

О. С. Gabrielyan



# МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к учебнику О. С. Gabrielyan

# Х И М И Я



 ДРОФД

  
ВЕРТИКАЛЬ



О. С. Габриелян



# МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к учебнику О. С. Габриеляна

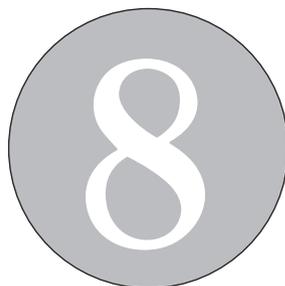
# Х И М И Я



Москва



2018



УДК 372.854  
ББК 74.262.4  
Г12

**Габриелян, О. С.**

Г12 Методическое пособие к учебнику О. С. Габриеляна «Химия». 8 класс / О. С. Габриелян. — М. : Дрофа, 2018. — 109, [3] с.

**ISBN 978-5-358-19619-3**

Методическое пособие разработано в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом основного общего образования и Примерной основной образовательной программой основного общего образования и входит в состав линии УМК «Химия. 8—9 классы» О. С. Габриеляна.

Пособие позволит учителю-предметнику не только грамотно составить рабочую программу, но и организовать деятельность учащихся на уроке, контролировать ее результаты, использовать различные средства обучения, в том числе электронные приложения к учебникам линии и интернет-ресурсы.

**УДК 372.854  
ББК 74.262.4**

# Предисловие

Методическое пособие адресовано учителям, работающим по учебнику О. С. Габриеляна «Химия. 8 класс», соответствующему Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования.

В соответствии с образовательным стандартом **главными целями** школьного химического образования являются:

- *формирование* у обучающихся системы химических знаний как компонента естественно-научных знаний;

- *развитие* личности обучающихся, их интеллектуальных и нравственных качеств, формирование гуманистического отношения к окружающему миру и экологически целесообразного поведения в нем;

- *понимание* обучающимися химии как производительной силы общества и как возможной области будущей профессиональной деятельности;

- *развитие* мышления обучающихся посредством таких познавательных учебных действий, как умение формулировать проблему и гипотезу, ставить цели и задачи, строить планы достижения целей и решения поставленных задач, определять понятия, ограничивать их, описывать, характеризовать и сравнивать;

- *понимание* взаимосвязи теории и практики, умение проводить химический эксперимент и на его основе делать выводы и умозаключения.

Для достижения этих целей в курсе химии на ступени основного общего образования решаются следующие **задачи**:

- *формируются знания основ химической науки* — основных фактов, понятий, химических законов и теорий, выраженных посредством химического языка;

- *развиваются умения* наблюдать и объяснять химические явления, происходящие в природе, в лабораторных условиях, в быту и на производстве;

- *приобретаются специальные умения и навыки* по безопасному обращению с химическими веществами, материалами и процессами;

- *формируется гуманистическое отношение к химии* как производительной силе общества, с помощью которой решаются глобальные проблемы человечества;

- *осуществляется интеграция* химической картины мира в единую научную картину.

Методическое пособие, учебник и все учебные пособия учебно-методического комплекса, разработанные О. С. Габриеляном с соавторами, раскрывают вклад учебного предмета в достижение целей основного общего образования.

Важнейшие содержательные линии предмета:

«Вещество. Строение вещества» — современные представления о строении атома и вещества на основе Периодического закона и Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, учения о химической связи и кристаллическом строении вещества;

«Химическая реакция» — знания о превращениях одних веществ в другие, типологии химических реакций, условиях их протекания и способах управления ими;

«Методы познания химии» — знания, умения и навыки экспериментальных основ химии для получения и изучения свойств важнейших представителей классов неорганических соединений;

«Применение и получение веществ» — знание основных областей применения важнейших веществ и их получение, а также опыт безопасного обращения с веществами, материалами и процессами, необходимыми в быту и на производстве;

«Язык химии» — оперирование системой важнейших химических понятий, знание химической номенклатуры, а также владение химической символикой (химические формулы и уравнения);

«Количественные отношения в химии» — умение производить расчеты по химическим формулам и уравнениям.

В соответствии с этими линиями пособие содержит примерное тематическое планирование и методические рекомендации к темам и урокам курса 8 класса.

Курс химии 8 класса изучается в два этапа:

первый этап — *химия в статике* — рассматривает состав и строение атома и вещества. Его основу составляют сведения о химическом элементе и формах его существования — атомах, изотопах, ионах, простых веществах и их важнейших соединениях (оксидах и других бинарных соединениях, кислотах, основаниях и солях), о строении вещества (типологии химических связей и видах кристаллических решеток);

второй этап — *химия в динамике*, во время которого происходит знакомство учащихся с химическими реакциями как функцией состава и строения участвующих в химических превращениях веществ, с классификацией химических реакций. Свойства кислот, оснований и солей сразу рассматриваются в свете теории электролитической диссоциации. Кроме этого, свойства кислот и солей характеризуются также в свете окислительно-восстановительных процессов.

