха аргон начинает испаряться раньше кислорода.]

2. Высота Эвереста превышает 8,8 км. При подъёме на его вершину альпинисты берут с собой кислородные баллоны. Объясните, для чего.

[Ответ: С ростом высоты плотность воздуха и количество кислорода уменьшаются. Организм испытывает нехватку кислорода, вследствие чего затрудняется дыхание и появляется потребность в дополнительном кислороде (из баллонов).]

В ходе обсуждения заданий учащиеся получают более ясное представление о взаимосвязи между составом воздуха и атмосферными условиями, учатся объяснять значение кислорода для жизнедеятельности организмов и научно обосновывать способ разделения газов на основе разницы в температурах их кипения. На этом этапе они не только закрепляют теоретические знания, но и стараются интерпретировать явления повседневной жизни, опираясь на свои знания в области химии.

ОЦЕНИВАНИЕ На данном этапе оцениваются знания и навыки учащихся по теме с помощью вопросов из раздела “Проверьте полученные знания”. В ходе обсуждения от учащихся требуется не только изложение ответов как набора фактов, но и их обоснование на основе причинно-следственных связей. Цель данного этапа – развитие у учащихся навыков аналитического мышления, сравнения, интерпретации наблюдаемых в повседневной жизни явлений на основе химических знаний.

1. Сколько процентов от общего объёма воздуха составляют следующие газы?

a. азот

b. кислород

c. азот + кислород

[Ответ: a. Азота приблизительно 78%; b. Кислорода приблизительно 21%; c. Азота + кислорода приблизительно 99%]

2. Во сколько раз приблизительно содержание азота в воздухе больше, чем кислорода (по объёму)?

[Ответ: Объема азота больше объема кислорода приблизительно в 78:21=3,7 раз.]

3. Как вы думаете, какой из газов в составе воздуха является более реакционноспособным? Почему?

[Ответ: Кислород является более реакционноспособным. Так, кислород вступает в реакцию со многими веществами, осуществляя окислительные процессы. Азот и благородные газы гораздо труднее вступают в химические реакции.]

4. Укажите две области применения кислорода.

[Ответ: Кислород используется в медицине – для лечения пациентов с проблемами дыхания, а также для процесса сварки и резки металлов.]

5. Количество теплоты, выделяемой при сгорании смеси ацетилена с кислородом, больше количества теплоты, выделяемой при сгорании смеси ацетилена с воздухом. Объясните причину. *[Ответ: В среде чистого кислорода горение протекает полностью и с большей скоростью. В воздухе же из-за более низкого содержания кислорода горение происходит менее интенсивно, и, как следствие, выделяется меньше теплоты.]*

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Определяет основные составные части воздуха и их объемную долю (приблизительно)	Мотивация, опрос, задание
Объясняет причину изменения состава воздуха при различных условиях	Опрос, обсуждение, задание
Комментирует значение кислорода для живых организмов и области его применения	Опрос, работа с рисунками
Объясняет результаты эксперимента по определению объемной доли кислорода в воздухе	Деятельность, наблюдение, обсуждение

Тема 5.2. Загрязнение воздуха (2 часа)

- **Учебник:** стр. 33
- **Рабочая тетрадь:** стр. 23

Подстандарты	9-1.1.9.
Цели обучения	Описание загрязнителей, образующихся при сжигании фоссильного топлива; объяснение влияния загрязнения воздуха на здоровье человека и окружающую среду, путей сокращения выпадения кислотных дождей и снижения уровня загрязнения воздуха
Навыки XXI века	Навыки проведения исследований, сбора и анализа информации, решения проблем, критического мышления, сотрудничества и коммуникации
Вспомогательные средства	Сульфит натрия, индикатор, стеклянный стакан или колба, капельная пипетка, рисунки и схемы, иллюстрирующие загрязнение воздуха
Электронные ресурсы	Видеоролики и анимации, связанные с загрязнением воздуха, кислотными дождями и каталитическими нейтрализаторами

Краткий план урока

Мотвация. Обсуждение ситуации**,** связанной с уничтожением лесов и влиянием деятельности промышленных предприятий на состав воздуха.

Объяснение. Объяснение образования фоссильного топлива, изучение загрязнителей, образующихся при сгорании фоссильного топлива, влияния загрязнителей воздуха на здоровье человека и окружающую среду, изучение путей сокращения кислотных дождей и снижения уровня загрязнения воздуха.

Исследование. Подготовка лабораторной модели образования кислотных дождей и наблюдение с помощью индикатора за изменением характера среды.

Закрепление. Учебник: зад. №1. РТ: №1-5.

Оценивание. Перечисление основных веществ, загрязняющих воздух, объяснение причин их образования и воздействия на окружающую среду, описание принципа работы каталитического нейтрализатора.

МОТИВАЦИЯ В начале урока учитель концентрирует внимание учащихся на проблемах загрязнения воздуха, наблюдаемых в повседневной жизни. Для этого он организует обсуждение описанной в учебнике ситуации и приведенного рисунка. Учащимся предлагается проанализировать изменения, показанные на картинке, определить их причины и высказать свое

мнение о влиянии этих изменений на окружающую среду. При обсуждении затрагиваются следующие вопросы:

- *Как влияет вырубка лесов на состав воздуха?*
- *Какие погодные изменения могут быть вызваны деятельностью крупных промышленных предприятий?*
- *Почему в некоторые дни воздух становится более туманным и тяжелым для дыхания?*
- *Какие газы образуются в результате сжигания фоссильного топлива?*
- *Как могут повлиять эти изменения на здоровье человека и жизнедеятельность живых организмов?*

В результате обсуждения ситуации и рисунка выявляется, что в результате деятельности промышленных предприятий и сжигания фоссильного топлива в атмосферу выбрасывается значительное количество вредных газов. В то же время вырубка лесов препятствует естественному снижению уровня диоксида углерода в воздухе и приводит к увеличению содержания этого газа в атмосфере. В результате ухудшается качество воздуха, учащаются проблемы с дыханием и происходят различные экологические изменения негативного характера. При обсуждении у учащихся формируется базовое представление о том, что загрязнение воздуха оказывает серьезное воздействие не только на природу, но и на здоровье человека. На этом этапе классу могут быть дополнительно заданы наводящие вопросы:

- *Какое воздействие на климат может оказать загрязнение воздуха?*
- *Почему в крупных городах воздух более загрязнен по сравнению с сельской местностью?*
- *В одинаковой ли степени опасны все газы, выбрасываемые в атмосферу?*
- *Какие меры можно принять для предотвращения загрязнения воздуха?*



На этом этапе учащиеся получают начальное представление об основных причинах и последствиях загрязнения воздуха и подготавливаются к последующим этапам урока – объяснению и исследовательской деятельности.

ОБЪЯСНЕНИЕ На этом этапе учащимся разъясняются основные причины загрязнения воздуха, указываются вещества, загрязняющие воздух, и описывается их воздействие на живые организмы и окружающую среду. В первую очередь подчеркивается, что воздух является одним из важнейших природных ресурсов, необходимых для существования жизни на Земле, а чистый воздух считается одним из основных условий здоровой жизни. В наши дни в результате развития промышленности, роста числа транспортных средств и увеличения потребности в энергии в атмосферу выбрасывается



большое количество вредных газов. Бóльшая часть этих газов образуется при сжигании фоссильного топлива. Учащимся поясняется, что фоссильное топливо образовалось в результате превращений остатков растений и животных, живших миллионы лет назад, под воздействием высоких температур и давления. К основным видам фоссильного топлива относятся уголь, нефть и природный газ. Основной составной частью природного газа является метан. При сгорании

фоссильного топлива образуются такие газы, как монооксид углерода, диоксид углерода, диоксид серы и оксиды азота. При распространении в атмосфере эти газы становятся причиной загрязнения воздуха, вызывают проблемы с дыханием и приводят к различным экологическим изменениям.

ИССЛЕДОВАНИЕ На этом этапе учащиеся наблюдают с помощью лабораторной модели за образованием кислотных дождей, а также исследуют изменения, происходящие в окружающей среде вследствие взаимодействия загрязняющих воздухгазов с водой. Основной целью деятельности является формирование у учащихся практического представления о воздействии на окружающую среду газов, которые выбрасываются в атмосферу промышленными предприятиями и образуются при сжигании фоссильного топлива.



До начала работы учащимся сообщается, какие будут использованы вещества, и напоминаются правила техники безопасности. Учащимся выдаются принадлежности: сульфит натрия, разбавленная соляная кислота, индикатор и стеклянный сосуд. При добавлении разбавленной соляной кислоты к сульфиту натрия наблюдается выделение газа – диоксида серы (SO_2). Учитель вместе с учащимися анализирует уравнение реакции:

$$Na_2SO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + SO_2$$

Создаются условия для контакта выделившегося газа с влажной средой, после чего в полученный раствор добавляют индикатор. Наблюдая за изменением цвета индикатора, учащиеся констатируют создание в растворе кислой среды. На основании этого наблюдения проясняется, что выбрасываемый в атмосферу диоксид серы, растворяясь в дождевых каплях, приводит к образованию кислотных дождей.

При обсуждении участники останавливаются на следующих вопросах:

- *На что указывает изменение цвета индикатора?*
- *Почему диоксид серы считается более опасным газом, чем диоксид углерода?*
- *Какую часть реальных атмосферных процессов моделирует этот опыт?*
- *Почему риск выпадения кислотных дождей выше в промышленных районах?*

В ходе обсуждения устанавливается, что при взаимодействии диоксида серы с водой создается кислая среда, и этот процесс является основной причиной образования в атмосфере кислотных дождей. Учащиеся понимают, что промышленные отходы оказывают негативное воздействие не только на воздух, но и на почву, водоемы, растения и живые организмы. В ходе осуществления деятельности учащиеся наблюдают за свойствами газов, загрязняющих воздух, учатся объяснять механизм образования кислотных дождей, понимают роль индикаторов в определении изменения характера среды и высказывают свое мнение об экологических последствиях промышленных выбросов.

ОБЪЯСНЕНИЕ Далее учитель рассматривает по отдельности основные вещества, загрязняющие воздух. Он отмечает, что даже очень малые количества монооксида углерода токсичны, так как он легко связывается с гемоглобином крови, вызывая тем самым кислородное голодание. Особо подчеркивается роль кислотных дождей в снижении pH озерной воды и почвы и ущерб, который они причиняют растениям, живым организмам, строительным объектам и сооружениям. Учитель акцентирует внимание на негативном воздействии соединений свинца, в особенности на нервную систему и умственное развитие детей.

На этом этапе также излагаются сведения о путях снижения загрязнения воздуха. Учащихся информируют о различных способах, которые применяются на промышленных объектах для очистки дымовых газов. Например, диоксид серы обезвреживается введением его в реакцию с гашеной известью. А в современных автомобилях для снижения вредного воздействия выхлопных газов используются каталитические нейтрализаторы. При разъяснении принципа работы каталитического нейтрализатора указывается, что вредные газы, выбрасываемые в

воздух двигателем автомобиля, вступают в химические реакции на поверхности катализатора, превращаясь в менее вредные вещества. Так, в результате восстановления оксидов азота образуются азот и кислород. С учащимися обсуждаются следующие вопросы направляющего характера:

- *Как фоссильное топливо способствует загрязнению воздуха?*
- *Почему монооксид углерода считается опасным газом?*
- *Почему воздух сильнее загрязнен в крупных городах ?*
- *Какие меры следует принять для сокращения выбросов вредных газов?*

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учащимся предлагается выполнить задания из учебника, представленные в рубрике “Примените полученные знания”. На этом этапе учащиеся, используя усвоенные по теме знания, обмениваются мнениями о принципе работы каталитического нейтрализатора и его значении для снижения загрязнения воздуха. Для этого им предлагается провести анализ приведенной в учебнике схемы и ответить на заданные вопросы. В ходе обсуждения учащимся следует аргументировать свои ответы научными фактами и подкреплять свои идеи логическими доводами.

Современные автомобили оснащены каталитическими нейтрализаторами. Строение одного из таких устройств показано ниже:



a. Ответьте на следующие вопросы, касающиеся каталитических нейтрализаторов.
I. Где в автомобиле расположены каталитические нейтрализаторы?
II. В каких целях используются каталитические нейтрализаторы?
[Ответ:
I. Каталитический нейтрализатор (конвертер) устанавливают в системе для отвода отработавших газов, между двигателем и выхлопной трубой.
II. Каталитические нейтрализаторы используются для превращения вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах, в менее вредные и, в итоге, снижения уровня загрязнения воздуха.]

b. Ответьте на вопросы о вредных веществах, поступающих в каталитический нейтрализатор.
I. Где и каким образом образуются оксиды азота?
II. Как образуются продукты неполного сгорания бензина?
[Ответ:
I. Оксиды азота образуются в двигателе при высоких температурах в результате реакции между азотом и кислородом.
II. Эти вещества образуются в результате неполного сгорания топлива в двигателе.]

c. Определите вещества, в которые превращаются газы, поступившие в каталитический нейтрализатор.

Поступившие газы	Продукты их превращения
оксиды азота	A
монооксид углерода	B
недогоревшие углеводороды	C

[Ответ: Завершенный вариант таблице приведен ниже:

Поступившие газы	Продукты их превращения
оксиды азота	A – азот и кислород
монооксид углерода	B – диоксид углерода
недогоревшие углеводороды	C – диоксид углерода и вода

ОЦЕНИВАНИЕ На данном этапе усвоенные знания по изученной теме и сформированные навыки оцениваются с помощью заданий, представленных в разделе “Проверьте полученные знания“. При выполнении заданий от учащихся ожидается правильное написание уравнений химических реакций, расстановка в них коэффициентов и научная аргументация своих суждений. Основной целью этапа оценивания является обобщение и закрепление знаний учащихся, связанных с загрязнением воздуха, продуктами сгорания фоссильного топлива и нейтрализацией вредных газов.

1. Покажите негативное влияние такого загрязняющего воздух вещества, как диоксид серы. *[Ответ: Диоксид серы раздражает глаза и дыхательные пути и вызывает проблемы с дыханием. Он взаимодействует с находящимися в атмосфере парами воды, что приводит к образованию кислотных дождей. Кислотные дожди наносят ущерб растениям, водоемам, живым организмам и возведенным сооружениям.]*

2. Напишите уравнение реакции полного сгорания основного компонента природного газа – метана – и расставьте коэффициенты.

[Ответ: $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$.]

3. При сгорании метана в условиях недостатка воздуха образуются монооксид углерода и вода. Напишите уравнение этой реакции и расставьте коэффициенты.

[Ответ: $2CH_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO + 4H_2O$.]

4. Составьте уравнение реакции, которая протекает при обезвреживании монооксида углерода в каталитическом нейтрализаторе.

[Ответ: $2CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Объясняет основные причины загрязнения воздуха и указывает источники образования загрязняющих средств	Мотивация, опрос, обсуждение
Комментирует влияние газов и веществ, загрязняющих воздух, на здоровье человека и окружающую среду	Опрос, работа с таблицей, задание
Объясняет причину возникновения кислотных дождей и их последствия	Деятельность, обсуждение, опрос
Обосновывает меры, применяемые для снижения уровня загрязнения воздуха	Опрос, обсуждение, задание
Объясняет принцип действия каталитического нейтрализатора и его роль в снижении уровня загрязнения воздуха	Работа с рисунками, опрос, задание

Тема 5.3.

Вода (2 часа)

- **Учебник:** стр. 37
- **Рабочая тетрадь:** стр. 27

Подстандарты	9-1.1.5.
Цели обучения	Разъяснение важного значения воды для жизни человека и хозяйственных отраслей, описание источников подземных и поверхностных вод, рассмотрение вопросов безопасности питьевой воды и стадий ее очистки
Навыки XXI века	Навыки проведения исследований, анализа информации, решения проблем, экологической ответственности, сотрудничества и коммуникации
Вспомогательные средства	Прозрачные стаканы, вода, земля или песок, квасцы (сульфат калия-алюминия) или раствор сульфата железа(III), фильтровальная бумага или вата, песок и гравий, палочка для перемешивания.
Электронные ресурсы	Видеоролики и анимации, посвященные очистке питьевой воды, источникам питьевой воды и загрязнению воды

Краткий план урока

Мотивация. Сравнение качества воды из различных источников и обсуждение ситуации, связанной с влиянием загрязненной воды на здоровье человека.

Объяснение. Разъяснение значения воды для жизни человека и хозяйственных отраслей, описание источников подземных и поверхностных вод, рассмотрение вопросов безопасности питьевой воды и стадий ее очистки.

Исследование. Наблюдение за получением более чистой воды из загрязненной с применением методов фильтрации и коагуляции и сравнение использованных стадий очистки.

Закрепление. Учебник: зад. №1. РТ: №1-8.

Оценивание. Рассмотрение стадий очистки воды и роли фильтрации и хлорирования, разъяснение важного значения чистой питьевой воды для здоровья человека.

МОТИВАЦИЯ В начале урока внимание учащихся концентрируется на вопросе качества и безопасности воды, которой они пользуются в повседневной жизни. С этой целью организуется обсуждение на основе приведенной в учебнике ситуации и соответствующих картинок. Учащимся предоставляются краткие сведения об условиях жизни людей, пользующихся различными источниками воды, и предлагается сравнить характеристики этих источников. В ходе обсуждения затрагиваются следующие вопросы:

- *Как источник воды может влиять на её качество?*
- *Как вы думаете, что безопаснее: речная вода или подземные воды?*
- *Означает ли прозрачность воды её чистоту и безопасность?*
- *Какую опасность для здоровья человека представляет загрязненная и насыщенная микроорганизмами вода?*
- *Почему питьевую воду очищают перед использованием?*

В результате обсуждения, проведенного на основе ситуации и картинок из учебника, проясняется, что прозрачность не означает безопасность воды. В воде рек и озер могут содержаться ил, песок, растительные остатки, микроорганизмы и другие загрязнения. Подземные (грунтовые) воды частично очищаются в результате фильтрации при прохождении сквозь слои почвы, однако и их для полной безопасности необходимо проверять на загрязнения и подвергать процессу очистки. Таким образом, у учащихся формируется первоначальное представление о том, что чистая питьевая вода жизненно важна для защиты здоровья человека и перед потреблением должна пройти все необходимые стадии очистки. На этом этапе могут быть дополнительно заданы следующие наводящие вопросы:

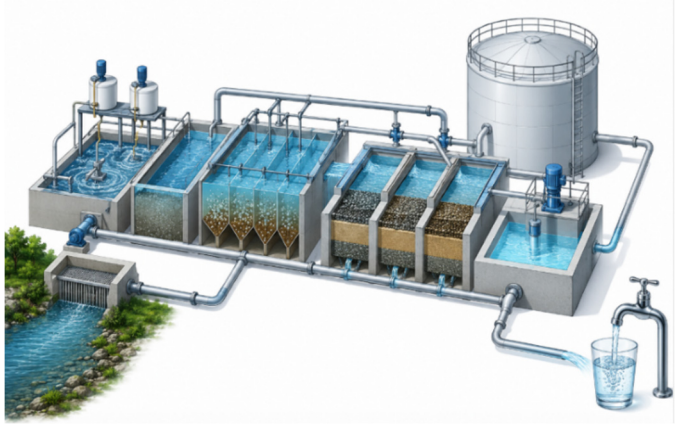
- *К каким заболеваниям может привести загрязнение воды?*
- *Почему в некоторых регионах чистая питьевая вода малодоступна людям?*
- *Какие меры следует принимать людям для охраны чистой воды?*

Данный этап нужен для формирования у учащихся начальных представлений о качестве воды, характерных особенностях источников воды, важности обеспечения безопасности питьевой воды и их подготовки к последующим этапам урока – объяснению и исследовательской деятельности.

ОБЪЯСНЕНИЕ На этапе объяснения учащимся предоставляется информация о важном значении воды для жизни человека, об источниках воды и способах получения безопасной питьевой воды. В первую очередь подчеркивается, что вода является неотъемлемой частью жизни человека и широко используется в его повседневной деятельности. Люди используют воду для питья, приготовления пищи, поддержания гигиены, мытья посуды, стирки и удаления отходов. В сельском хозяйстве полив растений и обеспечение домашних животных водой имеют большое значение для поддержания его продуктивности. В промышленности вода используется в качестве растворителя для различных химических процессов, обеспечивает охлаждение оборудования и играет важную роль в производстве электроэнергии. Основная часть используемой нами воды поступает из рек, озер и подземных источников. Вода, образующаяся в результате выпадения осадков, просачивается сквозь слои почвы и скапливается над водоупорными горными породами. Такие воды называются подземными (грунтовыми) водами. Грунтовые воды могут казаться визуально чистыми, поскольку проходят определенную степень естественной фильтрации, однако для обеспечения полной безопасности их все равно необходимо проверять и очищать от загрязнений.

Прозрачность речныхи озерных вод не означает их абсолютной чистоты. В такой воде могут присутствовать ил, песок, растительные остатки, продукты жизнедеятельности животных и различные микроорганизмы. К таким микроорганизмам относятся различные виды бактерий и других мельчайших организмов, а также вирусы. При попадании в организм человека они могут стать причиной развития инфекционных заболеваний.

Поэтому так важно очищение используемой воды с применением всех предусмотренных стадий. Получение безопасной питьевой воды осуществляется в несколько стадий. На первой стадии выбирается по возможности наименее загрязненный источник воды. Далее из воды механическими способами осаждаются и удаляются содержащиеся в ней крупные частицы. На этой стадии применяется процесс коагуляции. В воду добавляются специальные вещества, которые способствуют слипанию содержащихся в воде мелких частиц с образованием крупных хлопьев и ускоряют их осаждение. На следующей стадии вода фильтруется, проходя через слои песка и гравия. Далее осуществляется стадия дезинфекции. В этих целях в воду добавляется хлор или хлорсодержащие вещества. Хлор уничтожает бактерии и другие микроорганизмы, делая воду безопасной для здоровья человека.



В некоторых случаях не удается полностью удалить вещества, растворенные в воде. Например, нитраты попадают в воду из сельскохозяйственных удобрений и в больших количествах могут представлять угрозу для здоровья человека (особенно для маленьких детей). Поэтому защита от загрязнений источников воды и надлежащая очистка питьевой воды имеют огромное значение для функционирования современного общества.

С учащимися обсуждаются следующие вопросы направляющего характера:

- *Указывает ли прозрачность на полную чистоту?*
- *Почему процесс очистки воды состоит из нескольких стадий?*
- *В каких целях проводятся фильтрация и хлорирование воды?*
- *Какие угрозы здоровью человека создает загрязненная вода?*
- *Почему некоторые вещества не удается полностью удалить из воды?*

На этом этапе учащиеся учатся комментировать значение воды для жизни человека, различать источники поверхностных и подземных вод, описывать стадии очистки воды в установленной последовательности и обосновывать роль процессов фильтрации, коагуляции и хлорирования. Наряду с этим они глубже осознают важность чистой питьевой воды для здоровья человека.

На этом этапе учитель может привести сведения, раскрывающие смысл понятия “флотация.” Он поясняет, что в процессе флотации в резервуары подаются мелкие пузырьки воздуха. Мелкие частицы загрязняющих веществ укрупняются под воздействием предварительно добавленных в воду коагулянтов (химических веществ, связывающих мелкие взвешенные частицы и облегчающих их отделение от воды), образуя крупные частицы, которые прилипают к пузырькам воздуха. Пузырьки воздуха увлекают их на поверхность воды, где образуется пенный слой. Загрязненную пену, скапливающуюся на поверхности, собирают и удаляют с помощью специального оборудования. Этот процесс обеспечивает удаление из воды взвешенных частиц и некоторых органических загрязнителей.