Значительное место в содержании курса отводится химическому эксперименту. Он позволяет сформировать у обучающихся практические навыки работы с химическим оборудованием, лабораторной посудой и веществами, выполнять несложный химический эксперимент, способствует безопасному и экологически грамотному обращению с веществами, материалами и процессами в быту и окружающей среде.

Практические работы сгруппированы в блоки — химические практикумы, которые служат не только средством закрепления умений и навыков, но и средством контроля качества их сформированности.

Тематическое планирование реализует только один из возможных подходов к распределению учебного материала по времени с учетом возможности предпрофильной подготовки обучающихся к изучению химии на профильном уровне в старшей школе. Поэтому в нем предусмотрено изучение химии из расчета как 2 ч в неделю (70 ч в году), так и 3 ч в неделю (105 ч в году). Особенностью примерного тематического планирования является то, что в нем содержится описание возможных видов деятельности обучающихся, т. е. оно полностью отвечает идеям ФГОС, современным психолого-педагогическим воззрениям и использованию современных педагогических технологий в обучении химии.

Предлагаемое планирование является лишь одним из множества вариантов, поэтому у учителя появляется возможность или работать в соответствии с этим планированием (в этом случае отпадает необходимость дублировать его для предоставления школьной администрации), или модифицировать в соответствии с личными предпочтениями, особенностями контингента учащихся и профильной ориентацией школы. Соответственно необходимость в переработке тематического планирования возникает, если в учебном заведении системному курсу химии основного общего образования предшествовал пропедевтический курс 7 класса.

Методические рекомендации приведены по блокам содержания, которые вызывают наибольшее число вопросов у учителей.

1. Первоначальные химические понятия. Строение атома и вещества.
2. Основные классы неорганических веществ.
3. Количественные отношения в химии.
4. Расчеты по химическим формулам и уравнениям.
5. Химический эксперимент.

# Примерное тематическое планирование. 8 класс

(2/3 ч в неделю, всего 70/105 ч, из них 3/12 ч – резервное время)

Таблица 1

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
1/1	Предмет химии. Вещества	<p>Предмет химии. Методы познания в химии: наблюдение, эксперимент, моделирование. Источники химической информации, ее получение, анализ и представление результатов анализа. Понятие о химическом элементе и формах его существования: свободных атомах, простых и сложных веществах.</p> <p><b>Демонстрации.</b> Модели (шаро-стержневые и Стюарта—Бриггса) различных простых и сложных веществ. Коллекция стеклянной химической посуды. Коллекция материалов и изделий из них на основе алюминия.</p> <p><b>Лабораторные опыты. 1.</b> Сравнение свойств твердых кристаллических веществ и растворов</p>	<p><i>Объяснять</i>, что такое атом, молекула, химический элемент, вещество, простое вещество, сложное вещество, свойства веществ.</p> <p><i>Описывать</i> и <i>сравнивать</i> предметы изучения естественно-научных дисциплин, в том числе химии.</p> <p><i>Классифицировать</i> вещества по составу (простые и сложные).</p> <p><i>Характеризовать</i> основные методы изучения естественных дисциплин.</p> <p><i>Различать</i> тела и вещества, химический элемент и простое вещество.</p> <p><i>Описывать</i> формы существования химического элемента, свойства веществ.</p> <p><i>Наблюдать</i> свойства веществ и явления, происходящие с веществами, с соблюдением правил техники безопасности и анализировать их.</p>

2/2—3	<p>Превращения веществ. Роль химии в жизни человека. Краткие сведения из истории возникновения и развития химии. Основная возложники отечественной химии</p>	<p>Отличие химических реакций от физических явлений. Роль химии в жизни человека. Хемофилия и хемофобия. Роль отечественных ученых в становлении химической науки — работы М. В. Ломоносова, А. М. Бутлерова, Д. И. Менделеева. <b>Демонстрации.</b> Взаимодействие мрамора с кислотой и помутнение известковой воды. <b>Лабораторные опыты.</b> 2. Сравнение скорости испарения воды, одеколна и этилового спирта с фильтровальной бумаги</p>	<p><i>Оформлять</i> отчет с описанием наблюдения, его результатов и выводов. <i>Использовать</i> физическое моделирование</p>
3/4	<p>Знаки (символы) химических элементов. Таблица Д. И. Менделеева</p>	<p>Химическая символика. Знаки химических элементов и происхождение их названий. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, ее структура: малые и большие периоды, группы и подгруппы. Периодическая система как справочное пособие для получения сведений о химических элементах</p>	<p><i>Объяснять</i>, что такое химические явления, физические явления. <i>Объяснять</i> сущность химических явлений с точки зрения атомно-молекулярного учения и их принципиальное отличие от физических явлений. <i>Характеризовать</i> положительную и отрицательную роль химии в жизни человека, вклад М. В. Ломоносова, А. М. Бутлерова, Д. И. Менделеева в отечественную и мировую химическую науку. <i>Составлять</i> сложный план текста. <i>Находить</i> источники химической информации и <i>получать</i> информацию из них</p>
			<p><i>Объяснять</i>, что такое химический знак (символ), коэффициент, индекс. <i>Описывать</i> табличную форму Периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, положение элемента в таблице Д. И. Менделеева. <i>Использовать</i> знаковое моделирование</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
4/5—6	Химические формулы. Относительные атомная и молекулярная массы. Массовая доля элемента в соединении	Химические формулы. Индексы и коэффициенты. Относительные атомная и молекулярная массы. Расчет массовой доли химического элемента в веществе на основе его формулы	<p><i>Объяснить</i>, что такое химическая формула, относительная атомная масса, относительная молекулярная масса, массовая доля элемента.</p> <p><i>Находить</i> относительную молекулярную массу вещества по формуле и массовую долю элемента в нем.</p> <p><i>Характеризовать</i> химическое вещество по его формуле</p>
<b>Тема 1. Атомы химических элементов (9/12 ч)</b>			
5/7—8	Основные сведения о строении атомов. Состав атомных ядер: протоны, нейтроны, изотопы	Атомы как форма существования химических элементов. Основные сведения о строении атомов. Доказательства сложности строения атомов. Опыт Резерфорда. Планетарная модель строения атома. Состав атомных ядер: протоны, нейтроны. Относительная атомная масса. Взаимосвязь понятий «протон», «нейтрон», «относительная атомная масса». Изменение числа протонов в ядре атома — образование новых химических элементов.	<p><i>Объяснить</i>, что такое протон, нейтрон, электрон, химический элемент, массовое число, изотоп.</p> <p><i>Описывать</i> строение ядра атома, используя Периодическую систему химических элементов Д. И. Менделеева.</p> <p><i>Получать</i> информацию по химии из различных источников, анализировать ее</p>

		<p>Изменение числа нейтронов в ядре атома — образование изотопов. Современное определение понятия «химический элемент». Изотопы как разновидности атомов одного химического элемента. <b>Демонстрации.</b> Модели атомов химических элементов. <b>Лабораторные опыты.</b> 3. Моделирование принципа действия сканирующего микроскопа</p>	
6/9—10	<p>Строение электронных уровней атомов химических элементов № 1—20 в таблице Д. И. Менделеева</p>	<p>Электроны. Строение электронных уровней атомов химических элементов малых периодов. Понятие о завершённом электронном уровне</p>	<p><i>Объяснить</i>, что такое электронный слой или энергетический уровень. <i>Составлять</i> схемы распределения электронов по электронным слоям в электронной оболочке</p>
7/11	<p>Изменение свойств химических элементов по группам и периодам</p>	<p>Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева и строение атомов: физический смысл порядкового номера элемента, номера группы, номера периода. <b>Демонстрации.</b> Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева различных форм</p>	<p><i>Различать</i> понятия «элементы-металлы», «элементы-неметаллы». <i>Объяснять</i> закономерности изменения свойств химических элементов в периодах и группах (А-группах) Периодической системы с точки зрения теории строения атома. <i>Сравнивать</i> строение и свойства атомов химических элементов, находящихся в одном периоде или одной А-группе Периодической системы.</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
8/12	Ионная химическая связь	Изменение числа электронов на внешнем электронном уровне атома химического элемента — образование положительных и отрицательных ионов. Ионы, образованные атомами металлов и неметаллов. Причины изменения металлических и неметаллических свойств в периодах и группах. Образование бинарных соединений. Понятие об ионной связи. Схемы образования ионной связи	<p><i>Составлять</i> характеристики химических элементов по их положению в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева</p> <p><i>Объяснять</i>, что такое ионная связь, ионы.</p> <p><i>Характеризовать</i> механизм образования ионной связи.</p> <p><i>Составлять</i> схемы образования ионной связи.</p> <p><i>Использовать</i> знаковое моделирование.</p> <p><i>Определять</i> тип химической связи по формуле вещества.</p> <p><i>Приводить</i> примеры веществ с ионной связью.</p> <p><i>Устанавливать</i> причинно-следственные связи между составом вещества и видом химической связи</p>
9/13	Ковалентная неполярная химическая связь	Взаимодействие атомов элементов-неметаллов между собой — образование двухатомных молекул простых веществ. Ковалентная неполярная химическая связь.	<p><i>Объяснять</i>, что такое ковалентная неполярная связь.</p> <p><i>Составлять</i> схемы образования ковалентной неполярной химической связи.</p>