ИССЛЕДОВАНИЕ На данном этапе учащиеся исследуют на простой модели основные стадии процесса очистки воды. Целью деятельности является наблюдение влияния различных способов очистки на качество воды и определение роли каждой стадии процесса. Учащиеся используют при проведении эксперимента три прозрачных стакана, землю или песок, квасцы (или раствор сульфата железа(III)), фильтровальную бумагу или фильтр из ваты и песка. Сначала для приготовления образца загрязненной воды смешивают с водой небольшое количества земли. После нахождения смеси некоторое время в состянии покоя (отстаивания) наблюдается осаждение на дно крупных частиц. Далее в декантированную смесь добавляют небольшое количество коагулянта и перемешивают. При этом можно увидеть, как мелкие частицы слипаются с образованием крупных хлопьев. На следующей стадии вода пропускается через фильтр, после чего сопоставляется прозрачность проб, взятых после каждой стадии. При анализе наблюдений проводится обсуждение на основе следующих вопросов:

1. После какой стадии наблюдалось наибольшее изменение внешнего вида воды?
[Ответ: Вода стала выглядеть более прозрачной после стадий коагуляции и фильтрации.]
2. Что произошло при добавлении квасцов?
[Ответ: Мелкие частицы соединялись с образованием крупных хлопьев и легче осаждались.]
3. Какие виды загрязнений были удалены в процессе фильтрации?
[Ответ: Бóльшая часть взвешенных в воде твердых частиц.]
4. Может ли вода после стадии фильтрации считаться полностью безопасной?
[Ответ: Нет. Даже если вода кажется прозрачной, в ней могут оставаться микроорганизмы и некоторые растворенные вещества.]

В ходе обсуждения устанавливается, что очистка воды включает несколько последовательных стадий, каждая из которых служит для удаления определенных видов загрязнений. Осаждение при отстаивании и коагуляция способствуют отделению крупных и мелких частиц, а с помощью фильтрации повышается прозрачность воды. Однако для получения безопасной питьевой воды она должна также пройти стадию дезинфекции.

В ходе обсуждения учащиеся обобщают информацию об очистке питьевой воды и объясняют последовательность стадий и назначение каждой стадии очистки. Учащихся призывают выражать свои мысли, опираясь на научные знания, выявлять взаимосвязь между процессами и представлять свои результаты в логической форме.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учащимся предлагается выполнить задание из учебника, представленное в рубрике “Примените полученные знания.” На приведённой ниже схеме показана одна из стадий очистки, проводимых для подготовки воды к подаче по водопроводу в жилые дома.

a. Какой процесс представлен на схеме?

[Ответ: На схеме представлен процесс фильтрации, заключающийся в пропускании воды через слои песка и гравия.]

b. В ходе данного процесса:

I. Какой тип загрязнений удаляется из воды?

II. Какой тип загрязнений удалить не удается?

[Ответ:

I. Фильтрацией из воды удаляется бóльшая часть ила, частиц песка, земли и иных находящихся во взвешенном состоянии твердых загрязнений.

II. Фильтрация не позволяет полностью удалить из воды все растворенные вещества, часть бактерий, вирусы и некоторые химические загрязнители.]

c. Очередная стадия очистки – хлорирование.

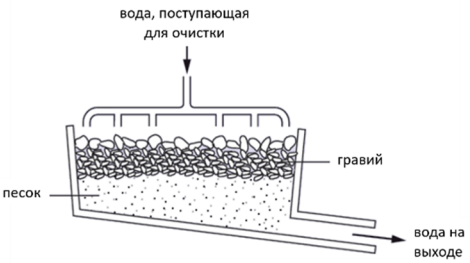
I. Что означает это выражение?

II. Для чего проводится этот процесс?

[Ответ:

I. Хлорирование – это процесс введения в воду определенного количества хлора или хлорсодержащих веществ.

II. Процесс проводится для приведения воды до кондиции питьевой и заключается в уничтожении находящихся в ней бактерий, других микроорганизмов, а также вирусов.



d. В некоторых местах в дома подаётся вода с чрезмерно кислым привкусом. Что можно добавить в такую воду для снижения уровня кислотности?

[Ответ: Для снижения уровня кислотности в воду можно добавлять известняк (карбонат кальция) или другие вещества, проявляющие слабощелочные свойства.]

e. Какой элемент в виде соли иногда добавляют в воду на конечной стадии её очистки для поддержания здоровья зубов?

[Ответ: Этот элемент – фтор. Он обычно добавляется в воду в виде солей (фторидов) и способствует укреплению зубной эмали и предотвращению кариеса. Однако при содержании фтора в питьевой воде выше допустимой нормы могут возникнуть проблемы со здоровьем, такие как появление белых или коричневых пятен на зубах (флюороз зубов), а длительное потребление такой воды в больших количествах может привести к поражению костей (скелетный флюороз). Поэтому содержание фтора в питьевой воде должно поддерживаться в пределах установленных норм.]

ОЦЕНИВАНИЕ Проводится обсуждение вопросов из учебника, представленных в рубрике “Проверьте полученные знания.” От учащихся требуется применение полученных по теме знаний для прослеживания их связи с повседневной жизнью.

1. Для каких целей на водоочистных сооружениях используются коагулянты?

[Ответ: Коагуляция обеспечивает слипание имеющихся в воде мелких и не оседающих частиц с образованием крупных хлопьев. В дальнейшем эти хлопья легко осаждаются либо удаляются фильтрацией.]

2. Почему добавление хлора в воду является весьма важной стадией её очистки?

[Ответ: Хлор уничтожает различные болезнетворные микроорганизмы, бактерии и вирусы.

Вот почему хлорирование является одной из важнейших стадий обеспечения микробиологической безопасности воды.]

3. В некоторых случаях вода может быть вредна даже после очистки. Объясните, почему. *[Ответ: Даже после фильтрации и других стадий очистки в воде могут оставаться некоторые растворенные вещества — например, нитраты, ионы тяжелых металлов или другие химические загрязнители. Поэтому прозрачная на вид вода не всегда может быть полностью безопасной.]*

4. Представьте, что вам нужна питьевая вода, но в вашем районе доступна только загрязнённая речная вода. Что бы вы сделали, чтобы очистить эту воду?
[Ответ: Сначала мы бы дали воде отстояться для осаждения крупных частиц, а затем воду слили с осадка и отфильтровали. После этого прокипятили бы воду в целях уничтожения микроорганизмов или же применили подходящие для этого методы дезинфекции. Указанные стадии помогают сделать воду более безопасной.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Объясняет значение воды для жизни человека, повседневной жизни, промышленности и сельского хозяйства	Мотивация, объяснение, опрос, обсуждение
Проводит сравнение различных источников воды и комментирует их особенности	Объяснение, обсуждение, задания
Описывает последовательность стадий получения питьевой воды	Объяснение, работа со схемой, задания
Разъясняет назначение способов, используемых в процессе очистки воды	Деятельность, работа над рисунком, обсуждение
Обосновывает значение чистой и безопасной питьевой воды для здоровья человека	Обсуждение, диагностические вопросы, задания

Тема 5.4.

Парниковые газы и глобальное потепление (2 часа)

- **Учебник:** стр. 41
- **Рабочая тетрадь:** стр. 32

Подстандарты	9-1.1.9.
Цели обучения	Объясняет механизм парникового эффекта, описывает основные парниковые газы и их источники, разъясняет причины развития глобального потепления.
Навыки XXI века	Умение выражать свои мысли и выслушивать других, навыки сотрудничества, сбора информации при проведении исследований, анализа информации и решения проблем
Вспомогательные средства	Сосуды из стекла или пластика, термометр, свеча или настольная лампа, пищевая сода ($NaHCO_3$), уксусная кислота, графики и рисунки
Электронные ресурсы	PhET Interactive Simulations, портал NASA Climate Change, анимации и презентации, посвященные углеродному циклу и глобальному потеплению.

Краткий план урока

Мотивация. Проведение предварительного обсуждения причин засух, наводнений и других экстремальных погодных явлений, наблюдаемых в различных регионах мира.

Объяснение. Объяснение механизма парникового эффекта, описание основных парниковых газов и их источников, разъяснение причин развития глобального потепления.

Исследование. Сравнение способности удерживать тепло средой, обогащенной углекислым газом, и средой с обычным составом воздуха, наблюдение результатов и их анализ.

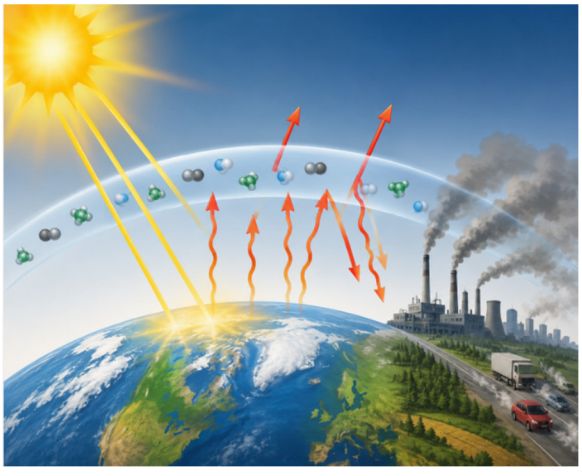
Закрепление. Учебник: зад. №1. РТ:№ 1-9.
Оценивание. Объяснение влияния парниковых газов на глобальное потепление, анализ графиков, установление причинно-следственных связей и обоснование путей решения проблем в повседневной жизни.

МОТИВАЦИЯ В начале урока внимание учащихся привлекается к наглядному материалу, представленному в учебнике. На картинках показаны два различных явления — наводнение и засуха, — которые наблюдались в один и тот же период в разных регионах мира. Учитель просит учащихся сравнить изображения и организует обсуждение для ознакомления с их первоначальным мнением. В процессе обсуждения он адресует учащимся следующие вопросы:

- *С чем связан тот факт, что противоположные по своему характеру явления происходят в разных регионах?*
- *Какое влияние могут оказывать температурные изменения в атмосфере на выпадение осадков?*
- *Случайно ли, что в одном регионе случается засуха, а в другом регионе в это же время происходит наводнение?*
- *По какой вероятной причине в последние годы такие явления наблюдаются всё чаще?*

Учащиеся выдвигают различные предположения. Они могут указать такие факторы, как повышение температуры воздуха, неравномерное распределение осадков, деятельность промышленных предприятий, рост числа автомобилей и загрязнение окружающей среды. В ходе обсуждения внимание акцентируется на возможной общей причине явлений, изображенных на картинках. Учащимся задается вопрос: ”*Как по-вашему, какие изменения в атмосфере могут стать причиной и засухи, и наводнения?*” Этим вопросом активируются прошлые знания учащихся и стимулируется их интерес к данной теме.
В итоге можно прийти к заключению, что все происходящие на планете климатические явления могут быть связаны между собой. Изменение температуры атмосферы влияет на распределение осадков и частоту засух и наводнений. Все сказанное пробуждает у учащихся интерес к изучению глобального потепления и роли парниковых газов, а также подготавливает их к предстоящему на следующем этапе урока объяснению.

ОБЪЯСНЕНИЕ Переходя к этапу объяснения, учитель напоминает о наводнениях и засухах, обсуждавшихся на предыдущем этапе. Внимание учащихся акцентируется на связи между этими явлениями и изменениями в атмосфере. Сообщается, что атмосфера играет важную роль в поддержании определенной температуры у поверхности земли. Некоторые газы, содержащиеся в атмосфере (углекислый газ, метан и др.), удерживают часть тепла, излучаемого поверхностью земли, не позволяя ему рассеяться полностью в космическое пространство. Это явление известно как парниковый эффект и имеет важное значение для существования жизни на Земле. Механизм парникового эффекта объясняется с помощью простого рисунка. Солнечные лучи нагревают поверхность земли. Однако нагретая поверхность земли излучает часть тепла обратно – в атмосферу и космос. При этом содержащиеся в атмосфере углекислый газ, метан и другие парниковые газы поглощают часть этого тепла и удерживают его внутри атмосферы. В результате температура у поверхности земли сохраняется на уровне, благоприятном для жизни. Если бы этих газов не было в атмосфере, температура у поверхности земли резко понизилась, что сделало бы невозможным существование жизни на Земле. Затем внимание заостряется на



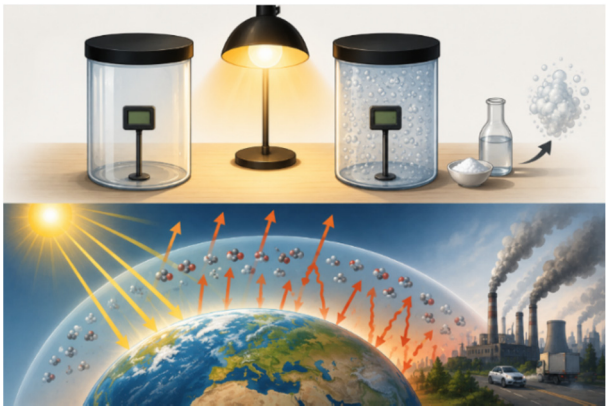
влиянии человеческой деятельности на данное природное равновесие. В результате сжигания ископаемого топлива, деятельности промышленных предприятий, роста числа транспортных средств, увеличения объемов животноводства и накопления отходов в атмосферу выбрасывается все больше диоксида углерода и метана. Увеличение количества этих газов приводит к большему удерживанию тепла в атмосфере. В результате средняя температура Земли постепенно повышается. Этот процесс называется глобальным потеплением.Также разъясняются последствия глобального потепления. Повышение температуры у поверхности земли оказывает влияние на распределение осадков, направление ветров, состояние ледников и климатическую систему в целом. Поэтому в одних регионах усиливаются засухи, тогда как в других всё чаще наблюдаются наводнения и сильные дожди. Таяние ледников становится причиной повышения уровня моря и изменения среды обитания многих видов живых организмов.

Учитель просит учащихся обратить внимание на график в учебнике. Анализ графика показывает, что с увеличением в атмосфере содержания диоксида углерода, происходящим последние несколько столетий, также повышалась и средняя температура Земли. Это соответствие свидетельствует о важной роли парниковых газов в процессе глобального потепления.

Объяснение завершается обсуждением мер, направленных на предотвращение глобального потепления. В числе таких мер отмечаются использование возобновляемых источников энергии, экономия энергии, сокращение выбросов от транспортных средств, расширение площадей посадки деревьев и применение технологий улавливания диоксида углерода.

На этом этапе урока учащиеся осмысливают связь между парниковым эффектом, парниковыми газами, глобальным потеплением и изменением климата, объясняют влияние деятельности человека на атмосферу, учатся делать выводы на основании графиков и обосновывают причины и последствия глобального потепления.

ИССЛЕДОВАНИЕ Сначала учитель разъясняет учащимся цель предстоящего эксперимента. Он указывает, что целью данного исследования является наблюдение за тем, какое влияние оказывает диоксид углерода на удержание тепла в атмосфере, и создание упрощенной модели парникового эффекта. Учащимся напоминаются правила техники безопасности, они делятся на группы и приступают к проведению опыта. Учащиеся берут два одинаковых сосуда и в каждый помещают термометр. В одном сосуде находится воздух. Во втором сосуде в результате взаимодействия пищевой соды с уксусной кислотой начинается образование газа – диоксида углерода, после чего сосуд закрывают крышкой. Далее оба сосуда помещают перед свечой (или лампой) на равных от нее расстояниях. Во время ведения наблюдений учащиеся фиксируют, как изменяется температура в каждом сосуде. Через несколько минут устанавливается, что в сосуде с высоким содержанием диоксида углерода температура повышается сильнее. Учащиеся также отмечают, что этот же сосуд остывает дольше после того, как погасили источник тепла.



Во время обсуждения затрагиваются следующие вопросы:

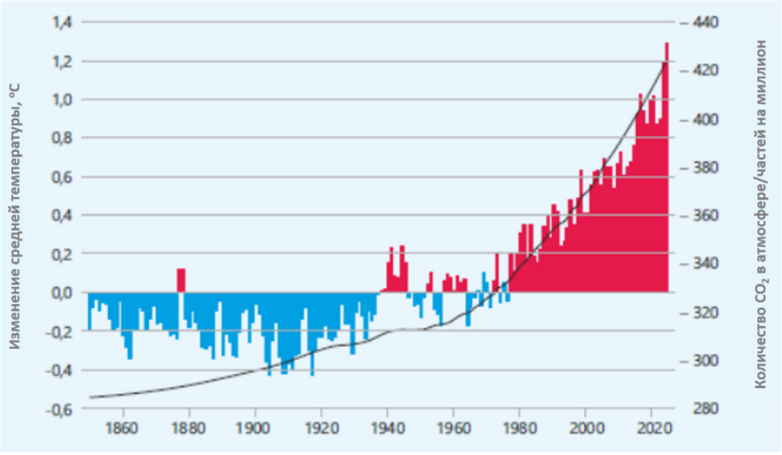
- *В каком сосуде температура повысилась быстрее?*
  [Как показали наблюдения, температура повышалась с большей скоростью в сосуде с высоким содержанием диоксида углерода.]
- *Какой сосуд дольше сохранял тепло?*
  [Сосуд с диоксидом углерода охлаждается позднее и дольше сохраняет тепло.]
- *Какое свойство диоксида углерода отражает этот результат?*
  [Удерживая часть тепла, диоксид углерода препятствует его излучению в окружающую среду.]

- *Какой процесс, протекающий в земной атмосфере, моделирует проведенный опыт?*
  [Этот опыт представляет собой упрощенную модель парникового эффекта. В атмосфере с увеличением содержания диоксида углерода и других парниковых газов тепло удерживается сильнее и, как следствие, температура у поверхности земли повышается.]
  На основании своих наблюдений учащиеся делают вывод, что диоксид углерода способствует удержанию тепловой энергии. Увеличение содержания этого газа в атмосфере усиливает парниковый эффект и приводит к повышению температуры у поверхности земли. Это явление считается одной из основных причин глобального потепления.

В ходе реализации деятельности учащиеся на основе практических наблюдений усваивают понятие парникового эффекта, поясняют роль диоксида в атмосфере и обосновывают связь между глобальным потеплением и парниковыми газами.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ На этапе закрепления учитель представляет учащимся вопросы из учебника на основе приведенного графика и знакомится с их суждениями. Задание нацелено на развитие у учащихся навыков анализа графических данных, формулирования выводов и объяснения влияния парниковых газов на глобальное потепление.

На графике показаны изменения количества диоксида углерода (CO_2) в атмосфере и средней глобальной температуры за период с 1860 г. по 2020 г.



a. Какая зависимость, исходя из данного графика, существует между количеством диоксида углерода и средней глобальной температурой?

[Ответ: По мере роста содержания диоксида углерода в атмосфере повышается и средняя глобальная температура. Стремительный рост уровня CO_2, особенно в последние десятилетия, сопровождается повышением температурных показателей. Это показывает, что диоксид углерода, усиливая парниковый эффект, вызывает повышение температуры у поверхности земли.]

b. В какой период количество диоксида углерода в атмосфере возрастало быстрее?
Как изменялась температура в этот же период?

[Ответ: Наиболее стремительный рост содержания диоксида углерода наблюдается примерно с 1980-х годов. В этот же период более быстрыми темпами росла и средняя глобальная температура. На графике резкий подъем кривой содержания CO_2 и рост температурных показателей наглядно демонстрирует существующую между ними взаимосвязь.]

c. На графике также видны периоды кратковременного снижения температуры. Несмотря на это, какая общая тенденция прослеживается из графика?

[Ответ: Хотя в отдельные годы и наблюдалось снижение температуры, общая долгосрочная тенденция имеет тенденцию к повышению. Кратковременные изменения могут быть связаны с естественными климатическими явлениями, однако общая картина указывает на то, что глобальное потепление продолжается.]

d. К какому выводу можно прийти на основании информации, представленной на данном графике? Обоснуйте своё мнение.

[Ответ: График показывает, что увеличение содержания диоксида углерода в атмосфере сопровождается повышением средней глобальной температуры. Являясь основным парниковым газом, диоксид углерода способствует удержанию тепла в атмосфере. Поэтому увеличение выбросов CO_2, вызванное деятельностью человека, считается одним из основных факторов, усиливающих глобальное потепление.]

Учитель может задать учащимся дополнительные вопросы:

- *Какие виды деятельности человека приводят к увеличению содержания диоксида углерода в атмосфере?*
- *Почему процесс глобального потепления продолжается даже несмотря на то, что в некоторые годы температура понижалась?*
- *Какие меры могут быть приняты для снижения содержания парниковых газов в атмосфере?*
- *Как глобальное потепление может повлиять на живые организмы и экосистемы?*

ОЦЕНИВАНИЕ Обсуждаются вопросы из учебника, представленные в рубрике “Проверьте полученные знания”.

1. Какие вы знаете выбрасываемые в атмосферу парниковые газы?

[Ответ: К основным парниковым газам относятся углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), пары воды (H_2O), монооксид диазота (N_2O), озон (O_3) и некоторые синтетические газы (фреоны и другие фторсодержащие газы). Эти газы влияют на температуру у поверхности земли, удерживая часть тепла в атмосфере.]

2. Как образуются парниковые газы? Почему избыточное количество этих газов в атмосфере создаёт проблемы?

[Ответ: Парниковые газы образуются в результате сжигания топлива, промышленной деятельности, работы транспорта, функционирования сельского хозяйства и определенных природных процессов. Их чрезмерное накопление в атмосфере приводит к удержанию еще большего количества тепла. Вследствие этого происходит усиление глобального потепления и изменение климата.]

3. Глобальное потепление может привести к вымиранию в природе некоторых биологических видов. Объясните причину.

[Ответ: Повышение температуры, изменение режима выпадения осадков, таяние ледников и уничтожение среды обитания затрудняют адаптацию многих видов живых организмов. Не сумев приспособиться к новым условиям, некоторые виды сталкиваются с сокращением численности популяций и могут даже полностью исчезнуть.]

4. Почему увеличение содержания диоксида углерода в атмосфере и повышение средней глобальной температуры совпадают по времени? Какова взаимосвязь между этими двумя явлениями?

[Ответ: Диоксид углерода — это парниковый газ, который удерживает в атмосфере часть тепла, излучаемого поверхностью земли. С увеличением содержания CO_2 в атмосфере усиливается парниковый эффект и, как следствие, повышается средняя глобальная температура. Следовательно, существует непосредственная связь между увеличением содержания диоксида углерода в атмосфере и повышением температуры.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Знает парниковые газы и объясняет их роль в атмосфере	Мотивация, объяснение, опрос
Комментирует причины и последствия увеличения содержания парниковых газов в атмосфере	Объяснение, обсуждение, задание
Объясняет различие между глобальным потеплением и парниковым эффектом	Объяснение, работа с графиком, обсуждение
Определяет на основе графика взаимосвязь между содержанием диоксида углерода в атмосфере и средней глобальной температурой	Работа с графиком, задание, обсуждение
Обосновывает меры, принимаемые для предотвращения глобального потепления	Обсуждение, задание, диагностические вопросы

Наука, технология, жизнь (1 час)

• **Учебник:** стр. 46

Цель представления данного материала — увязать знания, полученные учащимися в ходе изучения раздела (о воздухе, атмосфере, диоксиде углерода, загрязнении воздуха и глобальном потеплении), с их реальным применением в науке и технологиях. В тексте показывается, что в наши дни увеличение содержания диоксида углерода в атмосфере становится важной экологической проблемой. Вместе с тем этот газ не только является вредным отходом, но может быть использован в качестве ценного химического сырья. В материале излагаются сведения о современных технологиях, основанных на принципах “зеленой химии”. Учащиеся узнают, что ученые стараются с помощью специальных сорбентов улавливать диоксид углерода из атмосферы и снова использовать его для получения полезных веществ. Этот подход позволяет согласовать задачи защиты окружающей среды с потребностями промышленности и демонстрирует важнейшую роль науки и технологий в решении глобальных проблем. В тексте рассматривается применение процесса адсорбции и материалов нового поколения для улавливания диоксида углерода. Эта информация помогает учащимся установить связь между свойствами веществ и их практическим применением. В то же время приведенные примеры превращения диоксида углерода в такие продукты, как метанол, муравьиная кислота и синтетическое топливо, демонстрируют важное значение химической науки для промышленности и повседневной жизни. При объяснении материала учитель может акцентировать внимание на таких вопросах, как круговорот углерода (углеродный цикл), рациональное использование природных ресурсов и обращение с отходами. Можно довести до сведения учащихся, что одной из основных целей современных технологий является не только сокращение отходов, но и их превращение в ресурс, пригодный для повторного использования. Такой подход — одно из важнейших требований устойчивого развития.