		<p>Электронные и структурные формулы</p>	<p><i>Использовать</i> знаковое моделирование.  <i>Определять</i> тип химической связи по формуле вещества.  <i>Приводить</i> примеры веществ с ионной связью.  <i>Устанавливать</i> причинно-следственные связи между составом вещества и видом химической связи</p>
<p>10/14</p>	<p>Электроотрицательность. Ковалентная полярная химическая связь</p>	<p>Взаимодействие атомов неметаллов между собой — образование бинарных соединений неметаллов. Электроотрицательность. Ковалентная полярная связь. Понятие о валентности как свойстве атомов образовывать ковалентные химические связи. Составление формул бинарных соединений по валентности. Нахождение валентности по формуле бинарного соединения. <b>Лабораторные опыты.</b> 4. Изготовление моделей молекул бинарных соединений</p>	<p><i>Объяснять</i>, что такое ковалентная полярная связь, электроотрицательность, валентность.  <i>Составлять</i> схемы образования ковалентной полярной химической связи.  <i>Использовать</i> знаковое моделирование.  <i>Характеризовать</i> механизм образования полярной ковалентной связи.  <i>Определять</i> тип химической связи по формуле вещества.  <i>Приводить</i> примеры веществ с ковалентной полярной связью.  <i>Устанавливать</i> причинно-следственные связи между составом вещества и видом химической связи.  <i>Составлять</i> формулы бинарных соединений по валентности и <i>находить</i> валентность элементов по формуле бинарного соединения.  <i>Использовать</i> материальное моделирование</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
11/15	Металлическая химическая связь	Взаимодействие атомов металлов между собой — образование металлических кристаллов. Понятие о металлической связи. <b>Лабораторные опыты. 5.</b> Изготовление модели, иллюстрирующей свойства металлической связи	<i>Объяснить</i> , что такое металлическая связь. <i>Составлять</i> схемы образования металлических химической связи. <i>Использовать</i> знаковое моделирование. <i>Характеризовать</i> механизм образования металлической связи. <i>Определять</i> тип химической связи по формуле вещества. <i>Приводить</i> примеры веществ с металлической связью. <i>Устанавливать</i> причинно-следственные связи между составом вещества и видом химической связи. <i>Использовать</i> материальное моделирование. <i>Представлять</i> информацию о химической связи в виде таблиц, схем, опорного конспекта, в том числе с применением средств ИКТ
12/ 16—17	Обобщение и систематизация знаний по теме «Атомы химических элементов»		
13/18	Контрольная работа по теме «Атомы химических элементов»		

<b>Тема 2. Простые вещества (6/9 ч)</b>		
14/19	<p>Простые вещества — металлы</p>	<p>Положение металлов в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева. Важнейшие простые вещества — металлы: железо, алюминий, кальций, магний, натрий, калий. Общие физические свойства металлов.  <b>Демонстрации.</b> Образцы металлов.  <b>Лабораторные опыты.</b> 6. Ознакомление с коллекцией металлов</p>
15/20—21	<p>Простые вещества — неметаллы, их сравнение с металлами.  Аллотропия</p>	<p>Положение неметаллов в Периодической системе. Важнейшие простые вещества — неметаллы, образующие атомами кислорода, водорода, азота, серы, фосфора,</p>
		<p><i>Объяснить</i>, что такое металлы, пластичность, теплопроводность, электропроводность.  <i>Описывать</i> положение элементов-металлов в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева.  <i>Классифицировать</i> простые вещества — металлы и неметаллы.  <i>Характеризовать</i> общие физические свойства металлов.  <i>Установливать</i> причинно-следственные связи между строением атома и химической связью в простых веществах — металлах.  <i>Изучать</i> самостоятельно свойства металлов при соблюдении правил техники безопасности.  <i>Оформлять</i> отчет с описанием наблюдения, его результатов и выводов.  <i>Получать</i> химическую информацию из различных источников</p>
		<p><i>Объяснить</i>, что такое неметаллы, аллотропия, аллотропные видоизменения, или модификации.  <i>Описывать</i> положения элементов-неметаллов в Периодической системе</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
16/ 22—23	Количество вещества	<p>углерода. Молекулы водорода, кислорода, азота, галогенов. Относительная молекулярная масса. Способность атомов химических элементов к образованию нескольких простых веществ — аллотропия. Аллотропные модификации кислорода, фосфора, олова.</p> <p>Металлические и неметаллические свойства простых веществ. Относительность этого понятия.</p> <p><b>Демонстрации.</b> Получение озона. Образцы белого и серого олова, белого и красного фосфора.</p> <p><b>Лабораторные опыты.</b> 7. Знакомление с коллекцией неметаллов</p>	<p>химических элементов Д. И. Менделеева.</p> <p><i>Определять</i> принадлежность неорганических веществ к одному из изученных классов: металлы и неметаллы.</p> <p><i>Доказывать</i> относительность деления простых веществ на металлы и неметаллы.</p> <p><i>Устанавливать</i> причинно-следственные связи между строением атома и химической связью в простых веществах — неметаллах.</p> <p><i>Объяснять</i> многообразие простых веществ таким фактором, как аллотропия.</p> <p><i>Изучать</i> самостоятельно свойства неметаллов при соблюдении правил техники безопасности.</p> <p><i>Формулировать</i> отчет с описанием наблюдения, его результатов и выводов.</p> <p><i>Выполнять</i> сравнение по аналогии</p> <p><i>Объяснять</i>, что такое количество вещества, моль, постоянная Авогадро, молярная масса.</p>
		<p>Постоянная Авогадро. Количество вещества. Моль. Молярная масса. Кратные единицы измерения ко-</p>	

		<p>личества вещества — миллимоль и киломоль, миллимолярная и киломолярная массы вещества. Расчеты с использованием понятий «количество вещества», «молярная масса», «постоянная Авогадро». <b>Демонстрации.</b> Некоторые металлы и неметаллы с количеством вещества <b>1 моль</b></p>	<p><i>Решать</i> задачи с использованием понятий «количество вещества», «молярная масса», «постоянная Авогадро»</p>
17/24	<p>Молярный объем газообразных веществ</p>	<p>Молярный объем газообразных веществ. Кратные единицы измерения — миллимолярный и киломолярный объемы газообразных веществ. Расчеты с использованием понятий «количество вещества», «молярная масса», «молярный объем газов», «постоянная Авогадро». <b>Демонстрации.</b> Молярный объем газообразных веществ</p>	<p><i>Объяснять</i>, что такое молярный объем газов, нормальные условия. <i>Решать</i> задачи с использованием понятий «количество вещества», «молярная масса», «молярный объем газов», «постоянная Авогадро»</p>
18/25	<p>Решение задач с использованием понятий «количество вещества», «постоянная Авогадро», «молярная масса», «молярный объем газов»</p>	<p>Расчеты с использованием понятий «количество вещества», «молярная масса», «молярный объем газов», «число Авогадро»</p>	<p><i>Характеризовать</i> количественную сторону химических объектов и процессов. <i>Решать</i> задачи с использованием понятий «количество вещества», «молярная масса», «молярный объем газов», «постоянная Авогадро»</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
19/26	Обобщение и систематизация знаний по теме «Простые вещества»	Выполнение заданий по теме «Простые вещества»	<i>Получать</i> химическую информацию из различных источников. <i>Представлять</i> информацию по теме «Простые вещества» в виде таблиц, схем, опорного конспекта, в том числе с применением средств ИКТ
—/27	Контрольная работа по теме «Простые вещества»		
<b>Тема 3. Соединения химических элементов (14/16 ч)</b>			
20/28	Степень окисления. Основы номенклатуры бинарных соединений	Степень окисления. Сравнение степени окисления и валентности. Определение степени окисления элементов в бинарных соединениях. Составление формул бинарных соединений, общий способ образования их названий. Бинарные соединения металлов и неметаллов: оксиды, хлориды, сульфиды и пр. Составление формул бинарных соединений	<i>Объяснять</i> , что такое степень окисления, валентность. <i>Определять</i> степени окисления элементов в бинарных соединениях. <i>Составлять</i> формулы бинарных соединений на основе общего способа образования их названий. <i>Сравнивать</i> валентность и степень окисления
21—22/ 29—30	Оксиды	Бинарные соединения неметаллов: оксиды, летучие водородные соединения, их состав и названия.	<i>Объяснять</i> , что такое оксиды. <i>Определять</i> принадлежность неорганических веществ к классу оксидов по формуле.