Изучение этой темы формирует у учащихся чувство ответственности за экологию, пробуждает интерес к научным инновациям и способствует пониманию роли химии в решении глобальных проблем. Представленный материал демонстрирует на конкретных примерах взаимосвязь между наукой, технологией и жизнью и служит обобщению и закреплению знаний, полученных учащимися по данной теме.

Проект (1 час)

• **Учебник:** стр. 47

Основная цель проекта — сформировать у учащихся практическое представление о методах очистки воды, сущности процесса фильтрации и важном значении получения питьевой воды. В ходе выполнения проекта учащиеся изготавливают модель фильтра для воды из простых материалов и вспомогательных средств, сопоставляют показатели загрязненной воды до и после процесса фильтрации, а также оценивают полученные результаты на основе своих наблюдений и расчетов.

При реализации проекта изготавливается многослойный фильтр с использованием пластиковой бутылки, ваты, активированного угля, песка и гравия. Учащиеся фиксируют объем, степень мутности и запах воды до и после прохождения через фильтр, а также отмечают время фильтрации. На основании полученных данных рассчитываются скорость фильтрации, снижение степени мутности (в процентах) и выход чистой воды.

Пример расчета:

Скорость фильтрации:

ϑ = 170 мл / 120 сек = 1,4 мл/сек

Снижение степени мутности, в процентах:

Принимая, что $В_{до}$ = 3, а $В_{после}$= 1:

снижение, % = (3 − 1) · 100 / 3 = **66,7%**

Выход чистой воды:

выход = (170 / 200) · 100 = **85%**

Измерения	До	После
Объем воды (мл)	200	170
Степень мутности	сильно	слабо
Время фильтрации (сек)	—	120
Запах	слабый землистый запах	нет запаха или очень слабый запах

В ходе выполнения проекта учащиеся сравнивают функции материалов, использованных для изготовления фильтра. Они определяют, что гравий и песок способствуют улавливанию крупных и мелких механических частиц, а активированный уголь — уменьшению содержания некоторых растворенных в воде загрязнителей и устранению запахов. Учащимся разъясняется следующее: несмотря на то, что с помощью указанного выше процесса улучшается внешний вид воды, вода после фильтрации не становится полностью безопасной для питья и требует дополнительной стадии дезинфекции.

На завершающем этапе проекта учащиеся анализируют полученные результаты, высказывают свои суждения об эффективности различных фильтрующих материалов и обосновывают важное значение очистки воды для здоровья человека. В ходе обсуждения учитель может также акцентировать внимание учащихся на проблемах охраны запасов чистой воды, стадиях получения питьевой воды и принципах работы современных водоочистных сооружений.

Данный проект способствует развитию у учащихся таких навыков, как ведение наблюдений, сбор информации, сопоставление результатов, выполнение простых расчетов и формулирование научных выводов на основе полученных данных. В то же время у учащихся формируется понимание важности рационального использования запасов воды и ответственное отношение к окружающей среде. По завершении эксперимента организуется обсуждение следующих вопросов:

- *Как изменились внешний вид и запах воды в ходе фильтрации?*

[Ответ: После фильтрации снизилась мутность воды, вода стала более прозрачной. Запах также уменьшился по сравнению с исходным состоянием или практически не ощущался.]

- Чему равен процент снижения мутности? Что показывает этот результат?

[Ответ: Согласно приблизительным расчетам, процент снижения мутности составил 66,7%. Этот результат указывает на то, что фильтр улавливает бóльшую часть механических примесей, содержащихся в воде.]

- Количество каких загрязнителей снижается активированным углём лучше всего?

[Ответ: За счет адсорбции активированный уголь снижает в основном содержание веществ, придающих воде запах, некоторых окрашенных веществ, органических загрязнителей, а также некоторых растворенных в воде веществ.]

- Какой слой в фильтре наиболее важен: песок, уголь или вата? Почему?

[Ответ: У каждого слоя своя функция: вата задерживает мелкие частицы, песок улавливает механические примеси, а активированный уголь устраняет запахи и поглощает некоторые растворенные загрязняющие вещества. Следовательно, эффективность фильтра зависит от совместной работы всех слоев.]

- Становится ли фильтрованная вода полностью безопасной? Есть ли необходимость в каких-либо дополнительных шагах?

[Ответ: Даже если вода, прошедшая через фильтр, кажется более прозрачной, она не считается полностью пригодной для питья, так как в ней могут сохраняться микроорганизмы. Поэтому необходимо дополнительно применять кипячение, хлорирование или иные способы дезинфекции.]

6-й РАЗДЕЛ Неметаллы

Тема №	Название	Кол-во часов	Учебник (стр.)	Рабочая тетрадь (стр.)
Тема 6.1	Галогены	2	52	40
Тема 6.2	Водород, азот и аммиак	2	57	44
Тема 6.3	Удобрения	2	63	47
Тема 6.4	Сера и ее соединения	2	66	49
Тема 6.5	Углерод и его соединения	2	72	53
	Наука, технология, жизнь	1	80	
	Проект	1	81	
	Обобщающий урок (заключение и обобщающие задания)	1	83	57
	МСО	1		
	ВСЕГО	**14**		

Краткий обзор раздела

В этом разделе учащиеся познакомятся со строением и свойствами неметаллов, их распространением в природе и значением для жизни человека. Они узнают о положении неметаллов в периодической таблице и о влиянии строения атомов этих элементов на их физические и химические свойства. Учащиеся изучат общие свойства галогенов, изменение их химической активности в группе сверху вниз, а также их реакции с различными веществами. Наряду с этим они рассмотрят на конкретных примерах области применения галогенов — дезинфекцию, очистку воды и медицину. В разделе учащиеся познакомятся с наиболее важными свойствами водорода, азота и аммиака. Они узнают, что водород — самый легкий элемент, азот — основная составная часть атмосферы, имеющая ключевое значение для жизнедеятельности живых организмов, а аммиак — это соединение, которое нашло широкое применение в промышленности. Учащиеся изучат процесс Габера, применяемый в производстве аммиака, усвоят понятие обратимых реакций и поймут роль этого процесса в развитии сельского хозяйства.

В ходе изучения раздела учащиеся также узнают о видах минеральных удобрений, их составе и роли в развитии растений. Они проведут сравнение влияния азотных, фосфорных и калийных удобрений на растения и поймут, насколько важно правильно использовать удобрения для повышения продуктивности. Кроме того, они уяснят, исходя из причинно-следственных связей, возможные негативные последствия для почвы и водоемов чрезмерного использования удобрений. Учащиеся изучат свойства серы и её важнейших соединений, а также рассмотрят области применения диоксида серы и серной кислоты в промышленности и повседневной жизни. Они будут анализировать влияние на атмосферу серосодержащих газов, образующихся при сгорании топлива, и оценивать причины возникновения кислотных дождей и их воздействие на живые организмы, строения и окружающую среду. Наряду с этим они ознакомятся с информацией о современных технологиях, внедряемых для снижения выбросов вредных газов в атмосферу. В заключительной теме раздела учащиеся познакомятся с различными аллотропными видоизменениями углерода, монооксидом углерода, диоксидом углерода и карбонатами. Они объяснят взаимосвязь между различием свойств алмаза и графита и их строением, а также изучат круговорот углерода в природе и его роль в жизнедеятельности живых организмов. Учащиеся исследуют взаимосвязь между диоксидом углерода и парниковым эффектом, изучат токсическое влияние монооксида углерода, проанализируют воздействие, которое оказывают эти вещества на повседневную жизнь, промышленность и окружающую

среду. Они также познакомятся с распространением карбонатов в природе, а также с характерными свойствами известняка, областями его применения и значением для производства строительных материалов. Изучив основные виды сырья, применяемого при производстве обычного стекла, и основные этапы процесса его изготовления, учащиеся осознают важную роль соединений углерода в промышленности.

Из раздела “Наука, технология, жизнь” учащиеся узнают о структуре, свойствах и истории открытия графена, о его применении в таких областях, как электроника, энергетика, медицина и материаловедение, а также о его значении для развития технологий будущего. В разделе “Проект” приводится информация о производстве аммиака по процессу Габера, стадиях этого процесса и расчете выхода продукта. Целью проекта является оценка на основе математических расчетов эффективности производства аммиака из азота и водорода, а также исследование влияния рециркуляции на выход продукта (производительность).

Введение в раздел

Знакомясь с введением в раздел, учитель концентрирует внимание учащихся на различных веществах, используемых в повседневной жизни, и на их влиянии на жизнь людей. На основе текста, приведенного во вводной части раздела, учащимся предлагается обдумать вопросы, касающиеся повышения продуктивности сельского хозяйства, роли удобрений и влияния научных открытий на развитие общества.

С помощью вопросов учитель активизирует усвоенные учащимися знания, обобщает их ответы и расширяет границы обсуждения, задавая классу дополнительные наводящие вопросы.

- Как вы думаете, почему люди стремятся повысить продуктивность почв?

[Ответ. С ростом численности населения увеличивается также спрос на продовольствие. В этой связи возникает необходимость получения более высоких урожаев с уже используемых земельных площадей.]

- Какие вещества растения должны получать из почвы для нормального развития?

[Ответ. Растения усваивают из почвы различные минеральные вещества и питательные элементы. Эти вещества необходимы для их роста и развития.]

- Почему на определенных почвах растения развиваются лучше?

[Ответ. На развитие растений оказывает влияние содержание в почве питательных веществ. Так, на почвах, богатых питательными веществами, продуктивность выше.]

- К какой проблеме может привести выращивание агрокультур на одном и том же земельном участке в течение многих лет?

[Ответ. Уменьшается содержание питательных веществ в почве и, как следствие, снижается продуктивность.]

- Как, по вашему мнению, можно восстановить запас питательных веществ в истощенной почве?

[Ответ. Запас питательных веществ, потребляемых растениями, может быть восстановлен внесением в почву различных удобрений.]

- Может ли одно и то же вещество одновременно оказывать и полезное, и вредное воздействие?

[Ответ. Да. Эти вещества приносят пользу лишь при правильном использовании, так как их применение сверх установленных норм может негативно сказаться на здоровье человека и окружающей среде.]

Если учащиеся испытывают затруднения с ответами на вопросы из вводной части, учитель может им помочь дополнительными вопросами направляющего характера:

- Какие трудности могут возникнуть в сельском хозяйстве, если не использовать удобрения?

- Почему особое значение придается производству азотных удобрений?

- Могут ли растения напрямую усваивать азот, содержащийся в атмосфере?

В ходе этих обсуждений учащиеся подготавливаются к пониманию важной роли, которую неметаллы и их соединения играют в жизни живых организмов, сельском хозяйстве, промышленности и в вопросах охраны окружающей среды.

Тема 6.1.

Галогены (2 часа)

- **Учебник:** стр. 52
- **Рабочая тетрадь:** стр. 40

Подстандарты	9-1.1.4.
Цели обучения	Объясняет свойства элементов 17-й группы периодической таблицы
Навыки XXI века	Исследовательские навыки, навыки критического мышления, решения проблем, сотрудничества, коммуникации и использования ИКТ
Вспомогательные средства	Учебник, периодическая таблица, оксид марганца(IV) (MnO_2), хлорид натрия (NaCl), концентрированная серная кислота (H_2SO_4), реакционная колба, стеклянная воронка, промывалки, осушитель, склянка для сбора газа, спиртовка, белая бумага, защитные очки, перчатки
Электронные ресурсы	Видеоролики, анимации и интерактивные презентации о строении и свойствах галогенов, получении хлора и областях его применения

Краткий план урока

Мотивация. Обсуждение причин уничтожения микроорганизмов в питьевой воде и в бассейнах под воздействием дезинфицирующих веществ и выдвижение гипотез относительно свойств этих веществ.

Объяснение. Объяснение положения галогенов в периодической таблице, электронного строения их атомов, физических свойств, изменения активности в группе, реакций с металлами и водородом, образования галогенид-ионов и реакций замещения.

Исследование. Изучение стадий процесса получения газообразного хлора в лаборатории, описание наблюдаемого цвета газа и обоснование выбранной последовательности пропускания выделяющегося газа сначала через воду, а затем через концентрированную серную кислоту, и анализ полученных результатов.

Закрепление. Учебник: зад. №1.РТ: №1-15.

Оценивание. Объяснение строения атомов галогенов, их физических и химических свойств, изменения активности вдоль группы, процесса получения хлора и реакций замещения, установление связи между полученными знаниями и примерами из повседневной жизни.

МОТИВАЦИЯ Учитель привлекает внимание учащихся к ситуациям из повседневной жизни, связанным с очисткой питьевой воды и дезинфекцией воды в бассейнах, и организует обсуждение на основании приведенного в учебнике рисунка. Учащиеся должны проанализировать ситуацию, изображенную на рисунке, и выдвинуть предположения о свойствах вещества, используемого для очистки воды.

Учитель задает направление обсуждению с помощью следующих вопросов:

- *Какое вещество используется для очистки питьевой воды?*
- *Как это вещество уничтожает микроорганизмы?*
- *Почему это вещество используется в малых количествах?*
- *Почему это же вещество используется для дезинфекции воды в бассейне?*
- *Какие вы знаете ещё вещества с таким же воздействием?*

В результате обсуждении ситуации и рисунка устанавливается:

1. Для очистки питьевой воды и дезинфекции воды в бассейнах используются хлор и его соединения.
2. Хлор обладает мощным химическим действием, способным уничтожать микроорганизмы.
3. Даже при использовании в небольших количествах это вещество способно предотвращать рост бактерий и других микроорганизмов.
4. Хлор — это неметалл с высокой химической активностью.
5. Некоторые неметаллы находят важное применение в различных сферах повседневной жизни.

В ходе обсуждения у учащихся формируются первичные представления о применении и

химических свойствах галогенов. У них возникает интерес к причинам, по которым некоторые вещества особым образом воздействуют на живые организмы и микроорганизмы. На этом этапе

учитель может углубить ответы учащихся с помощью наводящих вопросов:
- Каким свойством хлора может быть обусловлена его способность к уничтожению микроорганизмов?
- Может ли вещество, применяемое для очистки воды, представлять опасность и для здоровья человека?
- С какими элементами хлор находится в одной группе периодической таблицы?
- Какова причина сходства свойств элементов, расположенных в одной группе?
На этом этапе у учащихся формируется интерес к изучению строения, химической активности и областей применения галогенов, что способствует их подготовке к последующему этапу урока – объяснению материала.

ОБЪЯСНЕНИЕ На данном этапе урока учитель информирует учащихся о положении галогенов в периодической таблице, электронном строении атомов, их физических и химических свойствах. Сначала внимание концентрируется на элементах 17-й группы периодической таблицы – фторе, хлоре, броме, иоде и астате. Учащимся разъясняется, что эти элементы, легко реагируя с металлами, образуют много различных солей, поэтому их называют галогенами (*солеобразующие*). Также отмечается, что астат является радиоактивным элементом. Далее поясняется, что на внешнем электронном слое атомов галогенов находится семь электронов и их электронная формула в общем виде записывается как ns^2np^5. Подчеркивается, что для завершения внешнего электронного слоя атомов галогенов им необходимо принять всего один электрон, поэтому галогены проявляют высокую химическую активность. Внимание учащихся направляется на изменение активности в группе. Учитель объясняет, что в группе сверху вниз атомный радиус увеличивается, то есть внешний электронный слой отдаляется от ядра и, как следствие, затрудняется принятие электрона. Именно поэтому активность галогенов снижается от фтора к иоду. В продолжение темы рассматривается молекулярное строение галогенов. Поясняется, что в соответствии с правилом октета два атома галогена отдают свои неспаренные электроны в общее пользование для завершения внешних электронных слоев. В результате между атомами галогенов образуется одинарная ковалентная связь и при обычных условиях они существуют в виде двухатомных молекул. Учащиеся знакомятся со строением молекул F_2, Cl_2, Br_2 и I_2. Далее сравниваются физические свойства галогенов. Учащимся сообщают, что фтор представляет собой светло-желтый газ, , хлор – зеленоватый газ, бром – красно-бурую жидкость, а иод – черно-фиолетовые кристаллы. Сравнение позволяет сделать вывод, что в группе сверху вниз усиливается интенсивность окраски, возрастают плотность и температура кипения галогенов. Образование при нагревании кристаллов иода сразу, минуя жидкое состояние, паров фиолетового цвета указывает на явление сублимации. Далее внимание учащихся акцентируется на влиянии галогенов на живые организмы. Отмечается, что галогены – ядовитые вещества и их пары оказывают вредное воздействие на дыхательные пути, слизистые глаз и кожу. Поэтому при работе с этими веществами необходимо использовать средства индивидуальной защиты. Затем рассматриваются реакции взаимодействия галогенов с металлами. Сообщается, что при взаимодействии с металлами атомы галогенов принимают один электрон, превращаясь в соответствующие галогенид-ионы. При этом просходит образование ионных связей. Характер



изменения активности галогенов в группе периодической таблицы объясняется на примере реакций железа с фтором, хлором, бромом и иодом. Пользуясь таблицей, учитель показывает, что наиболее активным галогеном является фтор, а наименее активным – иод. Далее учитель переходит к реакциям галогенов с неметаллами. В качестве примера приводится образование молекулы хлороводорода в результате обобществления атомами водорода и хлора своих неспаренных электронов:

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

На этом примере объясняется механизм создания ковалентной связи и образование галогеноводородов. Далее учитель рассматривает реакции замещения между галогенами. Поясняется, что более активный галоген вытесняет менее активный галоген из его соли. Учитель останавливается на реакциях хлорной воды с растворами бромида калия и иодида калия. Наблюдаемые изменения цвета интерпретируются как признак протекания реакции. На основании этих примеров делается вывод об ослаблении от фтора к иоду окислительных свойств галогенов. В завершение объяснения обсуждается восстановительная способность галогенид-ионов. До сведения учащихся доводится, что с увеличением атомного радиуса облегчается отдача электронов. Следовательно, восстановительные свойства галогенид-ионов усиливаются в группе сверху вниз. Для лучшего усвоения темы учитель задает наводящие вопросы:

- *Чем обусловлено сходство химических свойств галогенов?*
- *Почему наиболее активным элементом среди галогенов считается фтор?*
- *Как влияет увеличение атомного радиуса на химическую активность галогенов?*
- *За счет какого типа химической связи образуются молекулы галогенов?*
- *Как объясняется изменение цвета и температуры кипения галогенов в группе?*
- *Чем обусловлено возрастание восстановительных свойств галогенид-ионов в группе сверху вниз?*

ИССЛЕДОВАНИЕ На этом этапе урока учитель предлагает учащимся исследовать получение газообразного хлора в лабораторных условиях. Основная цель данной исследовательской деятельности — дать учащимся практическое представление о получении, очистке и некоторых физических свойствах хлора как одного из представителей галогенов. Во время осуществления деятельности учащиеся наблюдают за стадиями процессов получения и очистки газов и формулируют соответствующие выводы на основе полученных результатов.

До начала работы учитель демонстрирует оборудование и вещества, предусмотренные для использования в эксперименте, и напоминает им о необходимости соблюдать правила безопасности. Учащимся предоставляется прибор для получения хлора с применением оксида марганца (IV), хлорида натрия и концентрированной серной кислоты. Затем в колбу помещают некоторое количество смеси MnO_2 с NaCl и осторожно добавляют к ней через стеклянную воронку концентрированную серную кислоту, после чего колбу немного нагревают. Образовавшийся в результате нагревания газ сначала пропускают через промывалку, наполненную водой. На этой стадии хлороводород, содержащийся в полученной газовой смеси, отделяется, растворяясь в воде. На следующей стадии газ пропускают в целях осушки через склянку с концентрированной серной кислотой и далее собирают в сосуд для сбора газа. Цвет собранного газа определяется визуальным наблюдением, установив сосуд на фоне белого листа бумаги. Учащиеся анализируют изменения, происходящие во время выделения газа, окраску газа и функции отдельных частей прибора. Учитель заостряет внимание учащихся на причинах, по которым полученный газ сначала пропускается через воду, а после – через концентрированную серную кислоту. Он адресует учащимся следующие вопросы:

- *Какие признаки наблюдались при протекании реакции?*
- *Какого цвета собранный газ?*
- *С какой целью газ сначала пропускают через воду?*
- *Для чего газ далее пропускают через концентрированную серную кислоту?*
- *Какие функции выполняют склянка для промывания и склянка для осушки в данном приборе?*

- На основании каких его свойств можно утверждать, что полученный газ относится к галогенам?

В результате обсуждения учащиеся приходят к выводу, что в ходе реакции выделяется хлор – газ зеленоватого цвета. Пропускание на первом этапе выделившегося газа через воду позволяет удалить содержащийся в газовой смеси хлороводород. Последующее пропускание газа через концентрированную серную кислоту способствует поглощению паров воды и получению в результате сухого газообразного хлора. Наблюдения свидетельствуют о том, что очистка и осушка газов в процессе их получения имеют важное значение для достоверного определения свойств целевого продукта.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ На данном этапе учащиеся закрепляют свои представления о строении, свойствах и реакциях галогенов, применяя полученные по теме знания. При выполнении заданий учащиеся должны обосновывать свои ответы и объяснять ход реакций.

1. Даны элементы, расположенные в 17-й группе периодической таблицы.

a. Как называются элементы этой группы?

[Ответ. Элементы этой группы называются галогенами.]

b. Хлор реагирует с водородом со взрывом.

"Словесное уравнение" этой реакции имеет вид:

водород + хлор → хлороводород

I. Составьте химическое уравнение реакции и расставьте коэффициенты

[Ответ. $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$]

II. Как вы думаете, как фтор реагирует с водородом? Напишите "словесное уравнение" этой реакции.

[Ответ. Фтор реагирует с водородом очень быстро и бурно. Водород + фтор → фтороводород]

c. Как бром реагирует с водородом? Напишите уравнение этой реакции и расставьте коэффициенты.

[Ответ. $H_2 + Br_2 \rightarrow 2HBr$]

d. Рассчитайте число молей хлороводорода (HCl), образовавшегося в результате полного взаимодействия 5 граммов водорода с избытком хлора.

[Ответ. Число молей H_2 n = 5/2 = 2,5. По уравнению реакции из 1 моль H_2 образуется 2 моль HCl. Тогда из 2,5 моль H_2 образуется 5 моль HCl.]

ОЦЕНИВАНИЕ По завершении изучения темы оценивается уровень усвоения учащимися полученных знаний, относящихся к строению, физическим и химическим свойствам галогенов, изменению их активности в пределах группы и химическим реакциям. От ответов учащихся ожидается не только перечисление фактов, но и обоснование наблюдаемых закономерностей на основе причинно-следственных связей. Обсуждение представленных вопросов позволяет оценивать умение учащихся проводить сравнения, формулировать выводы и обосновывать химические явления с позиций науки.

1. Какого цвета галогены?

[Ответ. Галогены – окрашенные вещества. Фтор — светло-желтого, хлор — зеленоватого, бром — красно-бурого, а иод — черно-фиолетового цвета.]

2. Объясните, как и почему изменяется активность галогенов в группе. Обладают ли аналогичными свойствами элементы IA группы?

[Ответ. В группе сверху вниз активность галогенов снижается. Это связано с тем, что в группе сверху вниз возрастает атомный радиус и, как следствие, затрудняется принятие электронов. В группе IA наблюдается обратная закономерность: в группе сверху вниз активность элементов возрастает.]

3. Какое сходство наблюдается у продуктов взаимодействия галогенов с железной ватой? Какой тип связи присутствует в этих продуктах?

[Ответ. В результате реакций всех галогенов с железом образуются галогениды железа.