23—24/ 31—32	Основания	<p>Представители оксидов: вода, углекислый газ, негашеная известь. Представители летучих водородных соединений: хлороводород и аммиак.</p> <p><b>Демонстрации.</b> Образцы оксидов.</p> <p><b>Лабораторные опыты.</b> 8. Знакомление с коллекцией оксидов.</p> <p>9. Знакомление со свойствами аммиака. 10. Качественная реакция на углекислый газ</p>	<p><i>Находить</i> валентности и степени окисления элементов в оксидах.</p> <p><i>Описывать</i> свойства отдельных представителей оксидов.</p> <p><i>Составлять</i> формулы и названия оксидов.</p> <p><i>Проводить</i> наблюдения (в том числе опосредованные) свойств веществ и происходящих с ними явлений с соблюдением правил техники безопасности.</p> <p><i>Оформлять</i> отчет с описанием эксперимента, его результатов и выводов</p>
	Основания	<p>Основания, их состав и названия. Растворимость оснований в воде. Представители щелочей: гидроксиды натрия, калия и кальция. Понятие об индикаторах и качественных реакциях.</p> <p><b>Демонстрации.</b> Образцы оснований. Кислотно-щелочные индикаторы и изменение их окраски в щелочной среде</p>	<p><i>Объяснять</i>, что такое основания, щелочи, качественная реакция, индикатор.</p> <p><i>Классифицировать</i> основания по растворимости в воде.</p> <p><i>Определять</i> принадлежность неорганических веществ к классу оснований по формуле.</p> <p><i>Находить</i> степени окисления элементов в основаниях.</p> <p><i>Характеризовать</i> свойства отдельных представителей оснований.</p> <p><i>Составлять</i> формулы и названия оснований.</p> <p><i>Использовать</i> таблицу растворимости для определения растворимости оснований.</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
25—26/ 33—34	Кислоты	<p>Кислоты, их состав и названия. Классификация кислот. Представители кислот: серная, соляная, азотная. Понятие о шкале кислотности (шкале рН). Изменение окраски индикаторов. <b>Демонстрации.</b> Образцы кислот. Кислотно-щелочные индикаторы и изменение их окраски в нейтральной и кислотной среде. Универсальный индикатор и изменение его окраски в различных средах. Шкала рН. <b>Лабораторные опыты.</b> 11. Определение рН растворов кислоты, щелочи и воды. 12. Определение рН лимонного и яблочного соков на срезе плодов</p>	<p><i>Устанавливать</i> генетическую связь между оксидом и основанием и наоборот</p> <p><i>Объяснять</i>, что такое кислоты, кислородсодержащие кислоты, бескислородные кислоты, кислотная среда, щелочная среда, нейтральная среда, шкала рН. <i>Классифицировать</i> кислоты по оснóвности и содержанию кислорода. <i>Определять</i> принадлежность неорганических веществ к классу кислот по формуле. <i>Находить</i> степени окисления элементов в кислотах. <i>Описывать</i> свойства отдельных представителей кислот. <i>Составлять</i> формулы и названия кислот. <i>Использовать</i> таблицу растворимости для определения растворимости кислот. <i>Устанавливать</i> генетическую связь между оксидом и гидроксидом и наоборот.</p>

			<p><i>Проводить</i> наблюдения (в том числе опосредованные) свойств веществ и происходящих с ними явлений с соблюдением правил техники безопасности.</p> <p><i>Оформлять</i> отчет с описанием эксперимента, его результатов и выводов.</p> <p><i>Исследовать</i> среду раствора с помощью индикаторов.</p> <p><i>Различать</i> экспериментально кислоты и щелочи с помощью индикаторов</p>
27—28/ 35—36	Соли как производные кислот и оснований	Соли как производные кислот и оснований. Их состав и названия. Растворимость солей в воде. Представители солей: хлорид натрия, карбонат и фосфат кальция. <b>Демонстрации.</b> Образцы солей. <b>Лабораторные опыты.</b> 13. Ознакомление с коллекцией солей	<p><i>Объяснять</i>, что такое соли.</p> <p><i>Определять</i> принадлежность неорганических веществ к классу солей по формуле.</p> <p><i>Находить</i> степени окисления элементов в солях.</p> <p><i>Описывать</i> свойства отдельных предстителей солей.</p> <p><i>Составлять</i> формулы и названия солей.</p> <p><i>Использовать</i> таблицу растворимости для определения растворимости солей.</p> <p><i>Проводить</i> наблюдения (в том числе опосредованные) свойств веществ и происходящих с ними явлений с соблюдением правил техники безопасности.</p> <p><i>Оформлять</i> отчет с описанием эксперимента, его результатов и выводов</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
—/37	Обобщение знаний о классификации сложных веществ	<p>Классификация сложных веществ по составу. Составление формул и названий оксидов, оснований, кислот и солей.</p> <p>Решение экспериментальных задач на распознавание растворов кислот и щелочей</p>	<p><i>Классифицировать</i> сложные неорганические вещества по составу на оксиды, основания, кислоты и соли; основания, кислоты и соли по растворимости в воде; кислоты по основности и содержанию кислорода, с использованием различных форм представления классификации.</p> <p><i>Сравнивать</i> оксиды, основания, кислоты и соли по составу.</p> <p><i>Определять</i> принадлежность неорганических веществ к одному из изученных классов соединений по формуле.</p> <p><i>Находить</i> валентности и степени окисления элементов в веществах.</p> <p><i>Осуществлять</i> индуктивное и дедуктивное обобщение источников.</p> <p><i>Представлять</i> информацию по теме «Основные классы неорганических соединений» в виде таблиц, схем, опорного конспекта, в том числе с применением средств ИКТ</p>