В составе этих соединений имеются ионы Fe^{3+} и галогенид-ионы. В продуктах присутствует ионная связь.]

4. Как бы вы объяснили высокую химическую активность галогенов?
[Ответ. Во внешнем электронном слое атомов галогенов находится семь электронов. Галогены проявляют высокую химическую активность вследствие своего стремления присоединять один недостающий электрон для завершения октета.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Объясняет положение галогенов в периодической таблице, электронное строение их атомов и физические свойства	Мотивация, объяснение, опрос
Комментирует и разъясняет причины изменения активности галогенов в пределах группы	Объяснение, обсуждение, задания
Объясняет взаимодействие галогенов с металлами и неметаллами на основе уравнений реакций	Задания, опрос, обсуждение
Анализирует ход и результаты эксперимента по получению хлора	Деятельность, ведение наблюдений, обсуждение
Рассматривает области применения галогенов и объясняет сущность реакций замещения	Мотивация, задания, диагностические вопросы

Тема 6.2.

Водород, азот и аммиак (2 часа)

- **Учебник:** стр. 57
- **Рабочая тетрадь:** стр. 44

Подстандарты	9-1.1.5.; 9-1.1.6.
Цели обучения	Описывает некоторые свойства и способы получения водорода и азота. Объясняет свойств и сущность процесса получения аммиака.
Навыки XXI века	Навыки проведения исследований, сбора и анализа информации, решения проблем, критического мышления, сотрудничества и коммуникации
Вспомогательные средства	Учебник, периодическая таблица, цинк, разбавленная серная кислота, хлорид аммония, гидроксид кальция, красная лакмусовая бумага, раствор хлороводорода, пробирки, стеклянные трубки, схемы и графики, иллюстрирующие процесс Габера
Электронные ресурсы	Видеоролики и анимации, связанные с получением водорода, получением аммиака в лаборатории и в промышленности, процессом Габера и круговоротом азота в природе

Краткий план урока

Мотивация. Анализ ситуации, связанной с возвращением человека в сознание под действием вещества с резким запахом, и выдвижение гипотез о причинах такого воздействия.

Объяснение. Изучение физических и химических свойств водорода, азота и аммиака, способов их получения и областей применения, а также производства аммиака в промышленности и процесса Габера.

Исследование. Лабораторный способ получения газообразного аммиака, наблюдение его свойств и анализ результатов проведенных реакций по определению аммиака.

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ: №1-11.

Оценивание. Объяснение свойств и способов получения водорода, азота и аммиака, производства аммиака и процесса Габера, комментирование реакций и расчетов.

МОТИВАЦИЯ В начале урока внимание учащихся направляется на воздействие некоторых веществ, используемых в повседневной жизни и медицине, на организм человека. Учитель организует обсуждение на основе описанной в учебнике ситуации и соответствующей иллюстрации. Учащимся предлагается проанализировать ситуацию, представленную на картинке, и высказать свои суждения о свойствах и механизме действия вещества с резким запахом. В процессе обсуждения учитель останавливается на следующих вопросах:

- Как вы думаете, каким веществом является газ, входящий в состав нашатырного спирта?
- По какой причине человек, потерявший сознание, приходит в себя под действием этого вещества?
- Какие свойства этого вещества позволяют ощущать его запах даже с большого расстояния?
- Для каких иных целей используется это вещество в промышленности и в быту?
- Всегда ли этот газ воздействует одинаково на живые организмы?

Из обсуждения ситуации и картинки выявляется, что в состав нашатырного спирта входит аммиак (в растворенном виде). Ввиду резкого запаха аммиак обнаруживается даже в малых количествах и воздействует на дыхательную систему человека. Таким образом у учащихся формируется базовое представление о том, что физические и химические свойства веществ определяют области их применения. Также проясняется, что аммиак — это вещество, имеющее огромное значение как для повседневной жизни человека, так и для промышленности. Для углубления обсуждения учитель может дополнительно задать наводящие вопросы:

- *Из каких элементов образуется аммиак?*
- *В каком виде встречаются в природе водород и азот?*
- *Почему в наши дни производство аммиака занимает ключевое место в химической промышленности?*

На этом этапе учащиеся получают первичное представление о некоторых свойствах и областях применения аммиака, проявляют интерес к изучению свойств водорода, азота и аммиака и тем самым подготавливаются к следующему этапу урока – объяснению.

ОБЪЯСНЕНИЕ На этом этапе урока учащиеся знакомятся со строением, свойствами, способами получения и областями применения водорода, азота и аммиака. Тема излагается последовательно — от простого к сложному, — при этом устанавливается связь между свойствами веществ и областями их применения. Сначала приводятся сведения о водороде. Учитель сообщает учащимся, что водород является самым легким среди всех элементов и считается самым распространенным элементом во Вселенной. На важнейшее значение водорода указывает выделение колоссального количества энергии в результате процессов, происходящих на Солнце и других звездах. Также отмечается, что из-за своей чрезвычайной легкости водород практически не встречается в свободном состоянии в атмосфере земли.
Затем приводится объяснение получения водорода в лаборатории. Учитель концентрирует внимание учащихся на рисунке (стр.57), иллюстрирующем реакцию взаимодействия цинка с разбавленной серной кислотой, и поясняет, что в результате реакции выделяется газообразный водород:

$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$

Учитель подробно разъясняет способ собирания газов и обосновывает выбор данного способа для собирания водорода. При этом подчеркивается, что водород примерно в 14,5 раза легче воздуха. Затем учитель излагает материал об основных физических и химических свойствах водорода. Отмечается, что водород – газ без цвета и запаха. При его взаимодействии с кислородом происходит процесс горения, сопровождающийся выделением большого количества энергии:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

Отмечается, что благодаря этому свойству водород используется в качестве ракетного топлива и альтернативного источника энергии. Учитель также объясняет восстановительные свойства водорода на примере реакции восстановления оксида меди(II) водородом:

$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

До внимания учащихся доводится, что в этой реакции оксид меди(II) превращается в медь, а водород окисляется.

Затем внимание учащихся направляется на следующий элемент — азот. Учащимся сообщается, что азот составляет примерно 78% воздуха и представляет собой газ без цвета и запаха. Подчеркивается, что азот играет ключевую роль в жизнедеятельности живых организмов — входит в состав белков и других биологически важных веществ. Отдельно разъясняется причина крайне низкой химической активности (реакционноспособности) азота. Учащимся указывается, что между атомами в молекуле азота существует очень прочная тройная ковалентная связь. Именно прочность этой связи затрудняет взаимодействие азота со многими веществами при обычных условиях. В продолжение темы рассматривается реакция между азотом и водородом. Учитель поясняет, что при определенных условиях азот и водород соединяются с образованием аммиака:

$$N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$$

Отмечается, что эта реакция может протекать и в прямом, и в обратном направлении, — так учащиеся знакомятся с понятием ‘’обратимая реакция”. Подчеркивается, что образующийся аммиак является важным сырьем для производства удобрений и получения большого числа химических продуктов. Далее объясняется образованию оксидов азота взаимодействием азота с кислородом при высоких температурах. До сведения учащихся доводится, что эти реакции могут происходить при разрядах молнии, в автомобильных двигателях и во время работы некоторых промышленных установок. Отмечается значительная роль диоксида азота в загрязнении атмосферы и образовании кислотных дождей. Затем учитель переходит к рассмотрению строения молекулы аммиака и способов его получения. Учащиеся узнают, что аммиак – бесцветный газ с резким запахом, очень хорошо растворимый в воде. В лаборатории аммиак получают нагреванием солей аммония с сильными щелочами:

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O + 2NH_3$$

Учащимся поясняется возможность определения иона аммония на основе этой реакции.

ИССЛЕДОВАНИЕ На данном этапе урока учитель предлагает учащимся получить в лаборатории газообразный аммиак и изучить некоторые его характерные свойства. Основная цель деятельности — сформировать у учащимся практическое представление о способах получения аммиака, его физических свойствах и химическом поведении. В ходе исследования учащиеся наблюдают за процессом выделения газа, изучают его взаимодействие с различными веществами и анализируют полученные результаты. Перед началом работы учитель демонстрирует оборудование и вещества, которые предстоит использовать при проведении эксперимента, и напоминает правила безопасности. Он предоставляет учащимся установку для получения газообразного аммиака при нагревании хлорида аммония с гидроксидом кальция. Затем в пробирку помещают смесь хлорида аммония с гидроксидом кальция и осторожно ее нагревают. При этом наблюдается выделение газа. Сначала выделяющийся газ пропускают через трубку с оксидом кальция. Учитель акцентирует внимание учащихся на том, что оксид кальция, поглощая пары воды из газовой смеси, способствует осушке аммиака. Затем газ направляют в другую пробирку и исследуют его свойства. Следующим шагом воздействию газа подвергают влажную красную лакмусовую бумагу. Учащиеся наблюдают изменение цвета бумаги и фиксируют результат. Далее газообразный аммиак приводят в соприкосновение с парами

хлороводорода и наблюдают за происходящими изменениями. Образование белого дыма при контакте рассматривается как характерный признак присутствия аммиака.
Учитель концентрирует внимание учащихся на следующих вопросах:
- *Какой газ выделялся при нагревании пробирки?*
- *Какие физические свойства выделившегося газа вы наблюдали?*
- *Какое изменение произошло с красной лакмусовой бумагой?*
- *На какое свойство газа указывает изменение цвета лакмуса?*
- *Какие изменения вы наблюдали при контакте газа с парами хлороводорода?*
- *О чём свидетельствует образование белого дыма?*
- *С какой целью использовался в данном приборе оксид кальция?*

В результате обсуждению учащиеся приходят к выводу, что в результате взаимодействия хлорида аммония с гидроксидом кальция выделяется газообразный аммиак. Аммиак представляет собой бесцветный газ с резким запахом. Посинение влажной красной лакмусовой бумаги свидетельствует о проявлении им щелочных свойств. А появление белого дыма при контакте аммиака с парами галогеноводорода указывает на образование хлорида аммония (мельчайших кристаллов) и считается качественной реакцией на аммиак. Оксид кальция поглощает содержащиеся в газовой смеси пары воды и обеспечивает тем самым его осушку.
Посредством данной исследовательской деятельности учащиеся не только приобретают теоретические знания, но и развивают навыки ведения наблюдений, анализа результатов и выявления причинно-следственных связей. Исследование формирует у учащихся более полное научное представление о получении и основных свойствах аммиака.

ОБЪЯСНЕНИЕ Далее отдельно обсуждаются некоторые характерные свойства аммиака. Образование белого дыма при его взаимодействии с хлороводородом приводится в качестве качественной реакции на аммиак. После этого описывается опыт “фонтанчик”, иллюстрирующий очень хорошую растворимость аммиака в воде. Поясняется, что аммиак очень быстро растворяется в водяных каплях. Поскольку газообразный аммиак, растворяясь в воде, переходит в жидкую фазу, объем газа в колбе уменьшается и, как следствие, давление падает. В результате внутри колбы создается давление, более низкое по сравнению с внешней средой. Под воздействием внешнего атмосферного давления вода из нижнего сосуда поднимается вверх по трубке в колбу. Вода, поступающая в колбу, растворяет всё больше газообразного аммиака, поэтому давление внутри колбы резко снижается. В ходе процесса вода с высокой скоростью устремляется в колбу, образуя струи фонтана.
На основании результатов опыта делается вывод, что аммиак очень хорошо растворяется в воде. При этом отмечается, что водный раствор аммиака проявляет щелочные свойства и окрашивает красную лакмусовую бумагу в синий цвет.
В заключительной части темы рассматривается промышленный способ получения аммиака — процесс Габера. Учитель сообщает учащимся, что в качестве сырья для этого процесса используются азот и водород. Процесс осуществляется при температуре около 450°C и давлении 200 атмосфер. Подчеркивается ключевая роль процесса Габера в развитии сельского хозяйства, в частности в производстве удобрений. На основании приведенного графика (стр. 61) анализируется влияние температуры и давления на выход аммиака и разъясняются обоснования выбора оптимальных условий для промышленного процесса.
В ходе объяснения учитель может использовать следующие наводящие вопросы:
- *Почему в атмосфере практически нет водорода?*
- *Почему молекула азота малоактивна?*
- *Что такое обратимая реакция?*
- *Как доказываются щелочные свойства аммиака?*
- *Почему при реализации процесса Габера применяют высокое давление?*
- *В чем заключается роль катализатора в производстве аммиака?*

ЗАКРЕПЛЕНИЕ

На данном этапе учащиеся выполняют приведенные задания, применяя полученные знания о производстве водорода, синтезе аммиака и процессе Габера. В своих ответах учащиеся должны обосновывать ход и направление реакций, условия их протекания и выявленные причинно-следственные связи.

1. В лаборатории водород можно получить взаимодействием цинка с разбавленной серной кислотой. Используя ряд активности металлов, предложите другие металлы и кислоту для получения водорода.

[Ответ. К примеру, могут быть использованы магний и разбавленная соляная кислота: $Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$. Металлы, стоящие в ряду активности до водорода, реагируют с кислотами с образованием газообразного водорода.]

2. В процессе Габера азот и водород превращаются в аммиак: N_2(газ) + $3H_2$(газ) ⇄ $2NH_3$(газ). Дана энергетическая диаграмма этой реакции:



a. Что характеризует данная диаграмма?

[Ответ. Диаграмма характеризует изменение энергии реакции синтеза аммиака. Поскольку энергия продуктов ниже энергии исходных веществ, реакция является экзотермической.]

b. Почему при производстве аммиака не применяют более высокие температуры?

[Ответ. Синтез аммиака является экзотермической реакцией. С ростом температуры равновесие смещается в сторону реакции разложения аммиака и, как следствие, выход аммиака уменьшается. Поэтому более высокие температуры не применяются.]

c. Почему при производстве аммиака не применяют более высокое давление?

[Ответ. Выход аммиака возрастает с повышением давления, однако наряду с этим создание и поддержание очень высокого давления требуют больших энергозатрат, использования дорогостоящего оборудования и могут создавать проблемы, связанные с обеспечением безопасности производства. Поэтому для промышленного применения выбрано наиболее выгодное в экономическом отношении давление около 200 атмосфер.]

d. Какой катализатор используется в процессе Габера? Какое влияние оказывает этот катализатор на выход аммиака?

[Ответ. В процессе Габера используется железный (Fe) катализатор. Катализатор ускоряет образование аммиака.]

e. Какое влияние оказывает катализатор на протекание реакции?

[Ответ. Катализатор снижает энергию активации реакции и способствует увеличению ее скорости.]

ОЦЕНИВАНИЕ После завершения изучения темы оцениваются приобретенные учащимися навыки и знания, относящиеся к учебному материалу о водороде, азоте и аммиаке. Отвечая на вопросы, учащиеся должны объяснять способы получения, свойства и реакции веществ на основе причинно-следственных связей.

1. Аммиак получают из азота и водорода.

a. Как получают азот и водород?

[Ответ. В промышленности азот получают в основном путем фракционной дистилляции жидкого воздуха. Водород обычно получают реакцией взаимодействия метана с водяным паром или путем разложения некоторых веществ, содержащихся в нефти.]

b. Как называется процесс получения аммиака?

[Ответ. Получение аммиака в промышленности из азота и водорода называется процессом Габера.]

c. Напишите уравнение реакции.

[Ответ. $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$]

2. Напишите уравнение реакции взаимодействия гидроксида натрия с сульфатом аммония.

[Ответ. $(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O + 2NH_3$]

3. Водород взаимодействует с оксидом меди(II). Почему возможно протекание этой реакции?

[Ответ. Поскольку водород химически активнее меди, он соединяется с кислородом, входящим в состав оксида меди(II), образуя воду и вытесняя медь из оксида. Это окислительно-восстановительная реакция. В ходе реакции оксид меди(II) восстанавливается, а водород окисляется. Протекающая реакция относится к реакциям замещения: $CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$.]

4. Сколько граммов аммиака получится при взаимодействии 3 моль азота с 10 моль водорода, если выход продукта составляет 60%?

[Ответ. Уравнение реакции: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$. На полное взаимодействие с 3 моль N_2 расходуется 9 моль H_2. По условию дано 10 моль H_2, то есть водород взять в избытке, следовательно лимитирующим веществом является азот. По уравнению из 3 моль N_2 должно быть получено 6 моль NH_3. При выходе продукта 60% $n(NH_3)=6 \cdot 0,60=3,6$ моль; $m(NH_3)=3,6 \cdot 17=61,2$ грамма.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Объясняет физические и химические свойства водорода, азота и аммиака	Мотивация, объяснение, опрос
Описывает способы получения и области применения водорода и аммиака	Объяснение, обсуждение, задания
Объясняет причину низкой химической активности азота и сущность обратимой реакции	Объяснение, опрос, обсуждение
Анализирует ход и результаты опытов, связанных с получением и свойствами аммиака	Деятельность, наблюдение, обсуждение
Объясняет сущность процесса Габера, влияние температуры, давления и катализатора на протекание реакции	Задания, диагностические вопросы, обсуждение

Тема 6.3.

Удобрения (2 часа)

- **Учебник:** стр. 63
- **Рабочая тетрадь:** стр. 47

Подстандарты	9-1.1.7.
Цели обучения	Описывает применение азотных, калийных и фосфорных удобрений.
Навыки XXI века	Навыки ведения исследований, анализа информации, решения проблем, экологической ответственности, сотрудничества и коммуникации
Вспомогательные средства	Учебник, образцы или изображения азотных, фосфорных и калийных удобрений, фотографии, иллюстрирующие развитие растений, периодическая таблица, калькулятор, рабочие листы
Электронные ресурсы	Видеоролики и анимации, посвященные производству и применению удобрений, плодородию почвы, элементам питания растений и влиянию удобрений на окружающую среду

Краткий план урока

Мотивация. Обсуждение различий в развитии растений, выращенных в одинаковых климатических условиях, и выдвижение предварительных гипотез о влиянии питательных элементов, содержащихся в почве, на развитие растений.

Объяснение. Рассмотрение основных элементов питания растений – азота, фосфора и калия, понятия “удобрение”, классификации удобрений, изучение свойств азотных, фосфорных и калийных удобрений, а также способов расчета их питательной ценности.

Исследование: Расчет содержания (в процентах) азота, фосфора и калия в удобрениях.

Закрепление. Учебник: зад. №1-4. РТ: №1-8.

Оценивание. Объяснение значения для растений азотных, фосфорных и калийных удобрений, их питательной ценности, а также влияния правильного использования удобрений на окружающую среду.

МОТИВАЦИЯ В начале урока внимание учащихся привлекается к наблюдаемым различиям в развитии растений, выращенных в одинаковых климатических условиях. Для этого организуется обсуждение представленных в учебнике ситуации и соответствующей картинки. Учащимся предлагается сравнить состояние посадок на участках двух фермеров и высказать свое мнение о возможных причинах здорового или слабого развития растений. В ходе обсуждения учитель останавливается на следующих вопросах:

- Как вы думаете, что может быть причиной различий, наблюдаемых в развитии растений?

- Какие вещества должны присутствовать в почве для нормального развития растений?

- Какие изменения происходят в растениях при уменьшении количества питательных элементов в почве?

- Какие методы можно использовать для повышения плодородия почвы?

- К каким проблемам может привести неграмотное использование удобрений?

В ходе обсуждения ситуации и картинок выявляется, что развитие растений зависит не только от климатических условий, наличия воды и света. Содержащиеся в почве элементы питания также оказывают влияние на рост растений, цвет листьев, развитие корневой системы и урожайность. В богатой питательными веществами почве развиваются здоровые растения, тогда как дефицит элементов питания замедляет их рост и приводит к изменению цвета листьев. В итоге обсуждения у учащихся формируется первичное представление о том, что для поддержания плодородия почвы и обеспечения нормального развития растений в нее следует вносить определенные вещества. Учитель может углубить обсуждение с помощью следующих наводящих вопросов:

- Почему растения, выращенные в одинаковых условиях, могут развиваться по-разному?

- Как связана продуктивность (урожайность) с составом почвы?

- Что может произойти, если количество внесенных в почву веществ превысит норму?

На этом этапе учащиеся формируют базовое понимание важности присутствия питательных элементов в почве для развития растений, роли удобрений в сельском хозяйстве и значения их правильного применения, и готовятся к следующему этапу урока – объяснению.

ОБЪЯСНЕНИЕ На данном этапе урока учитель излагает сведения о роли элементов питания в развитии растений, о видах удобрений, их питательной ценности и результатах применения. Сначала до сведения учащихся доводится, что для жизнедеятельности и развития растений наряду с диоксидом углерода, водой и светом также важны и минеральные вещества, получаемые из почвы. Растения усваивают из почвы различные элементы питания, которые необходимы для их роста, обеспечения высокой продуктивности и нормальной жизнедеятельности. Особое значение среди питательных элементов имеют азот, фосфор и калий. Учитель объясняет важную роль азота в синтезе хлорофилла и белков в растениях. При достаточном содержании азота в почве ускоряется рост растений и усиливается их вегетативное развитие, а листья приобретают насыщенный зеленый цвет. При дефиците азота замедляется развитие растений, а листья теряют интенсивность окраски. Подчеркивается, что фосфор способствует формированию корневой системы растений, цветению и своевременному созреванию урожая. При достаточном содержании этого элемента в почве повышаются общий уровень развития растений и урожайность. Также отмечается, что калий участвует в регуляции обмена веществ. Растения, получившие достаточное количество калия, более устойчивы к болезням, вредителям и неблагоприятным факторам окружающей среды, что в итоге приводит к повышению качества урожая.

Далее учитель раскрывает смысл понятия *удобрения*. Он сообщает учащимся, что вещества, которые вносят в почву для обогащения её питательными веществами и обеспечения нормального роста растений, называются удобрениями. При беспрерывном выращивании сельскохозяйственных культур на одном и том же поле (участке) в течение длительного времени содержание питательных элементов в почве уменьшается. В результате плодородие почвы снижается и, как следствие, падает продуктивность. В сельском хозяйстве во избежание снижения продуктивности применяются различные удобрения. Затем учитель знакомит учащихся с классификацией удобрений. Он отмечает, что удобрения делятся на две основные группы: природные (органические) удобрения и синтетические (минеральные) удобрения. К природным удобрениям относятся навоз и торф. Такие удобрения улучшают структуру почвы и обогащают её питательными веществами. Синтетические удобрения производятся на заводах и содержат в своём составе в основном соединения азота, фосфора и калия. Далее внимание учащихся концентрируется на составе азотных удобрений. Учитель поясняет, что растения усваивают азот главным образом в форме нитрат-иона (NO_3^-) и иона аммония (NH_4^+). Поэтому широкое применение в качестве азотных удобрений нашли такие вещества, как нитрат аммония, сульфат аммония и ортофосфат аммония. Учитель также представляет примеры получения синтетических удобрений:

$$NH_3(р\text{-}р) + HNO_3(р\text{-}р) \rightarrow NH_4NO_3(р\text{-}р)$$

$$2NH_3(р\text{-}р) + H_2SO_4(р\text{-}р) \rightarrow (NH_4)_2SO_4(р\text{-}р)$$

На следующем этапе разъясняется понятие питательной ценности удобрений. Указывается, что для выражения содержания азота, фосфора и калия в составе удобрений используется понятие питательной ценности. Этот показатель характеризует массовую долю полезных элементов питания в удобрении. Учитель поясняет, что содержание азота рассчитывается по элементу N, содержание фосфора – по P_2O_5, а содержание калия – по K_2O. Иногда для уравнивания числа атомов M_r умножаются на коэффициенты.



ИССЛЕДОВАНИЕ На этом этапе учитель может представить учащимся различные задания для расчета питательной ценности некоторых удобрений. Например:

1. Расчет питательной ценности карбамида ($CO(NH_2)_2$):

Ответ.

$\omega = A_r(N) \cdot n \cdot 100 / M_r(CO(NH_2)_2) = 14 \cdot 2 \cdot 100 / 60 \approx 46{,}7\%$

2. Расчет питательной ценности нитрата калия (KNO_3):

Ответ.

По оксиду калия

$\omega = M_r(K_2O) \cdot n \cdot 100 / 2M_r(KNO_3) = 94 \cdot 100 / 2 \cdot 101 \approx 46{,}5\%$

По азоту

$\omega = A_r(N) \cdot 100 / M_r(KNO_3) = 14 \cdot 100 / 101 \approx 13{,}9\%$

3. Расчет питательной ценности моноаммофоса ($NH_4H_2PO_4$):

Ответ.

По азоту

$\omega = A_r(N) \cdot 100 / M_r(NH_4H_2PO_4) = 14 \cdot 100 / 115 \approx 12{,}2\%$

По пентаоксиду дифосфора

$\omega = M_r(P_2O_5) \cdot 100 / 2M_r(NH_4H_2PO_4) = 142 \cdot 100 / 2 \cdot 115 \approx 61{,}7\%$

Учащиеся решают задачи в индивидуальном порядке, а затем вместе обсуждают способы решения.

ОБЪСНЕНИЕ Далее обсуждается положительное и отрицательное влияние удобрений. Подчеркивается, что использование удобрений вносит значительный вклад в повышение продуктивности и обеспечение продовольствием населения планеты. Вместе с тем чрезмерное внесение удобрений может стать причиной серьезных экологических проблем. Например, попадание удобрений в реки и озера вместе с дождевой водой вызывает стремительное размножение водорослей. В то же время ускоренный рост водорослей может привести к снижению уровня растворенного в воде кислорода и гибели рыбы. Попадание в питьевую воду нитрат-ионов, содержащихся в удобрениях, представляет угрозу для здоровья человека. Поэтому особое значение приобретает необходимость правильного, осторожного использования удобрений в количествах, соответствующих установленным нормам.

На этом этапе учащиеся учатся объяснять потребность растений в элементах питания и суть понятия питательной ценности, описывать виды удобрений и комментировать положительные и отрицательные последствия применения удобрений.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ На этом этапе учащиеся выполняют предложенные задания, применяя полученные знания о видах удобрений, роли элементов питания в развитии растений и питательной ценности удобрений. Во время ответов от учащихся требуется аргументировать свои суждения, выполнять расчеты и объяснять эффект от применения удобрений.

1. В продаже имеются удобрения марки NPK. Что, по вашему мнению, означает NPK?
[Ответ. NPK означает основные элементы питания в составе удобрения: N - азот, P - фосфор, K - калий.]

2. Рассчитайте питательную ценность сульфата аммония.
[Ответ. Молярная масса $(NH_4)_2SO_4$ равна 132 г/моль. Масса азота в его составе (в 1 моль) равна 28 г. Тогда питательная ценность: $\omega = (28/132)\cdot 100 \approx 21\%$.]

3. Какое из этих веществ богаче азотом: нитрат аммония или сульфат аммония? Обоснуйте своё мнение.
[Ответ. Богаче азотом нитрат аммония. Питательная ценность нитрата аммония 35%, тогда как питательная ценность сульфата аммония около 21%.]

4. Почему нельзя применять удобрения в дождливую погоду?
[Ответ. Дождевая вода может вымывать удобрения из почвы и уносить их в реки и озера. Это приводит к потере питательных веществ и загрязнению водоемов.]

ОЦЕНИВАНИЕ По окончании изучения темы оцениваются приобретенные знания учащихся о видах удобрений, потребности растений в элементах питания, питательной ценности удобрений и их воздействии на окружающую среду. Ожидается, что учащиеся в своих ответах будут придерживаться не только перечисления фактов, но и объяснять на основе причинно-следственных связей роль питательных элементов в развитии растений и результаты применения удобрений.

1. Каково значение азота, фосфора и калия для растений?
[Ответ. В растениях азот участвует в синтезе хлорофилла и белков, а также ускоряет развитие листьев и стволов. Фосфор способствует формированию корневой системы, цветению и созреванию плодов. Калий регулирует обмен веществ, увеличивает устойчивость растений к болезням и неблагоприятным условиям окружающей среды.]
2. Приведите примеры азотных, фосфорных и калийных удобрений.
[Ответ. К примеру, к азотным удобрениям относятся нитрат аммония (NH_4NO_3) и сульфат аммония ($(NH_4)_2SO_4$), к фосфорным удобрениям – ортофосфат аммония ($(NH_4)_3PO_4$), а к калийным удобрениям - нитрат калия (KNO_3).]

3. Какой вред наносит вымывание удобрений в реки?
[Ответ. Вымывание удобрений в реки и озера приводит к ускоренному росту водорослей. При отмирании водорослей растворенный в воде кислород расходуется на их разложение. В результате уровень кислорода в воде снижается, что создает неблагоприятные условия для рыб и других водных организмов. Кроме того, растворение в воде нитратов может представлять угрозу для здоровья человека.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Объясняет роль азота, фосфора и калия в развитии растений	Мотивация, объяснение, опрос, обсуждение
Сопоставляет природные и синтетические удобрения, приводит примеры этих удобрений	Объяснение, обсуждение, задания
Комментирует области применения азотных, фосфорных и калийных удобрений	Объяснение, опрос, задания
Рассчитывает питательную ценность удобрений и анализирует результаты	Задания, расчеты, обсуждение
Обосновывает влияние применения удобрений на продуктивность и окружающую среду	Обсуждение, диагностические вопросы, задания

Тема 6.4.

Сера и ее соединения (2 часа)

- **Учебник:** стр. 66
- **Рабочая тетрадь:** стр. 49

Подстандарты	9-1.1.6.
Цели обучения	Описывает некоторые свойства серы. Описывает получение, свойства и применение соединений серы.
Навыки XXI века	Навыки высказывания суждений в обоснованном виде, сбора и анализа информации, решения проблем, критического мышления, сотрудничества и коммуникации
Вспомогательные средства	Образец серы, сахарная пудра, концентрированная серная кислота (для демонстрации учителем), химический стакан, стеклянная палочка, защитные очки и перчатки, схемы, графики и рисунки
Электронные ресурсы	Видеоролики и анимации, посвященные получению серы, производству серной кислоты контактным способом, выпадению кислотных дождей и загрязнению окружающей среды

Краткий план урока

Объяснение. Объяснение распространения серы в природе, получения, физических и химических свойств серы, получения, применения и воздействия на окружающую среду диоксида серы и серной кислоты.

Исследование. Наблюдение воздействия концентрированной серной кислоты на сахар, анализ результатов процесса и выявление водоотнимающего свойства серной кислоты.

Закрепление. Учебник: зад. №1-2. РТ:№ 1-10.

Оценивание. Объяснение свойств и областей применения серы, диоксида серы и серной кислоты, а также причин образования кислотных дождей.

МОТИВАЦИЯ В начале урока учитель обращается к учащимся с различными вопросами (*Какие свойства серы вам известны? Какие соединения образует сера? Где эти соединения используются? Какое влияние оказывают оксиды серы на окружающую среду?*) Выслушав и обобщив ответы учащихся, учитель переходит к следующему этапу урока.

ОБЪЯСНЕНИЕ На данном этапе учитель концентрирует внимание учащихся на нахождении серы в природе, способах её получения, свойствах и областях применения, а также на свойствах её важнейших соединений — диоксида серы и серной кислоты. Прежде всего отмечается, что сера — это неметалл, широко распространенный в земной коре и встречающийся как в свободном состоянии, так и в составе различных соединений. Месторождения серы в свободном виде (самородной серы) находятся главным образом в районах вулканического происхождения. Помимо самородной серы, сера в природе встречается в виде различных соединений, к важнейшим из которых относятся свинцовый блеск (PbS), цинковая обманка (ZnS) и другие сульфидные минералы.

Далее учитель рассказывает учащимся о промышленных способах получении серы. Подчеркивается, что большая часть серы, используемой в настоящее время, получается из сероводорода, выделяемого в процессе переработки нефти и природного газа. При этом сначала получают сероводород (ядовитый газ), а затем его вводят в реакцию с кислородом с образованием свободной серы:

$$2H_2S + O_2 \rightarrow 2S + 2H_2O$$

Учитель доводит до сведения учащихся, что этот процесс позволяет как получать ценное сырье, так и предотвращать выброс в окружающую среду ядовитых газов. При обсуждении физических и химических свойств серы выявляется, что она представляет собой хрупкое кристаллическое

вещество желтого цвета. Учитель поясняет, что существуют ромбическая сера и моноклинная сера — аллотропные видоизменения серы. Он сообщает, что сера, будучи неметаллом, не проводит электрический ток и не растворяется в воде. Переходя к химическим свойствам, учитель отмечает, что сера реагирует с металлами, образуя сульфиды. Например:

$$Fe + S \rightarrow FeS$$

Сера сгорает в кислороде с образованием диоксида серы:

$$S + O_2 \rightarrow SO_2$$

Учитель подчеркивает важное значение этой реакции для промышленного получения соединений серы. Далее рассматриваются области применения серы. Учащиеся узнают, что в основном сера используется в производстве серной кислоты. Кроме того, она широко применяется в производстве резины для вулканизации каучука, при изготовлении спичек, красителей, пестицидов, лекарственных препаратов и косметических средств. Некоторые соединения серы нашли применение в производстве строительных материалов.

Затем внимание учащихся направляется на диоксид серы. Учащимся поясняется, что диоксид серы – бесцветный удушающий газ с резким запахом, образующийся при сгорании серы. При растворении в воде он образует сернистую кислоту:

$$SO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2SO_3$$

Отмечается, что диоксид серы обладает отбеливающими и дезинфицирующими свойствами. Поэтому он применяется в ряде отраслей промышленности, в частности при хранении пищевых продуктов и в бумажной промышленности. Учитель также акцентирует внимание учащихся на воздействии диоксида серы на окружающую среду. Поясняется, что при сжигании угля и нефтепродуктов в атмосферу выбрасываются значительные объемы SO_2. Этот газ, растворяясь в находящихся в воздухе парах воды, способствует образованию кислотных дождей. Кислотные дожди снижают продуктивность почв, наносят вред живым организмам, обитающим в водоемах, и ускоряют разрушение зданий.

При обсуждении способов предотвращения этой проблемы указывается, что на промышленных предприятиях применяется процесс десульфуризации (обессеривания) отходящих газов. При этом диоксид серы вводится в реакцию с гашеной известью:

$$Ca(OH)_2 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + H_2O$$

Полученный сульфит кальция в дальнейшем подвергают воздействию кислорода и воды и превращают в гидратированный сульфат кальция (гипс):

$$2CaSO_3 + O_2 + 4H_2O \rightarrow 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$$

Изучение темы продолжается объяснением получения серной кислоты. Учитель сообщает учащимся, что в промышленности серную кислоту получают контактным способом и процесс получения состоит из трех стадий. На первой стадии сжиганием серы получают диоксид серы. На второй стадии диоксид серы превращается в триоксид серы в присутствии катализатора — оксида ванадия(V):

$$2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$$

На третьей стадии триоксид серы растворяют в серной кислоте для получения олеума, который затем смешивают с водой, получая таким образом концентрированную серную кислоту. Объяснение завершается рассмотрением областей применения серной кислоты. Подчеркивается, что серная кислота широко используется в производстве удобрений, для изготовления красителей и моющих средств, при переработке нефти, в аккумуляторах и многих других областях промышленности. Отмечается также, что концентрированная серная кислота обладает сильными водоотнимающими (гигроскопическими свойствами) и способна обугливать органические вещества. В качестве примера приводится ее воздействие на сахар.

ИССЛЕДОВАНИЕ На этом этапе учащиеся исследуют водоотнимающее свойство (гигроскопичность) концентрированной серной кислоты, наблюдая за ее воздействием на органические вещества. Основная цель данного опыта — наблюдение за изменениями, возникающими в результате взаимодействия концентрированной серной кислоты с сахаром, объяснение причин этих изменений и формулирование научных выводов на основании полученных результатов. Перед началом исследовательской работы учитель напоминает учащимся правила техники безопасности при обращении с концентрированной серной кислотой и подчеркивает важность использования защитных средств. Далее учащиеся знакомятся с ходом эксперимента и приступают к работе. Учащиеся помещают некоторое количество сахарной пудры в химический стакан и прикапывают для смачивания несколько капель воды. Затем к сахару осторожно добавляют концентрированную серную кислоту и наблюдают за смесью. Очень скоро можно увидеть, как сахар меняет цвет, темнеет и пенится, образуя поднимающуюся вверх из стакана черную массу. Одновременно наблюдается выделение теплоты и выделение паров воды. При анализе наблюдений учитель концентрирует внимание учащихся на следующих вопросах:

- На что указывает почернение сахара?

[Это указывает на выделение воды из состава сахара и протекание процесса обугливания.

- Почему чёрная масса поднимается из стакана вверх?

[Выделяющиеся в ходе реакции теплота и пары воды заставляют обуглившуюся массу вспениваться и двигаться вверх из стакана.]

- Какова роль концентрированной серной кислоты в этом опыте?

[Являясь сильным водоотнимающим средством, концентрированная серная кислота отщепляет содержащиеся в сахаре атомы водорода и кислорода в виде молекул воды.]

- Какое свойство концентрированной серной кислоты демонстрирует этот опыт?

[Указывает на сильные гигроскопические (водоотнимающие) свойства концентрированной серной кислоты.]

В ходе обсуждения учащиеся приходят к выводу, что концентрированная серная кислота является не только сильной кислотой, но и веществом с сильными водопоглощающими свойствами. Отнимая воду из состава органических веществ, она приводит к их обугливанию. То, как сахар чернеет и поднимается над стаканом в виде черного столба, является наглядным результатом этого процесса. В ходе реализации деятельности у учащихся формируется более полное представление о физических и химических свойствах концентрированной серной кислоты, они развивают навыки ведения наблюдений, анализа результатов и выявления причинно-следственных связей.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ На данном этапе учащиеся применяют полученные по данной теме знания для закрепления представления о свойствах, способах получения и областях применения серы, оксидов серы и серной кислоты. При выполнении заданий от учащихся требуется объяснение сущности протекающих реакций, выявление причинно-следственных связей и обоснование расчетов.

1. Разбавленную серную кислоту добавляют в следующие пробирки с веществами, находящимися в порошкообразном состоянии:

I пробирка: оксид меди(II) II пробирка: магний III пробирка: гидроксид кальция IV пробирка: карбонат натрия	a. В каких пробирках будет наблюдаться вспенивание (выделение газа)? b. В какой пробирке образуется окрашенный раствор? c. В каких пробирках происходит реакция нейтрализации? d. Напишите уравнения реакций и расставьте коэффициенты. e. Напишите названия солей, полученных в результате реакций.

[Ответ.

a. Во II и IV пробирке. При взаимодействии с магнием выделяется водород, а при взаимодействии с карбонатом натрия – диоксид углерода.
b. В I пробирке. При взаимодействии оксида меди (II) с серной кислотой образуется синий раствор сульфата меди (II).
c. В III пробирке. Поскольку гидроксид кальция является основанием, а серная кислота – кислотой, между ними протекает реакция нейтрализации с образованием соли и воды.
d.
I. $CuO + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2O$
II. $Mg + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2\uparrow$
III. $Ca(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + 2H_2O$
IV. $Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$
e. Сульфат меди(II), сульфат магния, сульфат кальция и сульфат натрия.]

2. Реакция между диоксидом серы и кислородом – обратимая реакция.
a. Что это означает?
[Ответ. Реакция протекает и в прямом, и в обратном направлении. При определенных условиях из SO_2 и O_2 образуется SO_3, но также SO_3 может разлагаться при определенных условиях, снова превращаясь в SO_2 и O_2.]
b. Объясните причину использования катализатора в этой реакции.
[Ответ. Катализатор ускоряет реакцию и приводит к образованию триоксида серы за более короткий промежуток времени.]
c. При 500°C катализатор обеспечивает образование триоксида серы с большей скоростью.
В таком случае, почему в промышленности не проводят эту реакцию при 500°C?
[Ответ. Это экзотермическая реакция. Поэтому даже несмотря на то, что с повышением температуры скорость реакции возрастает, выход триоксида серы уменьшается. В этой связи в промышленности была выбрана температура около 450°C, обеспечивающая наиболее приемлемый баланс между скоростью процесса и выходом продукта.]

ОЦЕНИВАНИЕ В конце урока оцениваются знания учащихся о распространении серы в природе, её свойствах и важнейших соединениях, а также о получении и областях применения серной кислоты. Ожидается, что учащиеся в своих ответах не ограничатся перечисением фактов, но будут также объяснять на основе причинно-следственных связей суть протекающих химических процессов.

1. Укажите три основных источника серы в земной коре.
[Ответ. Сера встречается в свободном виде в месторождениях серы, в виде сульфидных минералов (например, галенита — PbS), а также в составе серосодержащих соединений, содержащихся в нефти и природном газе.]

2. Сера имеет относительно низкую температуру плавления. Чем обусловлено это свойство?
[Ответ. Кристаллическая сера – вещество молекулярного строения. Поскольку между молекулами S_8 действуют слабые силы межмолекулярного взаимодействия, на их преодоление не требуется большая энергия и, как следствие, сера плавится при относительно низкой температуре.]

3. Какие существуют аллотропные видоизменения серы?
[Ответ. Основные аллотропные видоизменения серы – это ромбическая сера и моноклинная сера.]

4. Какие проблемы создают выбросы в воздух диоксида серы?
[Ответ. Диоксид серы вступает в реакцию с содержащимися в атмосфере парами воды, вызывая образование кислотных дождей. Это приводит к снижению плодородия почв и загрязнению водоемов, наносит ущерб растениям и живым организмам, становится причиной разрушения зданий и металлических конструкций.]

5. Для процесса получения серной кислоты укажите:
a. название процесса
[Ответ. Контактный способ (контактный процесс).]
b. сырье
[Ответ. Сера, сероводород.]
c. катализатор
[Ответ. Оксид ванадия(V) - V_2O_5.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Описывает распространение серы в природе, ее получение и основные свойства	Мотивация, объяснение, опрос
Объясняет области применения серы и ее значение для промышленности	Объяснение, обсуждение, задания
Комментирует физико-химические свойства диоксида серы и его воздействие на окружающую среду	Объяснение, обсуждение, опрос
Описывает процесс получения серной кислоты и стадии контактного способа	Объяснение, работа со схемой, задания
Обосновывает свойства и области применения серной кислот, а также правила безопасности при работе с серной кислотой	Деятельность, обсуждение, диагностические вопросы

Тема 6.5.

Углерод и его соединения (2 часа)

- **Учебник:** стр. 72
- **Рабочая тетрадь:** стр. 53

Подстандарты	9-1.1.5.; 9-1.1.6.; 9-1.1.8.; 9-1.1.9.
Цели обучения	Описывает некоторые свойства углерода. Описывает получение, свойства и применение соединений серы, азота и углерода. Объясняет схему производства стекла. Объясняет круговорот углерода в природе и глобальное потепление.
Навыки XXI века	Навыки критического мышления, ведения исследований, решения проблем, сотрудничества, коммуникации и использования средств ИКТ.
Вспомогательные средства	Учебник, периодическая таблица, кусочки известняка ($CaCO_3$), соляная кислота (HCl), разбавленная известковая вода (раствор $Ca(OH)_2$), реакционная колба, стеклянная воронка, газоотводная трубка, пробирки, шарик, раствор индикатора, штатив и лапки.
Электронные средства	Видеоролики, анимации и интерактивные презентации, связанные с круговоротом углерода в природе, влиянием на окружающую среду углеродсодержащих газов, а также процессами производства извести и цемента.

Краткий план урока
Мотивация. Обсуждение случаев отравления газом в помещениях с печным отоплением, а также выявление причин этих происшествий и угроз, которые они создают для здоровья человека.
Объяснение. Описание распространения углерода в природе, его аллотропных видоизменений, круговорота углерода в природе (углеродного цикла), основных свойств диоксида углерода и монооксида углерода, объяснение превращений карбонатов и известняка.

Исследование. Осуществление реакции между известняком и кислотой, получение диоксида углерода и его определение, наблюдение влияния газа на различные среды и обобщение результатов.
Закрепление. Учебник: зад. №1. РТ: №1-12.
Оценивание. Проверка знаний об углероде и его соединениях, оценивание обоснования влияния оксидов углерода на окружающую среду, объяснения сущности углеродного цикла, вычислительных навыков.

МОТИВАЦИЯ В зимний период можно встретить сообщения о том, что люди, проживающие в домах с печным отоплением, чувствуют недомогание и жалуются на головные боли, головокружение и усталость. С учащимися обсуждается ситуация, описанная в учебнике, и соответствующая иллюстрация. Учитель концентрирует их внимание на причинах этого явления и предлагает задуматься о факторах, представляющих опасность для здоровья человека. В ходе обсуждения рассматриваются свойства газа, вызывающего отравление, условия его образования и пути предотвращения подобных случаев. Учащихся просят пояснить, как происходит процесс горения в печи, какова роль кислорода в этом процессе и какие продукты могут образоваться при изменении условий горения. При обсуждении учитель может задать классу следующие вопросы:
- Как называется газ, вызывающий отравление?
- При каких условиях этот газ образуется в печи?
- Какую опасность представляет отсутствие цвета и запаха у монооксида углерода?
- Какие меры следует принять для предотвращения подобных случаев?
По завершении обсуждения учащиеся приходят к выводу, что при сгорании топлива в условиях недостатка кислорода образуется монооксид углерода. Поскольку этот ядовитый газ бесцветен и не имеет запаха, люди могут вдыхать его, не замечая его присутствия в воздухе. Монооксид углерода препятствует переносу кислорода в организме человека и может вызвать серьезные проблемы со здоровьем. Таким образом у учащихся формируется базовое представление об опасности некоторых соединений углерода для живых организмов и стимулируется интерес к изучению данной темы.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель объясняет, что углерод – важнейший химический элемент, находящийся в земной коре как в свободном виде, так и в виде соединений. Он встречается в составе различных химических соединений. Рассматривая формы нахождения углерода в природе, учитель концентрирует внимание учащихся на приведенном в учебнике тексте и иллюстрациях. Отмечается, что в свободном состоянии углерод существует в основном в виде алмаза и графита. Хотя эти вещества состоят из одного и того же элемента, их физические свойства различаются из-за разного пространственного расположения атомов. В то время как алмаз — очень твердое и прозрачное вещество, графит мягок, проводит электрический ток и имеет черный цвет.
Далее учитель останавливается на роли углерода в живой и неживой природе. Учащиеся узнают, что углерод является основной составной частью белков, жиров, углеводов и других органических веществ. Этот элемент, занимающий важнейшее место в строении живых организмов, постоянно циркулирует между атмосферой, гидросферой, литосферой и биосферой. Этот процесс называется круговоротом углерода в природе (углеродный цикл). На основе схемы круговорота углерода учитель разъясняет взаимосвязь, существующую между процессами фотосинтеза, дыхания, разложения и горения. Особо подчеркивается, что зеленые растения, усваивая в процессе фотосинтеза диоксид углерода из атмосферы, образуют органического вещества, тогда как в результате дыхания живых организмов и сжигания топлива углерод снова возвращается в атмосферу в виде диоксида углерода.