29/38	Аморфные и кристаллические вещества	<p>Аморфные и кристаллические вещества. Межмолекулярные взаимодействия. Типы кристаллических решеток. Зависимость свойств веществ от типов кристаллических решеток.</p> <p><b>Демонстрации.</b> Модели кристаллических решеток хлорида натрия, алмаза, оксида углерода (IV).</p> <p><b>Лабораторные опыты.</b> 14. Ознакомление с коллекцией веществ с разным типом кристаллической решетки. Изготовление моделей кристаллических решеток</p>	<p><i>Объяснить</i>, что такое аморфные вещества, кристаллические вещества, кристаллическая решетка, ионная кристаллическая решетка, атомная кристаллическая решетка, молекулярная кристаллическая решетка, металлическая решетка, металл-кристаллическая решетка.</p> <p><i>Установливать</i> причинно-следственные связи между строением атома, химической связью и типом кристаллической решетки химических соединений.</p> <p><i>Характеризовать</i> атомные, молекулярные, ионные и металлические кристаллические решетки; среду раствора с помощью шкалы pH.</p> <p><i>Приводить</i> примеры веществ с разными типами кристаллической решетки.</p> <p><i>Проводить</i> наблюдения (в том числе опосредованные) свойств веществ и происходящих с ними явлений с соблюдением правил техники безопасности.</p> <p><i>Оформлять</i> отчет с описанием эксперимента, его результатов и выводов.</p> <p><i>Составлять</i> на основе текста таблицы, в том числе с применением средств ИКТ</p>
-------	-------------------------------------	---	---

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
30/39	Чистые вещества и смеси. Массовая и объемная доли компонентов в смеси	Чистые вещества и смеси. Примеры жидких, твердых и газообразных смесей. Свойства чистых веществ и смесей. Их состав. Массовая и объемная доли компонента смеси. Расчеты, связанные с использованием понятия «доля». <b>Лабораторные опыты. 15.</b> Ознакомление с образцом горной породы	<i>Объяснить</i> , что такое смеси, массовая доля растворенного вещества, объемная доля вещества в смеси. <i>Проводить</i> наблюдения (в том числе опосредованные) свойств веществ и происходящих с ними явлений с соблюдением правил техники безопасности. <i>Оформлять</i> отчет с описанием эксперимента, его результатов и выводов. <i>Решать</i> задачи с использованием понятий «массовая доля элемента в веществе», «массовая доля растворенного вещества», «объемная доля газообразного вещества»
31—32/ 40—42	Расчеты, связанные с понятием «доля». Обобщение и систематизация знаний по теме «Соединения химических элементов»	Расчеты по формулам соединений ионных классов, связанные с использованием понятия «доля». Выполнение заданий по теме «Соединения химических элементов»	<i>Решать</i> задачи с использованием понятий «массовая доля элемента в веществе», «массовая доля растворенного вещества», «объемная доля газообразного вещества». <i>Представлять</i> информацию по теме «Соединения химических элементов» в виде таблиц, схем, опорного конспекта, в том числе с применением средств ИКТ
33/43	Контрольная работа по теме «Соединения химических элементов»		

<b>Тема 4. Изменения, происходящие с веществами (12/15 ч)</b>		
34/44	<p>Физические явления. Разделение смесей</p>	<p>Понятие явлений как изменений, происходящих с веществом. Явления, связанные с изменением кристаллического строения вещества при постоянном его составе, — физические явления. Физические явления в химии: дистилляция, кристаллизация, выпаривание и возгонка веществ, фильтрование и центрифугирование.</p> <p><b>Демонстрации.</b> Примеры физических явлений: плавление парафина; возгонка йода или бензойной кислоты; диффузия душистых веществ с горящей лампочкой накаливания</p>
35/45	<p>Химические явления. Условия и признаки протекания химических реакций</p>	<p>Объясняют, что такое дистилляция, или перегонка, кристаллизация, выпаривание, фильтрование, возгонка, или сублимация, отстаивание, центрифугирование.</p> <p><b>Устанавливать</b> причинно-следственные связи между физическими свойствами веществ и способом разделения смесей</p> <p>Объясняют, что такое химическая реакция, реакция горения, экзотермическая реакция, эндотермическая реакция.</p> <p><b>Наблюдать и описывать</b> признаки и условия течения химических реакций, делать выводы на основании анализа наблюдений за экспериментом</p> <p>Явления, связанные с изменением состава вещества, — химические реакции. Признаки и условия протекания химических реакций. Выделение теплоты и света — реакции горения. Понятие об экзо- и эндотермических реакциях.</p> <p><b>Демонстрации.</b> Примеры химических явлений: горение магния, фосфора; взаимодействие соляной кислоты с мрамором или мелом</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
36 / 46	Закон сохранения массы веществ. Химические уравнения. Значение индексов и коэффициентов. Составление уравнений химических реакций	Закон сохранения массы веществ. Химические уравнения. Значение индексов и коэффициентов. Составление уравнений химических реакций	<p><i>Объяснять</i>, что такое химическое уравнение.</p> <p><i>Характеризовать</i> закон сохранения массы веществ с точки зрения атомно-молекулярного учения.</p> <p><i>Составлять</i> уравнения химических реакций на основе закона сохранения массы веществ.</p> <p><i>Классифицировать</i> химические реакции по тепловому эффекту</p>
37—38/ 47—49	Расчеты по химическим уравнениям	Расчеты по химическим уравнениям. Решение задач на нахождение количества, массы или объема продукта реакции по количеству, массе или объему исходного вещества. Расчеты с использованием понятия «доля», когда исходное вещество дано в виде раствора с заданной массовой долей растворенного вещества или содержит определенную долю примесей	<p><i>Характеризовать</i> количественную сторону химических процессов.</p> <p><i>Производить</i> расчеты по химическим уравнениям на нахождение количества, массы или объема продукта реакции по количеству, массе или объему исходного вещества; с использованием понятия «доля», когда исходное вещество дано в виде раствора с заданной массовой долей растворенного вещества или содержит определенную долю примесей</p>