ИССЛЕДОВАНИЕ На данном этапе урока реализуется практическая деятельность учащихся, включающая получение и распознавание (определение) углекислого газа, а также наблюдение некоторых его характерных свойств. В начале урока демонстрируются необходимые для опыта

оборудование и вещества, повторяются правила техники безопасности и проводится деление учащихся на группы. Учитель информирует их, что целью эксперимента является получение диоксида углерода реакцией между известняком и кислотой, наблюдение его физических и химических свойств, а также изучение методов его определения. С помощью учителя учащиеся собирают прибор для проведения реакции, как показано на схеме. В колбу помещают кусочки известняка и закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой. В мерный цилиндр (или пробирку) наливают прозрачный раствор известковой воды, приготовленный в отдельном сосуде. Затем в реакционную колбу осторожно наливают соляную кислоту и наблюдают выделение газа. Сначала образовавшийся газ используется для наполнения шарика. Наблюдая за поведением шарика, подброшенного вверх, учащиеся делают вывод о плотности полученного газа относительно воздуха. На следующем этапе полученный газ пропускают через дистиллированную воду. Отмечается изменение цвета индикатора – метилоранжа, предварительно добавленного в воду. Далее диоксид углерода пропускают через известковую воду и наблюдают помутнение раствора. Указывается, что помутнение уменьшается или полностью исчезает при дальнейшем пропускании газа через раствор в течение некоторого времени. Учащиеся фиксируют свои наблюдения в таблице, сравнивают результаты и делают попытки объяснить обусловившие их причины. В ходе обсуждения учитель с помощью нижеследующих вопросов побуждает учащихся основываться на полученных результатах:

- Какая реакция протекает между известняком и соляной кислотой?

- Что можно сказать о цвете и запахе выделившегося газа?

- По какой причине подброшенный в воздух шарик опускается вниз?

- Почему изменяется цвет индикатора при растворении диоксида углерода в воде?

- На образование какого вещества указывает помутнение известковой воды?

- Какова причина уменьшения степени помутнения при подаче избытка диоксида углерода?

Наблюдения показывают, что в результате взаимодействия известняка с кислотой выделяется газ — диоксид углерода. Это газ без цвета и запаха, тяжелее воздуха, который частично растворяется в воде с образованием раствора со слабыми кислотными свойствами. При пропускании диоксида углерода через известковую воду раствор сначала мутнеет вследствие образования осадка карбоната кальция. Однако при дальнейшем пропускании избытка газа образуется растворимый гидрокарбонат кальция, вследствие чего осадок растворяется и раствор снова становится прозрачным.

В ходе осуществления исследовательской деятельности учащиеся знакомятся, опираясь на практические наблюдения, с лабораторным способом получения диоксида углерода, его основными физическими и химическими свойствами, ролью известковой воды в его определении, а также приобретают навыки выявления связи между полученными результатами и химическими реакциями.

ОБЪЯСНЕНИЕ Далее учитель переходит к рассмотрению областей применения диоксида углерода и поясняет, что он используется в средствах пожаротушения. Также доводится до сведения учащихся, что диоксид углерода до определенной степени растворяется в воде, образуя угольную кислоту; сообщается, что наблюдаемое в ходе опыта помутнение известковой воды, вызванное пропусканием диосида углерода через раствор, является одним из основных методов его определения.

Изучение темы продолжается рассмотрением информации о монооксиде углерода. Учитель объясняет, что этот газ образуется при сгорании углеродсодержащих веществ в условиях недостатка кислорода. Монооксид углерода не имеет цвета и запаха, крайне ядовит. Опасность этого газа обусловлена его способностью прочно связываться с гемоглобином, тем самым снижая способность крови переносить кислород. По этой причине монооксид углерода, образующийся при неполном сгорании углеродсодержащих веществ, представляет собой серьезную угрозу в замкнутых пространствах.

Далее излагаются сведения о составе карбонатов и их свойствах. Учащимся предоставляется информация о карбонат-ионе, а также поясняется, что в природе карбонат кальция ($CaCO_3$) встречается в виде известняка, мрамора и мела. На конкретных примерах описывается реакция

карбонатов с кислотами, сопровождающаяся выделением диоксида углерода, и реакция разложения большинства карбонатов при нагревании.

Затем учитель, опираясь на приведенную схему (стр.77), останавливается на превращениях известняка и областях его применения. Особо отмечается, что в промышленности известь обычно получают в известковых печах. Для обжига куски известняка подаются сверху во вращающуюся печь. Внутри печи создается высокая температура и известняк нагревается встречным потоком горячих газов. Вращение печи обеспечивает равномерный нагрев кусков известняка и одинаковую передачу тепла всему материалу. В результате известняк разлагается, превращаясь в оксид кальция (известь) и диоксид углерода. Полученную известь выгружают из нижней части печи. Несмотря на то, что разложение карбоната кальция — обратимая реакция, печь для обжига извести не является замкнутой системой. Образующийся диоксид углерода выносится из печи потоком отходящих горячих газов. Удаление диоксида углерода из реакционной среды предотвращает протекание обратной реакции и не позволяет образовываться вновь карбонату кальция. Далее учитель сообщает, при взаимодействии полученной негашеной извести с водой образуется гашеная известь. Отмечается, что эти превращения имеют большое значение в производстве строительных материалов, для снижения кислотности почв и очистки дымовых газов. Также подчеркивается, что известняк входит в состав основного сырья для производства стекла и цемента.

Учитель отмечает, что при производстве стекла основное сырье — песок (SiO_2), сода (Na_2CO_3) и известняк ($CaCO_3$) — смешиваются и совместно плавятся при высокой температуре. На этом этапе в результате взаимодействия соды и известняка с диоксидом кремния образуются стеклообразующие вещества и выделяется углекислый газ. Полученный расплав превращается в однородную стекломассу, которую затем формуют и постепенно охлаждают. В результате получают изделия из стекла различного назначения. Далее учитель сообщает, что при производстве цемента известняк смешивают с глиной и нагревают до высоких температур. Для регулирования скорости схватывания полученного продукта к нему добавляется гипс. Затем эту смесь измельчают в порошок и получают цемент.

В процессе изучения темы учащиеся приобретают систематизированные знания о нахождении углерода в природе, его важнейших соединениях, круговороте углерода в природе и применении карбонатов, а также учатся обоснованно объяснять значение углерода для живой природы и промышленности.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ На данном этапе учащиеся применяют усвоенные по теме знания для выполнения заданий, связанных со свойствами карбонатов, превращениями известняка и его промышленным применением. При выполнении заданий от учащихся требуется умение составлять химические уравнения, проводить расчеты, обосновывать полученные результаты и связывать их с повседневной жизнью.

1. Карбонат кальция является важным промышленным сырьём.

a. Назовите горную породу, состоящую из карбоната кальция.

[Ответ. Известняк (мел и мрамор также состоят в основном из карбоната кальция).]

b. b. При сильном нагревании карбонат кальция разлагается:

I. Напишите уравнение этой реакции разложения.

[Ответ. $CaCO_3(тв) \rightarrow CaO(тв) + CO_2(г)$]

II. Рассчитайте относительную формульную массу $CaCO_3$.

[Ответ. $M(CaCO_3) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$]

III. Рассчитайте массу $CaCO_3$, если при его полном разложении было получено 2,5 моль диоксида углерода.

[Ответ. По уравнению реакции из 1 моль $CaCO_3$ можно получить 1 моль CO_2. Следовательно, разложилось $n(CaCO_3)=2,5$ моль. Масса 2,5 моль $CaCO_3$ $m=2,5 \cdot 100=250$ г.]

IV. Рассчитайте выход продукта (в %), зная, что при нагревании 500 г $CaCO_3$ было получено 224 г CaO.

[Ответ. $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$

100 г $CaCO_3$ – 56 г CaO
500 г $CaCO_3$ – x
x = 280 г (получено теоретически)
Выход = (224/280)·100 = 80 %]
c. Для повышения pH почвы используются и нерастворимый в воде карбонат кальция, и оксид кальция, плохо растворимый в воде. Каковы преимущества использования карбоната кальция?
[Ответ. Карбонат кальция снижает кислотность почвы более медленно и постепенно. Поэтому он не вызывает резкого изменения pH почвы и считается более безопасным для корней растений.]
d. В каких ещё областях, помимо получения оксида кальция и регулирования pH почвы, применяется карбонат кальция?
[Ответ. Применяется в производстве стекла и цемента, в дорожном строительстве, в металлургии, в лакокрасочной и бумажной промышленности, в производстве строительных материалов.]

ОЦЕНИВАНИЕ Проводится обсуждение вопросов из учебника, представленных в рубрике "Проверьте полученные знания". Учащиеся в своих ответах должны не только называть факты, но и обосновывать их, разъясняя существующие причинно-следственные связи.

1. Что мы понимаем под круговоротом углерода?
[Ответ. Круговорот углерода (углеродный цикл) — это непрерывное перемещение и преобразование углерода между атмосферой, гидросферой, литосферой и живыми организмами (биосферой). Этот процесс осуществляется посредством таких явлений, как фотосинтез, дыхание, гниение и горение.]

2. Сравните процесс дыхания с процессом горения метана.
a. Какое есть сходство между этими двумя реакциями?
[Ответ. При протекании каждого из двух процессов расходуется кислород, образуются углекислый газ и вода, а также выделяется энергия. Следовательно, оба явления представляют собой процессы окисления.]
b. На что мы расходуем энергию, которую получаем во время дыхания?
[Ответ. Энергия, выделяемая в процессе дыхания, обеспечивает жизнедеятельность клеток и используется для обмена веществ, движения, роста и поддержания температуры тела.]
c. На что расходуется нами энергия, выделяющаяся при сгорании метана?
[Ответ. Энергия, получаемая при сжигании метана, используется для отопления жилых зданий, приготовления пищи, при производстве электроэнергии и в различных промышленных процессах.]

3. Как известняк образуется в природе?
[Ответ. Раковины и скелеты морских организмов состоят в основном из карбоната кальция. На протяжении миллионов лет эти остатки накапливаются и уплотняются на морском дне, образуя со временем известняковые горные породы.]

4.Одна из областей применения известняка – производство негашёной извести.
a. Как получают негашёную известь из известняка?
[Ответ. Известняк нагревают при высокой температуре в специальных известковых печах, где он разлагается с образованием негашеной извести (CaO) и диоксида углерода. $CaCO_3(тв) \rightarrow CaO(тв) + CO_2(г)$.]
b. Почему так важно удалять диоксид углерода в течение всего процесса?
[Ответ. Поскольку это обратимая реакция, диоксид углерода может вновь соединяться с оксидом кальция, образуя карбонат кальция. Удаление диоксида углерода смещает равновесие в реакции в сторону образования продуктов.]

c. Каким образом диоксид углерода удаляется из известковой печи?

[Ответ. В печь подается непрерывный поток воздуха и образующийся диоксид углерода удаляется из печи вместе с этим потоком.]

5. Перед выпуском в атмосферу дымовые газы подвергаются десульфуризации.
a. Напишите название одного из веществ, используемых в этом процессе.
[Ответ. Гашеная известь — $Ca(OH)_2$ или известняк — $CaCO_3$.]
b. Часто образующийся в процессе сульфит кальция превращают в гипс.
Что такое гипс и где он используется?
[Ответ. Гипс – это гидратированный сульфат кальция ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$). Он используется при изготовлении строительных материалов, в составе штукатурных смесей, в медицине и при производстве декоративных изделий.]
c. Напишите уравнения реакций, протекающих в процессе десульфуризации.
[Ответ. $Ca(OH)_2$(тв) + SO_2(г) → $CaSO_3$(тв) + H_2O(ж);
$2CaSO_3$(тв) + O_2(г) + $4H_2O$(ж) → $2CaSO_4 \cdot 2H_2O$(тв).]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Описывает распространение углерода в природе, его аллотропные видоизменения и объясняет круговорот углерода в природе	Мотивация, объяснение, опрос
Комментирует получение, свойства и воздействие на окружающую среду диоксида углерода и монооксида углерода	Объяснение, обсуждение, задания
Анализирует ход и результаты экспериментов по получению и определению диоксида углерода	Деятельность, наблюдение, обсуждение
Объясняет свойства и области применения карбонатов, а также известняка и продуктов его превращения	Объяснение, задания, опрос
Формулирует выводы на основе химических уравнений и расчетов и обосновывает причинно-следственные связи	Задания, деятельность, диагностические вопросы

Наука, технология, жизнь (1 час)

• **Учебник:** стр. 80

Достижения последних лет в области материаловедения позволили выявить новые свойства веществ, обусловленные не только их химическим составом, но и строением их атомов и молекул. Среди этих инноваций особое место занимает графен. Этот материал, состоящий из атомов углерода, расположенных в слой толщиной в один атом, привлек внимание ученых ввиду своей исключительной прочности, высокой электропроводности и прозрачности. Сравнение различных аллотропных видоизменений углерода показывает, что один и тот же элемент, принимая иную структуру, будет демонстрировать совершенно другие непохожие свойства. Именно поэтому при сравнении с традиционными материалами графен считается перспективным материалом, открывающим перед нами новые технологические возможности. Исследования в области получения и изучения графена вызвали огромный интерес в научном мире и были отмечены Нобелевской премией. Развитие современных технологий требует создания более компактных, быстродействующих и эффективных устройств. Эта потребность привела к расширению областей применения новых материалов, таких как графен.
Графен используется в электронной промышленности для изготовления гибких экранов, высокоскоростных транзисторов и чувствительных датчиков, а в энергетике — для создания долговечных аккумуляторов и суперконденсаторов.

Исследования в области медицины и биотехнологий также демонстрируют широчайшие возможности графена. Результаты, достигнутые в таких областях, как разработка биосенсоров, адресная доставка лекарств и создание искусственных тканей, подтверждают все более важную роль этого материала в будущем для жизни человека. Кроме того, изучаются возможности применения графена для решения экологических проблем, таких как очистка воды, уничтожение бактерий и улавливание углекислого газа.

Во время обсуждения учитель может уделить внимание взаимосвязи между строением углерода и его свойствами. Учащиеся уяснят, что области применения веществ зависят не только от их состава, но и от их структуры. Этот пример убедительно демонстрирует роль химии в развитии современных технологий. Таким образом, представленный материал показывает на реальных примерах тесную связь между наукой, технологиями и жизнью, пробуждает у учащихся интерес к инновационным материалам и помогает им осознать потенциал углерода для технологий будущего.

Проект (1 час)

• **Учебник:** стр. 81

Основная цель проекта — дать возможность учащимся проанализировать посредством математических расчетов процесс производства аммиака, нашедшего широкое применение в химической промышленности, понять влияние хода химических реакций на выход продукта и осознать важность повторения циклов в промышленных процессах. В рамках проекта учащиеся изучают химические основы процесса Габера, рассчитывают число молей веществ по заданным массам, определяют лимитирующее вещество, а также рассчитывают теоретический и практический выход аммиака.

Перед началом работы учащиеся записывают уравнение реакции, лежащей в основе процесса Габера, и вычисляют молярные массы веществ, участвующих в реакции.

Показатель	Значение
Начальная масса азота	1000 кг
Начальная масса водорода	250 кг
Выход продукта за каждый цикл	15 %

Сначала учащиеся рассчитывают число молей азота и водорода, а затем определяют лимитирующее вещество. На основании расчетов они находят максимальную массу аммиака, которую возможно получить теоретически. Затем, учитывая, что выход продукта в каждом цикле составляет 15%, они рассчитывают массу аммиака, полученного в первом, втором и третьем цикле, и записывают результаты в таблицу.

Примерные расчеты Число молей азота: $n(N_2) = 1000/28 \approx 35714$ моль Число молей водорода: $n(H_2) = 250/2 = 125000$ моль	По уравнению реакции количество H_2, которое требуется для реакции с 35714 моль N_2, составляет: $35714 \cdot 3 = 107142$ моль Поскольку было взято 125 кмоль H_2, лимитирующим веществом является азот. Теоретический выход аммиака: 1 моль N_2 – 34 г NH_3 35714 моль N_2 – x г NH_3 x = 1214276 г ≈ 1214,3 кг

Показатель	Значение
Лимитирующее вещество	Азот
Масса амимиака, которую можно получить теоретически	1214,3 кг
Выход продукта за каждый цикл	15 %
Масса аммиака, полученного в первом цикле	≈ 182 кг
Масса аммиака, полученного во втором цикле	≈ 155 кг
Масса аммиака, полученного в третьем цикле	≈ 132 кг
Масса аммиака, полученного в четвертом цикле	≈ 38,6 %

В завершение проекта учащиеся сравнивают результаты расчетов, определяют, как изменяется выход продукта от этапа к этапу, и объясняют роль рециркуляции в промышленных процессах. В ходе обсуждения их внимание заостряется на рациональном использовании сырья, снижении потребления энергии и путях повышения выхода продукта.

1. Почему количество аммиака, полученного в первом цикле процесса Габера, невелико?

[Ответ. Это обратимая реакция. В первом цикле лишь часть азота и водорода, содержащихся в реакционной смеси, превращается в аммиак. Устанавливается химическое равновесие, поэтому реагенты не превращаются в продукт полностью и сразу.]

2. Как повторные циклы влияют на производительность?

[Ответ. Непрореагировавшие азот и водород возвращаются в реактор. В результате снижаются потери сырья и увеличивается общий выход аммиака.]

3. Как меняется экономическая эффективность с повышением давления и температуры?

[Ответ. Повышение давления приводит к увеличению выхода аммиака. При чрезмерном повышении температуры выход снижается. Чтобы обеспечить приемлемые значения и выхода продукта, и скорости реакции, для промышленного процесса были подобраны оптимальная температура и высокое давление.]

4. После какого по счёту цикла в этом процессе общий выход продукта достигнет примерно 90%?

[Ответ. Если в каждом цикле 15% оставшегося непрореагировавшим вещества превращается в аммиак, то примерно через 14–15 циклов суммарный выход приблизится к 90%. Это указывает на важное значение рециркуляции для промышленных процессов.]

К завершению проекта учащиеся выявляют взаимосвязь между понятиями химического равновесия, лимитирующего вещества, выхода продукта и повторного цикла (рециркуляции), а также объясняют роль химических расчетов в проектировании промышленных процессов.

7-й РАЗДЕЛ Органические соединения

Тема №	Название	Кол-во часов	Учебник (стр.)	Рабочая тетрадь (стр.)
Тема 7.1	Фоссильное топливо	2	86	60
Тема 7.2	Углеводороды. Крекинг	2	90	62
Тема 7.3	Спирты и карбоновые кислоты	2	95	64
	Наука, технология, жизнь	1	98	
	Проект	1	99	
	Обобщающий урок (заключение и обобщающие задания)	1	100	66
	МСО-1	1		
	ВСЕГО	**10**		

Краткий обзор раздела

В данном разделе учащимся предстоит познакомиться с составом, строением и свойствами органических соединений, а также изучить основные классы углеводородов, нефть и продукты ее переработки, процесс крекинга, полимеры, а также органические вещества с функциональными группами. В разделе на конкретных примерах разъясняется роль органических веществ в живой природе и их применение в повседневной жизни и в промышленности.

В результате изучения раздела учащиеся знакомятся с органическими веществами, объясняют взаимосвязь между некоторыми свойствами углеводородов и их строением, описывают области применения нефтепродуктов и полимеров, а также обсуждают экономические, технологические и экологические аспекты производства и применения органических веществ.

В рубрике “Наука, технология, жизнь” рассматривается роль полимеров в наши дни. Учащиеся знакомятся с полимерными материалами, применяемыми при производстве пластиковой тары, синтетических волокон, медицинских изделий, автомобильных шин, деталей электронных устройств и других продуктов, обсуждают их преимущества и то влияние, которое они оказывают на окружающую среду. Они также обмениваются мнениями о важном значении разработки перерабатываемых и биоразлагаемых полимеров для решения экологических проблем.

В разделе “Проект” учащиеся сравнивают на основе эксперимента свойства предельных и непредельных углеводородов Они исследуют экспериментальным путем взаимодействие этих веществ с водой и раствором перманганата калия, анализируют полученные результаты и устанавливают взаимосвязь между химическими свойствами веществ и строением молекул.

Эта деятельность способствует развитию у учащихся навыков ведения наблюдений, выдвижения гипотез, построения выводов, проведения сравнений и подготовки презентаций.

Введение в раздел

Во вводной части раздела учитель обращает внимание учащихся на картинку и текст, представленные в учебнике. В ходе обсуждения с учащимися учитель сообщает, что многое из того, что используется в повседневной жизни — продукты питания, лекарства, моющие средства, одежда, посуда из пластика, топливо, — состоит из органических соединений, и подчеркивает тесную связь органической химии с живой природой, сельским хозяйством и современными технологиями.

Затем учитель инициирует обсуждение вопросов, связанных с применением органических соединений. Он обращается к учащимся с вопросом: “*В каких ещё областях используются органические вещества?*” Учащиеся могут отметить в своих ответах, что органические вещества применяются в таких отраслях промышленности, как пищевая промышленность, медицина, производство косметических средств, сельское хозяйство, энергетика, транспорт, а также

используются в быту. Затем учитель спрашивает: "*Какие функции выполняют органические вещества в организме человека?*" Учащиеся могут ответить, что белки, жиры и углеводы служат источником энергии, участвуют в построении клеток и способствуют развитию организма. Обсуждение продолжается вопросами "*Как вы считаете, какие предметы в вашем доме изготовлены из материалов на основе органических веществ?*" и "*Как вы думаете, почему органические вещества получили такое широкое применение?*" В качестве примеров учащиеся могут привести посуду и емкости из пластика, одежду, лекарства, красители, моющие средства и различные синтетические материалы. Они могут высказать свои суждения, связанные с различными свойствами органических веществ, легкостью их переработки и применением в производстве разнообразной продукции. В завершение дискуссии учитель обращается к учащимся с вопросом: "*Не будь органических веществ, как изменилась бы наша повседневная жизнь?*"
Выслушав ответы учащихся, учитель отмечает, что при изучении данного раздела они узнают об основных свойствах органических соединений, углеводородах, нефти и продуктах ее переработки, процессе крекинга, полимерах, органических веществах с функциональными группами, а также познакомятся с ролью органических веществ в современной жизни, областями их применения и их воздействием на окружающую среду. Далее учитель переходит к первой теме раздела.

Тема 7.1

Фоссильное топливо (2 часа)

- **Учебник:** стр. 86
- **Рабочая тетрадь:** стр. 60

Подстанадарты	9-1.2.1
Цели обучения	Описывает и поясняет виды фоссильного топлива и области их применения. Знает классы углеводородов и подбирает к ним примеры веществ. Описывает процесс фракционной дистилляции нефти и объясняет принцип работы фракционной колонны. Сопоставляет нефтяные фракции и области их применения, раскрывает роль нефтепродуктов в жизни человека.
Навыки XXI века	Навыки критического мышления, аналитического мышления, решения проблем, ведения начных исследований, коммуникации, анализа и интерпретации информации, принятия решений, сотрудничества, проведения презентаций, экологическая грамотность, навыки творческого и инновационного мышления, ответственного поведения и саморегуляции
Вспомогательные средства	Плакаты и постеры, иллюстрирующие нефтяные месторождения и нефтеперерабатывающие заводы, образцы фоссильного топлива, схемы и диаграммы, отражающие фракционную дистилляцию нефти, модель или макет колонны для фракционной дистилляции нефти, образцы или изображения нефтепродуктов (бензина, дизельного топлива, смазочных масел, битума и др.)

Краткий план урока

Мотивация. Обсуждение роли фоссильных топлив в повседневной жизни, их происхождения и применения.

Объяснение. Разъяснение природы, процесса образования и областей применения фоссильного (ископаемого) топлива, описание состава и свойств углеводородов и рассмотрение нефти как смеси различных углеводородов. Объяснение процесса фракционной дистилляции нефти и принципа работы фракционной колонны, сопоставление состава нефтяных фракций, их свойств

и областей применения. Объяснение взаимосвязи между числом атомов углерода в молекулах углеводородов и температурой кипения, летучестью и горючестью нефтяных фракций.

Исследование. Исследование опытным путем процесса фракционной дистилляции нефти; наблюдение за разделением нефти на различные фракции в разных интервалах температур. Сравнение таких свойств полученных фракций, как цвет, запах, текучесть, летучесть и горючесть, установление связи между указанными свойствами и размером молекул, а также числом атомов углерода в этих молекулах.

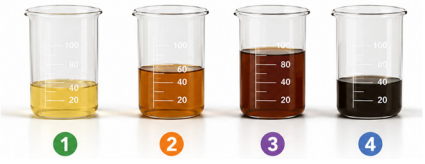
Закрепление. Учебник: зад. №1-3. РТ: №1-6.

Оценивание. Комментирование видов фоссильного топлива и областей их применения, процесса фракционной дистилляции топлива и принципа работы фракционной колонны, сопоставление нефтяных фракций и областей их применения.

МОТИВАЦИЯ В начале урока учитель концентрирует внимание учащихся на представленных в учебнике тексте и рисунке. Он отмечает, что значительная часть энергии, которую люди используют в повседневной жизни, получается из фоссильного топлива, образовавшегося из остатков растений и животных, живших миллионы лет назад. На основе приведенных на рисунке данных обсуждается доля фоссильного топлива в мировом потреблении энергии и подчеркивается, что оно является неотъемлемой частью современной жизни. Учитель обращается к учащимся с двумя вопросами, приведенными во вводной части: *“Какие виды топлива относятся к фоссильному топливу?”, “Как они образовались?”* Учащиеся отвечают на эти вопросы, опираясь на знания, полученные ими в предыдущих классах и почерпнутые из повседневной жизни. Учащиеся отмечают, что к фоссильному топливу относятся уголь, нефть и природный газ, которые образовались в недрах земли в результате превращений остатков растений и животных, живших миллионы лет назад, под воздействием высокого давления и температур. Обсуждение продолжается вопросом “*Для каких иных целей используются эти виды топлива?*” Проясняется, что фоссильное топливо используется не только для получения энергии, но и для изготовлении пластмасс, синтетических волокон, лекарств, красителей, удобрений и других продуктов нефтехимии. А на вопрос “*Что вы знаете о переработке нефти?”* учащиеся могут дать различные ответы (к примеру, при переработке нефти получают бензин, дизельное топливо, керосин, мазут и другую полезную продукцию, также нефть используется в производстве различных продуктов химической промышленности и т.д.)

ОБЪЯСНЕНИЕ Обобщив ответы учащихся, учитель знакомит их с понятием “невозобновляемые ресурсы”. Он поясняет, что в результате стремительного потребления нефти ее запасы однажды иссякнут. Затем учитель переходит к рассмотрению понятий “органические соединения” и “органические вещества”. Поскольку в старших классах предполагается углубленное рассмотрение этих понятий, учитель представляет их в упрощенном виде и сообщает, что в эти вещества содержат в своем составе углерод и водород. Он отмечает, что некоторые известные учащимся вещества (метан, этиловый спирт, ацетон, глюкоза, углеводы, белки, жиры) относятся к органическим веществам. До внимания учащихся доводится, что вещества, состоящие только лишь из углерода и водорода, называются углеводородами.

ИССЛЕДОВАНИЕ Далее учитель направляет внимание учащихся на блок “Деятельность”. В ходе осуществления исследовательской деятельности учащиеся наблюдают, как происходит разделение нефти на различные продукты (фракции) методом фракционной дистилляции. Для этого собирают прибор для дистилляции, наливают в круглодонную колбу нефть и осторожно ее нагревают. Жидкие фракции, выкипающие в различных температурных интервалах, собирают в отдельную посуду, после чего измеряют объем полученных продуктов. Ниже показан примерный объем и цвет полученных фракций:

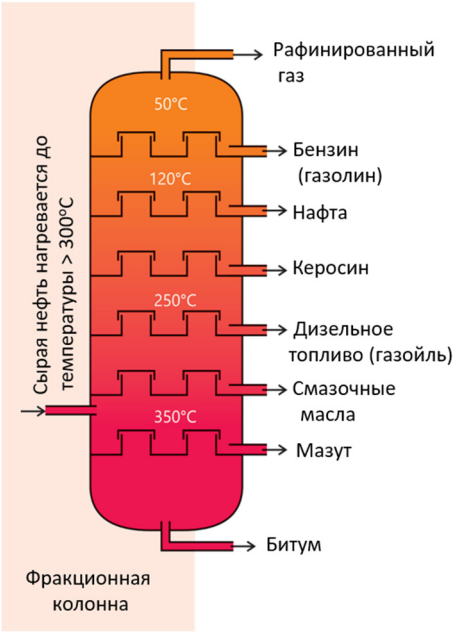


Затем сравниваются такие характеристики продуктов, как текучесть и горючесть:



Организуется обсуждение вопросов “*Кипела ли нефть при постоянной температуре? Почему? В каком температурном интервале объём полученного продукта был больше, чем у каждого из остальных продуктов? Что вы заметили при сравнении текучести продуктов? Какой из продуктов более летуч? К какому выводу вы пришли при сравнении горючести продуктов?*” Учащиеся устанавливают, что нефть кипит не при постоянной температуре, а в разичных температурных интервалах. Исходя из наблюдений, учащиеся отмечают, что продукты, выделяющиеся при низких температурах, отличаются большей летучестью и горючестью, тогда как продукты, выделяющиеся при высоких температурах, менее летучи и характеризуются большей вязкостью.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель обобщает ответы учащихся и отмечает, что нефть представляет собой смесь углеводородов с различными температурами кипения, ее разделяют фракционной дистилляцией на такие продукты, как бензин, керосин и дизельное топливо и др. Затем учитель сообщает, что в промышленности этот процесс осуществляется на фракционной колонне, раскрывает сущность процесса фракционной дистилляции и поясняет, что в ходе процесса происходит разделение веществ, входящих в состав нефти, по температурам кипения. Учитель привлекает внимание учащихся к строению фракционной колонны, подчеркивает, что температура в нижней части колонны выше, чем в верхней части. Учитель объясняет, что вещества с молекулами малого размера конденсируются в верхней части, а вещества с крупными молекулами – в нижней части колонны, в результате чего получаются различные фракции нефти. Далее учащиеся анализируют приведенные в таблице (стр.88) фракции, число атомов углерода в молекулах веществ, составляющих фракции, области их применения и на этой основе обсуждают значение нефтепродуктов в повседневной жизни. В дополнение учитель сообщает, что с увеличением числа атомов углерода в молекулах углеводородов, входящих в состав нефтяных фракций, температура кипения фракций повышается. Одновременно уменьшается текучесть и летучесть этих веществ, затрудняются их воспламенение и горение. Поэтому смазочные масла и мазут в отличие от бензина и керосина не используются в качестве топлива, а применяются в основном для иных целей.



ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания, представленные в рубрике “Примените полученные знания”. В этом блоке даны три задания. Этими задания проверяется не просто умение учащихся воспроизводить факты, а прежде всего навыки осмысления, применения знаний, прослеживания причинно-следственных связей и критического мышления.

1. Что изменится в нашей жизни, если иссякнут запасы нефти?
[Ответ. На это задание могут быть даны разные ответы. Например:

- *Будет затруднена деятельность транспорта из-за невозможности получать бензин и дизельное топливо.*
- *Уменьшатся объемы производства изделий из пластика, синтетических волокон, некоторых лекарств и других продуктов нефтехимии.*
- *Будет развиваться разработка альтернативных источников энергии.*
- *Будет изучена возможность более широкого использования других видов сырья и т.д.]*

2. Какая из фракций займёт больший объём при равных массах бензина и керосина? Обоснуйте свой ответ.
[Ответ. При одинаковой массе объем бензина окажется больше, так как плотность бензина меньше плотности керосина. При равных массах вещество с меньшей плотностью занимает больший объем.]
3. Как вы думаете, повлияет ли на качество процесса уменьшение высоты фракционной колонны? Почему?
[Ответ. При уменьшении высоты фракционной колонны будет затрудняться четкое разделение фракций. Это связано с возникающим недостатком площадок для конденсации паров. В результате снизится чистота полученных продуктов и, как следствие, эффективность фракционной дистилляции.]

ОЦЕНИВАНИЕ На этом этапе урока учитель проводит обсуждение вокруг вопросов из рубрики “Проверьте полученные знания”. Этими вопросами проверяется в первую очередь усвоение учащимися знаний и понимание ключевых понятий.
1. Какие виды топлива называют фоссильным топливом? Для каких целей используется фоссильное топливо?
[Ответ. К фоссильным относятся виды топлива, образовавшиеся из останков растений и животных, живших миллионы лет назад. К примеру, уголь, нефть и природный газ. Они применяются в производстве электрической энергии, на транспорте, для отопления жилых зданий и при изготовлении различной промышленной продукции.]
2. Почему нефть называют невозобновляемым ресурсом?
[Ответ. Это связано с тем, что на образование нефти уходят миллионы лет, а по мере потребления нефти её запасы истощаются и не способны восстановиться в течение жизни одного поколения.]
3. Что такое углеводороды? Какие из известных вам веществ относятся к углеводородам?
[Ответ. Органические соединения, содержащие в своем составе только лишь атомы углерода и водорода, называются углеводородами. В качестве примера углеводородов можно назвать метан, этан, пропан, бутан, этилен и ацетилен.]
4. Как происходит фракционная дистилляция нефти? Какие продукты получаются в ходе этого процесса?
[Ответ. При фракционной дистилляции нефть нагревают, вследствие чего входящие в ее состав вещества разделяются в зависимости от их температур кипения. Легкие фракции конденсируются в верхней части колонны, а тяжелые — в нижней. В результате данного процесса получают нефтяные газы, бензин, нафту, керосин, дизельное топливо, смазочные масла, мазут и битум.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Объяснение вопросов, связанных с фоссильным топливом и областями его применения.	Мотивация, деятельность, опрос, закрепление, задания
Описание процесса фракционной дистилляции нефти и объяснение принципа работы фракционной колонны.	Деятельность, опрос, закрепление, задания
Сопоставление нефтяных фракций и областей их применения.	Мотивация деятельность, опрос, закрепление, задания

Mövzu 7.2

Углеводороды. Крекинг (2 часа)

- **Учебник:** стр. 90
- **Рабочая тетрадь:** стр. 62

Подстандарты	9-1.2.2
Цели обучения	Характеризует углеводороды по их составу и строению. Сравнивает алканы и алкены, применяет их общие формулы и различает предельные и непредельные углеводороды. Объясняет сущность и значение процесса крекинга. Описывает реакцию полимеризации и разъясняет области применения полимеров.
Навыки XXI века	Навыки критического мышления, аналитического мышления, решения проблем, ведения исследований, анализа и интерпретирования информации, коммуникации, принятия решений, творческого и инновационного мышления
Вспомогательные средства	Модели молекул алканов и алкенов, схемы, отображающие процессы нефтепереработки и крекинга, образцы изделий из пластика, минеральная вата толщиной 3–4 см, оксид алюминия, пробирки, пробка, газоотводная трубка, стеклянный сосуд, вода, штативы, спиртовка, смазочное масло
Электронные ресурсы	

Краткий план урока

Мотивация. Проведение обсуждений относительно роли бензина в работе транспортных средств, спроса на нефтепродукты и способов повышения выхода бензина.

Объяснение. Разъяснение понятия “углеводороды”, Описание строения алканов и алкенов и их общих формул. Сравнение предельных и непредельных углеводородов, разъяснение связи между их свойствами и строением.Объяснение сущности процесса крекинга, характеристика продуктов, образующихся в результате крекинга. Разъяснение смысла понятий “реакция полимеризации”, “полимер” и “мономер”, описание получения полиэтилена и областей его применения.

Исследование. Исследование процесса крекинга на основе лабораторных экспериментов и изучение свойств полученных продуктов.

Закрепление. Учебник: зад. №1-3. РТ: №1-8.

Оценивание. Характеристика углеводородов на основании их состава и строения, сопоставление алканов и алкенов, применение их общей формулы, выявление различий между предельными и непредельными углеводородами,объяснение сущности и значения процесса крекинга, комментирование реакции полимеризации и областей применения полимеров.

МОТИВАЦИЯ В начале урока учитель направляет внимание учащихся на картинку и текст, представленные в учебнике. Он отмечает, что в современном мире ежедневно совершают движение миллионы автомобилей, автобусов, грузовых машин, морских судов и самолетов. Большая часть этих транспортных средств использует для своей работы топливо, получаемое из нефти. Учитель отмечает, что количество бензина, полученного в результате фракционной дистилляции нефти, составляет лишь определенную часть общего объема нефти. В то же время стремительный рост числа автомобилей ведет к увеличению потребности в производстве бензина. Учитель обращается к классу с вопросом из вводной части темы: “*К чему приведёт производство бензина в недостаточных объёмах?*” Учащиеся могут ответить, что возникнут перебои в работе транспорта, задержки в передвижении людей и перевозке грузов, что в итоге отрицательно скажется на экономической деятельности. Затем учитель спрашивает: “*Как вы*

думаете, достаточно ли для такого количества транспорта бензина, получаемого фракционной дистилляцией нефти?" В результате обсуждения проясняется, что количество бензина, получаемого из нефти, ограничено, и для удовлетворения растущего спроса возникает потребность в разработке дополнительных способов его получения. Обсуждение продолжается вопросом "*Что бы вы предложили для увеличения производства бензина?*" Отвечая на этот вопрос, учащиеся могут высказывать различные суждения.

ОБЪЯСНЕНИЕ Обобщив ответы учащихся, учитель объясняет, что бензин составляет лишь около 20% объема продуктов, получаемых при дистилляции нефти. Учитывая высокий спрос на бензин, для увеличения его выхода (примерно до 70%) другие нефтепродукты подвергаются вторичной переработке. В ходе этого процесса вещества, содержащихся в нефтепродуктах, претерпевают различные превращения с образованием веществ, соответствующих составу бензина. Учитель направляет внимание учащихся на состав нефти. Он сообщает, что к важнейшим веществам в составе нефти относятся алканы. Учитель напоминает учащимся о метане – веществе, знакомом им по учебникам для предыдущих классов и являющимся простейшим представителем алканов. Затем учитель объясняет, как на основе графической формулы метана составлять графические формулы прочих алканов (например, этана и пропана). Нет необходимости составлять графические формулы для представителей алканов с четырьмя и более атомами углерода в молекуле. С составом и строением этих веществ учащиеся познакомятся в старших классах. Учитель подчеркивает, что каждый последующий член класса алканов отличается от предыдущего на один атом углерода и два атома водорода (группу CH_2). На основании этой закономерности определяется общая формула алканов – C_nH_{2n+2}. Учитель обращает внимание учащихся на связи между атомами углерода, сообщает, что между углеродными атомами в молекулах алканов содержатся только одинарные связи, и отмечает, что именно поэтому алканы называют предельными (насыщенными) углеводородами. Используя общую формулу алканов, учащиеся определяют формулы бутана, пентана, гексана и гептана.

Затем учитель предлагает учащимся мысленно отнять от каждого атома углерода в молекуле этана по одному водородному атому и записать между атомами углерода двойную связь. Устанавливается, что в результате образуется углеводород формулы C_2H_4. Отмечается, что этот углеводород называется этиленом (этеном). Учитель поясняет, что углеводороды, содержащие одну двойную связь между атомами углерода, называются алкенами. Алкены — это непредельные углеводороды с общей формулой C_nH_{2n}. Учитель объясняет, как составить графическую формулу пропилена на основе графической формулы этилена. Затем учитель предлагает учащимся составить, исходя из общей формулы алкенов, молекулярные формулы бутена, пентена, гексена и гептена. Однако нет необходимости разъяснять учащимся графические формулы этих алкенов, поскольку их изучение предусмотрено в старших классах.

Учитель проводит сравнение и комментирует сходные и отличительные особенности алканов и алкенов. Совместно с учащимися приходит к выводу, что оба класса относятся к углеводородам, однако алканы содержат между углеродными атомами только одинарные связи, тогда как алкены содержат в молекулах одну двойную связь. Такое различие в строении оказывает влияние и на их химические свойства. Далее обсуждаются некоторые общие физические свойства углеводородов. Учитель отмечает, что углеводороды нерастворимы в воде и большинство из них обладают неприятным запахом. С увеличением числа атомов углерода в молекулах углеводородов возрастают их температуры кипения и плотность, наблюдается изменение их агрегатного состояния. Углеводороды с малым рамером молекул находятся в газообразном, с молекулами средних размеров – в жидком, а с крупными молекулами – в твердом состоянии.

Затем учитель отмечает, что углеводороды являются горючими веществами, и на примере реакции горения метана показывает, что при полном сгорании углеводородов образуются углекислый газ и вода и выделяется тепловая энергия. Это свойство является одной из основных причин их широкого применения в качестве топлива.

Далее учитель напоминает учащимся моменты, рассмотренные во введении, и привлекает их внимание к высокому спросу на нефтепродукты, в частности на бензин. Он поясняет, что при фракционной дистилляции нефти бензин получается в ограниченном количестве. Одним из путей решения этой проблемы является процесс крекинга. Учитель объясняет, что в процессе крекинга крупные молекулы углеводородов (длинные цепи) расщепляются при высокой температуре и в присутствии катализатора на более мелкие молекулы, в результате чего возрастает содержание веществ, соответствующих составу бензина. Чтобы учащиеся смогли лучше понять суть процесса крекинга, учитель переходит к следующему этапу урока.

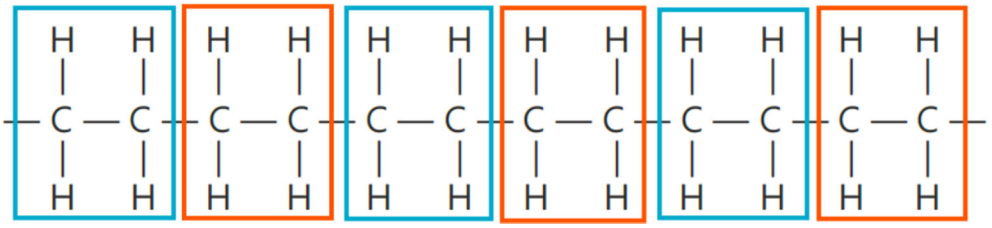
ИССЛЕДОВАНИЕ Учитель концентрирует внимание учащихся на эксперименте, описанном в разделе “Деятельность”, сообщает, что им предстоит изучение лабораторной модели процесса крекинга, делит учащихся на малые группы, предоставляет необходимое принадлежности и разъясняет правила техники безопасности. Сначала учащиеся наблюдают внешний вид, запах, горючесть и химическую активность смазочного масла и отмечают в таблице результаты наблюдений. Затем учащиеся нагревают смазочное масло (им пропитывается минеральная вата) в присутствии оксида алюминия. Выделяющийся при нагревании газ собирают в сосуд и изучают свойства полученного продукта. Учащиеся сравнивают внешний вид, запах, скорость горения и химическую активность исходного вещества и продукта реакции. Завершенная таблица может иметь следующий вид:

Свойства	**Смазочное масло**	**Продукт**
Внешний вид	Вязкая жидкость желтовато-коричневого цвета	Бесцветный газ
Запах	Характерный масляный запах	Слабый запах нефти
Воспламеняемость	Воспламеняется с трудом и горит медленно	Легко воспламеняется
Химическая активность	Относительно менее активен	Более активен

Учитель задает группам вопросы, представленные в этом блоке (*Что вы наблюдали во время нагревания? По каким свойствам различаются исходное вещество и полученный продукт? Как можно объяснить различие в этих свойствах?*) Во время обсуждения, основанного на наблюдениях учащихся и проведенных ими сравнениях, выявляется, что в ходе данного процесса крупные молекулы алканов расщепляются с образованием более мелких молекул алканов и алкенов. Поэтому летучесть, горючесть и химическая активность образующихся продуктов отличаются от соответствующих характеристик исходного образца. По завершении исследования учащиеся обосновывают применение процесса крекинга в целях увеличения выхода бензина при переработке нефти и получения ценного сырья для нефтехимической промышленности.

ОБЪЯСНЕНИЕ Далее, анализируя приведенную в учебнике схему реакции крекинга, учитель поясняет на конкретном примере, что расщепление молекулы алкана, содержащей 10 атомов углерода, может привести к образованию более мелких молекул, таких как молекулы пентана, этилена и пропилена. Внимание учащихся акцентируется на том, что полученный в результате крекинга пентан является одним из основных веществ в составе бензина. Именно поэтому процесс крекинга позволяет повысить выход бензина в общей схеме. Затем учитель разъясняет важное промышленное значение этилена и пропилена. Отмечается, что эти вещества относятся к непредельным углеводородам, а в их молекулах имеется одна двойная связь. Именно наличие двойной связи позволяет этим молекулам соединяться друг с другом, образуя более крупные молекулы. В этой связи учитель вводит понятие “реакция полимеризации” и разъясняет, как большое количество мелких молекул (мономера) объединяются в одну гигантскую макромолекулу. В качестве примера рассматривается образование полиэтилена в результате многократного соединения между собой молекул этилена. Учащимся разъясняется смысл понятий “полимер”,

“макромолекула” и “степень полимеризации.” Демонстрируя строение полиэтилена, учитель отмечает, что молекула полимера состоит из повторяющихся элементарных (структурных) звеньев и что эти звенья являются основной структурной единицей полимера.



В завершение изучения темы рассматриваются области применения полимеров. Учащиеся приводят в качестве примера пластиковые бутылки, пакеты, крышки, трубы и другие предметы бытового назначения. В итоге учащиеся уясняют, что процесс крекинга не только приводит к повышению выхода бензина, но и позволяет получать ценное сырье для производства пластика и других полимерных материалов.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания из рубрики “Примените полученные знания”. Задания этого блока требуют от учащихся применения знаний о физических свойствах углеводородов, процессе крекинга и реакциях полимеризации, а также умения делать логические выводы и аргументировать свои ответы.

1. Смесь гексана с водой – это однородная или неоднородная смесь? Обоснуйте свой ответ.
[Ответ. Смесь гексана с водой – гетерогенная (неоднородная) смесь. Поскольку гексан является нерастворимой в воде жидкостью, с водой он образует эмульсию.]

2. При разложении молекулы алкана, содержащей 12 атомов углерода, образуется одна молекула этилена, две молекулы пропилена и одна молекула X. Определите формулу X.
[Ответ. Формула алкана – $C_{12}H_{26}$. Общее число атомов углерода в молекулах продуктов разложения, кроме продукта X, равно 8, а число атомов водорода –16 ($C_2H_4 + 2C_3H_6 = C_8H_{16}$). Следовательно, в молекуле X содержится 12 − 8 = 4 атомов углерода и 26 − 16 = 10 атомов водорода. Формула X – C_4H_{10}.]

3. Вступают ли алканы в реакцию полимеризации? Обоснуйте свой ответ.
[Ответ. В молекулах алканов не содержится двойных связей. Поэтому в отличие от алкенов алканы не полимеризуются.]

ОЦЕНИВАНИЕ На этом этапе урока учитель проводит разъяснительное обсуждение вопросов, представленных в рубрике “Проверьте полученные знания”. Эти вопросы позволяют оценить главным образом уровень усвоения учащимися знаний, относящихся к классификации углеводородов, строению алканов и алкенов, процессу крекинга и реакциям полимеризации, а также понимание сущности и применение введенных понятий.

1. Какие вещества относятся к алканам? Какова формула четвёртого представителя класса алканов? Как вы это определили?
[Ответ. Алканы – это предельные углеводороды, в молекулах которых между атомами углерода присутствуют только лишь одинарные связи. Общая формула алканов – C_nH_{2n+2}. Поскольку для четвертого представителя алканов n = 4, его формула – C_4H_{10}.]

2. Почему алкены называют непредельными углеводородами? Обоснуйте свой ответ на примере пропена.
[Ответ. В молекулах алкенов между атомами углерода имеется одна двойная связь.

Поэтому их называют непредельными углеводородами. Например, одна двойная связь присутствует в молекуле пропена (C_3H_6).]

3. Что такое крекинг? Для каких целей используется этот процесс?
[Ответ. Крекинг – это процесс разложения углеводородов с крупными молекулами на углеводороды с более мелкими молекулами под воздействием высоких температур и катализатора. Этот процесс применяется для повышения выхода бензина, а также получения такого ценного сырья, как этилен и пропилен.]

4. Составьте уравнение реакции полимеризации этилена. Как называется продукт этой реакции и для чего он используется?
[Ответ.
$nCH_2=CH_2 \rightarrow (-CH_2-CH_2-)_n$
Название продукта данной реакции – полиэтилен. Он используется в производстве полиэтиленовых пакетов, пластиковой посуды, труб, игрушек, изоляции для электрических проводов и других бытовых изделий.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Характеристика углеводородов по их составу и строению, сопоставление алканов и алкенов, составление их общих формул, дифференциация предельных и непредельных углеводородов	Мотивация, опрос, закрепление, задания
Объяснение сущности и значения процесса крекинга	Деятельность, опрос, закрепление, задания
Описание реакции полимеризации и объяснение вопросов, связанных с областями применения полимеров	Опрос, закрепление, задания

Тема 7.3

Спирты и карбоновые кислоты (2 часа)

- **Учебник:** стр. 95
- **Рабочая тетрадь:** стр. 64

Подстандарты	9-1.2.2
Цели обучения	Объясняет сущность понятия функциональной группы, различает гидроксильную (-OH) и карбоксильную (-COOH) группы, характеризует спирты и карбоновые кислоты на основе их функциональных групп. Разъясняет строение молекул и некоторые свойства метилового спирта, этилового спирта и уксусной кислоты, комментирует способы получения и области применения этилового спирта, поясняет на примерах применение указанных веществ в различных областях. Разъясняет кислотные свойства карбоновых кислот и реакцию нейтрализации между карбоновыми кислотами и щелочами.
Навыки XXI века	Навыки критического мышления, аналитического мышления, решения проблем, ведения исследований, анализа и интерпретации информации, коммуникации, принятия решений, здорового образа жизни; культура безопасности, экологическая грамотность
Вспомогательные средства	Уксусная кислота, раствор гидроксида натрия, фенолфталеин, стеклянный стакан, пипетка или капельница, палочка для перемешивания

Краткий план урока

Мотивация. Обсуждение происхождения слова “алкоголь”, а также использования спиртов и карбоновых кислот в повседневной жизни, формирование первичных представлений об органических веществах с функциональными группами.

Объяснение. Объяснение сущности понятия функциональной группы, рассмотрение образования спиртов и карбоновых кислот, характеристика гидроксильной (-OH) и карбоксильной (-COOH) групп, анализ строения метилового спирта, этилового спирта и уксусной кислоты, объяснение способов получения и областей применения этилового спирта, рассмотрение некоторых физических и химических свойств карбоновых кислот.

Исследование. Экспериментальное исследование взаимодействия уксусной кислоты с индикаторами и реакции уксусной кислоты с гидроксидом натрия.

Закрепление. Учебник: зад. №1–2. РТ: №1–9.

Оценивание. Разъяснение сущности понятия функциональной группы, различение гидроксильной (-OH) и карбоксильной (-COOH) групп, характеристика спиртов и карбоновых кислот на основе их функциональных групп, разъяснение строения и некоторых свойств метилового спирта, этилового спирта и уксусной кислоты, описание способов получения и областей применения этилового спирта, пояснение на примерах областей применения указанных веществ, разъяснение кислотных свойств карбоновых кислот и реакций нейтрализации между карбоновыми кислотами и щелочами.

МОТИВАЦИЯ В начале урока учитель обращает внимание учащихся на представленные в учебнике текст и рисунок. Он отмечает, что слово “алкоголь”, которое мы часто слышим, имеет интересную историю. Учитель объясняет, что это слово арабского происхождения и было введено в науку алхимиками. Нагревая различные вещества, алхимики пытались выделить основную составляющую (первооснову; квинтэссенцию) этих веществ. Алхимики, стремившиеся получить путем выпаривания основу состава спиртных напитков, называли это вещество алкоголь (*al-kuhl*). Впоследствии это слово распространилось в Европе и в настоящее время

используется для обозначения обширного класса органических соединений. Далее учитель обращается к классу с вопросами, приведенными во вводной части: *“Как вы думаете, к какому классу органических соединений относится это вещество?”, “Для каких целей используется это вещество?”, “Какие еще вещества, относящиеся к этому классу, вам известны?”*. Учащиеся дают различные ответы, опираясь на свои первоначальные знания и повседневный опыт. Они могут отметить, что этиловый спирт используется в медицине – в качестве дезинфицирующего средства, в составе определенных видов топлива или при изготовлении духов и косметических средств. Во время обсуждения учитель направляет внимание учащихся на другие известные им из повседневной жизни вещества. Он просит их высказать свое мнение о веществах, придающих вкус лимону, яблоку, кефиру и уксусу. Учащиеся могут предположить, что эти продукты содержат в своем составе различные кислоты.

Затем учитель напоминает учащимся о строении простых углеводородов, таких как метан и этан, и обращается к ним с вопросом “*Изменятся ли свойства вещества, если один из атомов водорода в молекуле углеводорода заменить на другой атом или группу атомов?*”, выслушивает суждения учащихся и переходит к очередному этапу урока.

ОБЪЯСНЕНИЕ Учитель напоминает учащимся информацию об углеводородах, рассмотренную при изучении прошлых тем, и отмечает, что при замещении атомов водорода в молекуле углеводорода на определенные атомы или группы атомов образуются вещества с новыми свойствами. Такие вещества называются органическими веществами с функциональной группой. Учитель разъясняет смысл понятия “функциональная группа” и отмечает, что атомы или группы атомов, которые определяют характерные свойства органических веществ, называются функциональными группами. Он привлекает внимание учащихся к приведенной в учебнике таблице и показывает, что при замещении водородного атома в молекуле углеводорода на гидроксильную группу (-OH) образуются спирты, а при его замещении на карбоксильную группу (-COOH) – карбоновые кислоты.

Далее учитель вводит понятие “спирты”. Учащиеся сравнивают строение молекул метана и этана со строением молекул метилового спирта и этилового спирта. Учитель объясняет, что замещение атома водорода в молекуле углеводорода на гидроксильную группу приводит к образованию спиртов. В качестве примера можно привести метиловый спирт (CH_3OH) и этиловый спирт (C_2H_5OH). Затем учитель описывает некоторые физические свойства спиртов. Отмечается, что это бесцветные жидкости, хорошо растворимые в воде. Подчеркивается, что метиловый спирт ядовит, а этиловый спирт оказывает негативное воздействие на организм человека. Учитель отмечает, что этиловый спирт является основным компонентом спиртных напитков, разъясняет, какие риски для здоровья связаны со спиртными напитками, перечисляет возможные последствия от их употребления и обосновывает преимущества здорового образа жизни. Учитель доводит до сведения учащихся, что систематическое или чрезмерное употребление спиртных напитков оказывает серьезное негативное воздействие на здоровье человека. Алкоголь в первую очередь воздействует на центральную нервную систему, ослабляя внимание, память и способность принимать решения. Это повышает риск дорожно-транспортных происшествий, бытовых аварий и возникновения иных опасных ситуаций. Особенно вредны спиртные напитки для печени. Длительное употребление алкоголя может привести к ожирению печени, гепатиту и циррозу. Помимо того, алкоголь негативно влияет на работу сердечно-сосудистой системы, повышая риск развития гипертонии и заболеваний сердца. Алкоголь также влияет на психическое состояние человека. Он может вызывать или усугублять депрессию, тревожность и расстройства поведения. В то же время у людей может развиваться алкогольная зависимость, что оказывает негативное влияние на семейные отношения, обучение, трудовую деятельность и социальную жизнь человека. Поэтому для защиты здорового образа жизни рекомендуется воздерживаться от употребления спиртных напитков или же свести их потребление к минимуму.



Затем учитель объясняет, что этиловый спирт получают реакцией брожения глюкозы, и рассматривает соответствующее уравнение реакции. Учитель отмечает, что этиловый спирт используется в качестве топлива, дезинфицирующего средства и растворителя, а также применяется в производстве различных промышленно важных продуктов. Он направляет внимание учащихся на химические свойства спиртов. Учитель объясняет, что спирты являются горючими веществами и при их полном сгорании, как и при сгорании углеводородов, образуются углекислый газ и вода. В качестве примера приводится реакция горения этилового спирта. Далее учитель вводит понятие “карбоновые кислоты”. Учащиеся сопоставляют строение молекулы метана со строением молекулы уксусной кислоты. Учитель поясняет, что карбоновые кислоты образуются в результате замещения атома водорода в молекуле углеводорода на карбоксильную группу (-COOH). Определяются строение и функциональная группа уксусной кислоты (CH_3COOH). Для того, чтобы познакомить учащихся с некоторыми карбоновыми кислотами, встречающимися в повседневной жизни, учитель привлекает их внимание к блоку “Знаете ли вы?” Учащиеся узнают, что в кефире содержится молочная кислота, в яблоках – яблочная кислота, в лимонах – лимонная кислота, а в щавеле – щавелевая кислота (без изучения химических формул). Отмечается, что уксусная кислота используется при приготовлении и консервировании пищевых продуктов. После того как учащиеся ознакомятся с понятием функциональной группы, а также со строением, основными свойствами и областями применения спиртов и карбоновых кислот, учитель предлагает им провести экспериментальное исследование некоторых химических свойств карбоновых кислот.

ИССЛЕДОВАНИЕ С этой целью учитель привлекает внимание учащихся к эксперименту, описанному в блоке “Деятельность”, и сообщает, что в ходе проведения опыта будут изучены некоторые химические свойства карбоновых кислот. Сначала учащиеся наблюдают растворение уксусной кислоты в воде, затем в полученный раствор добавляют фенолфталеин. Учащиеся обсуждают причину, по которой раствор остается бесцветным, и приходят к заключению, что это может быть связано с кислой средой раствора. Затем они постепенно добавляют к данному раствору раствор гидроксида натрия. На определенном этапе наблюдается окрашивание раствора в розовый цвет. Учащиеся исследуют причину изменения цвета и приходят к выводу, что между кислотой и щелочью происходит химическая реакция.

Учитель организует обсуждение вокруг вопросов “*Что вы наблюдали? Какова причина произошедшего изменения? Какое вы предложили бы уравнение, описывающее произошедшую реакцию?”* Проясняется, что уксусная кислота проявляет кислотные свойства, так как в водном растворе она образует ионы водорода. При добавлении к уксусной кислоте гидроксида натрия между кислотой и щелочью происходит реакция нейтрализации, в результате которой образуются соль и вода.

В ходе исследования учащиеся узнают, что уксусная кислота обладает кислотными свойствами, изменяет окраску некоторых индикаторов и вступает в реакцию нейтрализации со щелочами. Они записывают уравнение протекающей реакции, объясняя таким образом наблюдаемое явление с химической точки зрения:

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

ЗАКРЕПЛЕНИЕ Учитель предлагает учащимся выполнить задания, представленные в рубрике "Примените полученные знания". Задания этого блока требуют от учащихся применения знаний о свойствах спиртов и карбоновых кислот, действии индикаторов и влиянии функциональных групп на строение и свойства органических веществ, а также умения формулировать выводы на основе своих наблюдений и строить логические умозаключения.

1. Что можно наблюдать при добавлении нескольких капель метилоранжа к водным растворам этилового спирта и уксусной кислоты? Объясните, почему.

[Ответ. При добавлении метилоранжа к раствору этилового спирта цвет раствора не изменяется, оставаясь желтым. Это связано с тем, что этиловый спирт не проявляет кислотных свойств. А при добавлении метилоранжа к раствору уксусной кислоты раствор становится красным. Это обусловлено тем, что в растворе уксусной кислоты создается кислая среда.]

2. Какова формула вещества, которое может получиться, если от углеродного атома в молекуле уксусной кислоты мысленно отнять один атом водорода, а взамен присоединить атом углерода, связанный с тремя водородными атомами?

[Ответ. Формула уксусной кислоты — CH_3COOH. Формула вещества, которая получится при мысленном замещении одного атома водорода метильной группы уксусной кислоты на группу CH_3, — C_2H_5COOH.]

ОЦЕНИВАНИЕ На данном этапе урока учитель проводит разъяснительное обсуждение вопросов, представленных в рубрике "Проверьте полученные знания". Эти вопросы в первую очередь оценивают уровень усвоения знаний и понимание основных понятий, относящихся к функциональным группам, строению спиртов и карбоновых кислот, получению и применению этилового спирта, а также свойствам карбоновых кислот.

1. Замещение атомов водорода в каких углеводородах и на какие функциональные группы позволяет получить метиловый спирт и уксусную кислоту?

[Ответ. Метиловый спирт (CH_3OH) образуется в результате замещения одного атома водорода в молекуле метана на гидроксильную группу (-OH), а уксусная кислота (CH_3COOH) – при его замещении на карбоксильную группу (-COOH).]

2. Как получают этиловый спирт и для каких целей он используется?

[Ответ. Этиловый спирт получают в результате брожения глюкозы:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

Этиловый спирт используется в качестве дезинфицирующего средства и растворителя, в парфюмерно-косметической промышленности, при изготовлении некоторых видов топлива, а также при производстве различных химических веществ.]

3. Проводит ли водный раствор уксусной кислоты электрический ток? Обоснуйте свой ответ.

[Ответ. Водный раствор уксусной кислоты проводит электрический ток. Это объясняется тем, что в водном растворе уксусная кислота частично диссоциирует, образуя ионы

водорода (H^+) и ацетат-ионы (CH_3COO^-). Наличие ионов в растворе обуславливает прохождение электрического тока.]

Формативное оценивание

Критерии оценивания	Материалы оценивания
Объяснение сущности понятия "функциональная группа", понимание различий между гидроксильной (-OH) и карбоксильной (-COOH) группами, характеристика спиртов и карбоновых кислот на основе их функциональных групп	Мотивация, опрос, закрепление, задания
Разъяснение строения и некоторых свойств метилового спирта, этилового спирта и уксусной кислоты, описание получения и областей применения этилового спирта, пояснение на примерах областей применения указанных веществ	Деятельность, опрос, задания
Разъяснение кислотных свойств карбоновых кислот и реакций нейтрализации между карбоновыми кислотами и щелочами	Деятельность, опрос, закрепление, задания

Наука, технология, жизнь (1 час)

• **Учебник:** стр. 98

В разделе "Наука, технология, жизнь" представлена информация о роли полимеров в наши дни и их широком применении в быту, в медицине, а также в области транспорта и технологий. Цель представления в разделе данного материала — показать учащимся, какое широкое применение нашли полимеры в повседневной жизни, помочь им осознать их полезные свойства и осмыслить то влияние, которое они оказывают на окружающую среду, продемонстрировать связь между химией и современными технологиями, а также сформировать у учащихся чувство экологической ответственности. Учитель может предложить учащимся заранее ознакомиться с этим материалом, собрать дополнительную информацию об областях применения полимеров, изучить вопрос с использованием интернет-ресурсов и подготовить краткие презентации. В таком случае первые 15 минут урока можно уделить обсуждению основных идей, содержащихся в данном материале, после чего заслушать доклады и презентации учащихся и обсудить дополнительную информацию.

Исследования и презентации могут быть организованы по следующим направлениям:

- Что такое полимеры и каковы их основные свойства?
- Каковы причины широкого применения полимеров?
- Какие полимеры используются для изготовления пластиковых бутылок?
- По каким свойствам различаются синтетические и природные волокна?
- Какие медицинские изделия изготавливаются из полимерных материалов?
- Каковы преимущества полимеров, которые применяются в производстве автомобильных шин?
- Какова роль полимеров в производстве мобильных телефонов и других электронных устройств?
- Какие предметы, которыми вы пользуетесь в быту, изготовлены из полимерных материалов?
- Каково воздействие полимерных отходов на окружающую среду?
- Что такое биоразлагаемые полимеры и каковы преимущества их применения?
- Как вторичная переработка полимеров помогает защитить окружающую среду?

Завершая обсуждение, учитель может подчеркнуть, что полимеры, ввиду своей легкости, прочности, эластичности и долговечности, стали неотъемлемой частью современной жизни. В то же время их чрезвычайно медленное разложение в окружающей среде создает серьезные

экологические проблемы. Поэтому рациональное использование полимерных материалов, их переработка и разработка экологически безопасных материалов являются одним из важнейших направлений развития современной науки и технологий.

Проект (1 час)
• **Учебник:** стр. 99

Целью данного проекта является формирование у учащихся практических знаний о взаимосвязи между химическими свойствами предельных и непредельных углеводородов и их строением. В ходе проведения опытов учащиеся исследуют экспериментальным путем взаимодействие углеводородов, полученных различными способами, с бромной водой и раствором перманганата калия и сравнивают их реакционную способность. Наряду с этим учащиеся развивают навыки ведения наблюдений, выдвижения гипотез, сопоставления результатов, анализа экспериментальных данных и научно обоснованной интерпретации полученных результатов.

В ходе выполнения проекта учащиеся устанавливают зависимость химических свойств предельных и непредельных углеводородов от строения их молекул. Наблюдения учащихся показывают, что алканы, содержащие между атомами углерода только одинарные связи, химически малоактивны, тогда как алкены, имеющие в своем составе двойную связь, вступают в различные реакции значительно легче. Характерным признаком непредельных углеводородов является обесцвечивание бромной воды и раствора перманганата калия.

К завершению проекта ожидается получение следующих результатов:

- Устанавливается, что ключевое различие в строении предельных и непредельных углеводородов состоит в характере связей между атомами углерода.
- Из наблюдений выявляется, что газ, полученный из ацетата натрия, не изменяет цвет бромной воды и раствора перманганата калия.
- Выявляется, что газ, полученный из этилового спирта, обесцвечивает бромную воду и раствор перманганата калия.
- Делается вывод о большей химической активности непредельных углеводородов.
- Устанавливается связь между реакционной способностью алкенов и наличием двойной связи в их молекулах.
- Устанавливается, что бромная вода и раствор перманганата калия могут быть использованы для определения (распознавания) непредельных углеводородов.
- Проясняется решающая роль строения молекул в формировании химических свойств веществ.

  По окончании работы над проектом учащиеся могут представить полученные результаты в виде таблиц, диаграмм и презентаций, сопоставить предельные и непредельные углеводороды и определить существующие между ними сходства и различия. Данная проектная деятельность способствует развитию у учащихся навыков исследовательской работы, ведения наблюдений, аналитического мышления, решения проблем, сотрудничества и представления научных результатов.

Содержание учебника химии для 9-го класса и ожидаемые общие результаты обучения

Учебник химии для 9-го класса призван сформировать у учащихся систему знаний о химических понятиях и закономерностях, расширить их научное мировоззрение и помочь им уяснить химическую природу явлений, происходящих в природе и в повседневной жизни. В учебнике

фундаментальные химические понятия представлены в их взаимосвязи с современными научными достижениями, инновационными технологиями, экологией и деятельностью человека. Выбор тем и последовательность их расположения основаны на принципе расширения знаний, приобретенных учащимися в предшествующих классах, и усвоения более сложных понятий.

В учебнике в систематическом виде представлены для изучения понятия, составляющие теоретические основы химии: количество вещества, моль, молярная масса, молярный объем, относительная плотность, массовая доля, массовое отношение, эмпирические и молекулярные формулы, стехиометрические расчеты, лимитирующее вещество, выход продукта, термохимия, энтальпия и закон Гесса. Используя эти понятия, учащиеся выполняют различные химические расчеты, определяют количественные соотношения между составом веществ и их превращениями, а также учатся характеризовать химические процессы посредством математических методов.

В учебнике излагаются всесторонние сведения о строении, свойствах, нахождении в природе, способах получения и областях применения неметаллов и металлов. Учащиеся сравнивают сходные и отличительные особенности различных групп элементов, разъясняют взаимосвязь между свойствами веществ и строением атома, получают новые знания о металлургических процессах, о коррозии и методах защиты от нее. Наряду с этим они знакомятся со значением галогенов, водорода, азота, аммиака, серы и соединений углерода, основываясь на примерах их применения в промышленности, сельском хозяйстве и повседневной жизни; с составом атмосферы, основными компонентами воздуха и их ролью в живой природе; причинами загрязнения воздуха и воды, экологическими проблемами, парниковым эффектом, глобальным потеплением и вопросами защиты окружающей среды. При изучении этих тем у учащихся вырабатывается чувство экологической ответственности, они учатся оценивать влияние деятельности человека на природу и дискутировать о путях решения экологических проблем. По данному учебнику учащиеся знакомятся также с основными классами углеводородов, нефтью и ее переработкой, процессом крекинга, полимерами, спиртами, карбоновыми кислотами и другими органическими соединениями с функциональными группами. Они прослеживают связь между свойствами органических веществ и их строением, объясняют роль этих веществ в жизнедеятельности живых организмов, промышленности и быту, оценивают преимущества полимерных материалов, а также их воздействие на окружающую среду.

В учебнике особое внимание уделяется связи теоретических знаний с практической деятельностью. Посредством выполнения лабораторных работ, наблюдений, исследований и проектов учащиеся развивают навыки экспериментальной работы, учатся соблюдать правила техники безопасности, а также анализировать полученные результаты и интерпретировать их на научной основе. Эти виды деятельности способствуют развитию у учащихся навыков исследовательской работы, выдвижения гипотез, сбора информации, построения выводов и проведения презентаций.

По представленным в учебнике рубрикам “Наука, технология, жизнь” учащиеся знакомятся с научной деятельностью Амедео Авогадро, Антуана Лавуазье и других известных ученых, узнают об истории развития химии, а также получают информацию о материалах, применяемых в современных технологиях, об альтернативных источниках энергии, магнитных технологиях, графене и других инновационных материалах. Эти тексты способствуют повышению у учащихся интереса к науке, помогают осознать роль химии в развитии общества и задают направление для выбора будущей профессии.

Представленные в учебнике проекты, позволяют учащимся применять свои знания для решения проблем, взятых из реальной жизни. Такие примеры проектной деятельности, как изучение процесса коррозии, сравнение энергоносителей, оценка эффективности производства аммиака, определение состава кристаллогидратов, расчет тепловых эффектов процессов горения, исследование загрязнения воздуха и воды, способствуют развитию у учащихся навыков критического и творческого мышления.

Ожидается, что в результате изучения учебника учащиеся усвоят химические понятия и законы, будут уметь разъяснять сущность химических процессов, проводить эксперименты, выполнять различные расчеты, анализировать полученные данные, демонстрировать ответственное отношение к окружающей среде, а также осознают роль химии в повседневной жизни, технологиях и промышленности. Приобретенные знания и навыки заложат прочный фундамент для углубленного изучения химии на последующих ступенях обучения, позволят учащимся принимать научно обоснованные решения и помогут им стать активными членами современного общества.

BURAXILIŞ MƏLUMATI

Ümumi təhsil müəssisələrinin 9-cu sinifləri üçün
kimya üzrə dərsliyin (qrif nömrəsi: 2026-036)
metodik vəsaiti
rus dilində

Tərtibçi heyət:

Müəlliflər	Elşad Abdullayev
	Elmar İmanov
	Fətəli Hüseynov
Tərcümə	Gülnar Səmədova
Dil redaktoru	Aygün Əliyeva
Bədii redaktor	Taleh Məlikov
Texniki redaktor	Zeynal İsayev
Dizayner	Taleh Məlikov
Rəssam	Fərid Quliyev
Korrektor	Olqa Kotova
Məsləhətçi	Sahil Həmidov
Rəyçilər	Aidə Məmmədova
	İradə Təhməzova
	Ülkər Abdulrzayeva
	Nazlıxanım Rzayeva
	Ramin Hüseynov
	Sevinc Ziyəddinova
	Aynurə Zeynalova
	Aminə Kərəmli

© Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin qrif nömdəri:2026-036

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

Hesab-nəşriyyat həcmi: 18,5. Fiziki çap vərəqi: 20,75.
Səhifə sayı 166. Formatı: 57x82 1/8. Kəsimdən sonra ölçüsü: 195×275.
Şriftin adı və ölçüsü: Times new roman 10-11 pt. Ofset kağızı. Ofset çapı.
Pulsuz. Bakı – 2026.

Əlyazmanın yığıma verildiyi və çapa imzalandığı tarix: 31.08.2026

Çap məhsulunu hazırlayan:
Azərbaycan Respublikasının Təhsil İnstitutu (Bakı ş., A.Cəlilov küç., 86).