39/50	Реакции разложения. Понятие о скорости химической реакции и катализаторах	Реакции разложения. Представление о скорости химических реакций. Катализаторы. Ферменты. <b>Демонстрации.</b> Получение гидроксида меди (II) и его разложение при нагревании; разложение перманганата калия; разложение пероксида водорода с помощью диоксида марганца и катализатор картофеля или моркови	<i>Объяснить</i> , что такое реакции соединения, катализаторы, ферменты. <i>Классифицировать</i> химические реакции по числу и составу исходных веществ и продуктов реакции. <i>Наблюдать и описывать</i> признаки и условия течения химических реакций, делать выводы на основании анализа наблюдений за экспериментом
40/51	Реакции соединения. Цепочки переходов	Реакции соединения. Каталитические и некаталитические реакции, обратимые и необратимые реакции. <b>Демонстрации.</b> Горение красного фосфора и растворение полученного оксида в воде, испытание раствора полученной кислоты индикатором. <b>Лабораторные опыты.</b> 16. Окисление меди в пламени спиртовки или горелки	<i>Объяснить</i> , что такое реакции соединения, реакции разложения, обратимые реакции, необратимые реакции, каталитические реакции, некаталитические реакции. <i>Классифицировать</i> химические реакции по числу и составу исходных веществ и продуктов реакции; направию протекания реакции; участие катализатора. <i>Наблюдать и описывать</i> признаки и условия течения химических реакций, делать выводы на основании анализа наблюдений за экспериментом
41/52	Реакции замещения. Ряд активности металлов	Реакции замещения. Ряд активности металлов, его использование для прогнозирования возможности протекания реакций между металлами и кислотами, реакций вытес-	<i>Объяснить</i> , что такое реакции замещения, ряд активности металлов. <i>Классифицировать</i> химические реакции по числу и составу исходных веществ и продуктов реакции.

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
42/53	Реакции обмена. Правило Бертолле	<p>нения одних металлов из растворов их солей другими металлами.  <b>Демонстрации.</b> Взаимодействие разбавленных кислот с металлами.  <b>Лабораторные опыты.</b> 17. Замещение меди в растворе хлорида меди (II) железом</p>	<p><i>Использовать</i> электрохимический ряд напряжений (активности) металлов для определения возможности протекания реакций между металлами и водными растворами кислот и солей.  <i>Наблюдать</i> и <i>описывать</i> признаки и условия течения химических реакций, делать выводы на основании анализа наблюдений за экспериментом</p>
		<p>Реакции обмена. Реакции нейтрализации. Условия протекания реакций обмена в растворах до конца.  <b>Демонстрации.</b> Растворение гидроксида меди (II) в кислотах; взаимодействие оксида меди (II) с серной кислотой при нагревании</p>	<p><i>Объяснять</i>, что такое реакции обмена, реакции нейтрализации.  <i>Классифицировать</i> химические реакции по числу и составу исходных веществ и продуктов реакции.  <i>Использовать</i> таблицу растворимости для определения возможности протекания реакций обмена.  <i>Наблюдать</i> и <i>описывать</i> признаки и условия течения химических реакций, делать выводы на основании анализа наблюдений за экспериментом</p>

43/54	Типы химических реакций на примере свойств воды. Понятие о гидролизе	Типы химических реакций на примере свойств воды. Реакция разложения — электролиз воды. Реакции соединения — взаимодействие воды с оксидами металлов и неметаллов. Условия взаимодействия оксидов металлов и неметаллов с водой. Понятие «гидроксида». Реакции замещения — взаимодействие воды с металлами. Реакции обмена — гидролиз веществ. <b>Демонстрации.</b> Прибор для электролиза воды. Взаимодействие оксида кальция с водой и испытание полученного раствора фенолфталеином. Взаимодействие натрия с водой	<i>Объяснить</i> , что такое гидролиз. <i>Характеризовать</i> химические свойства воды, <i>описывать</i> их с помощью уравнений соответствующих реакций
44/ 55—57	Обобщение и систематизация знаний по теме «Изменения, происходящие с веществами»	Выполнение заданий по теме «Изменения, происходящие с веществами»	<i>Использовать</i> знаковое моделирование. <i>Получать</i> химическую информацию из различных источников. <i>Представлять</i> информацию по теме «Изменения, происходящие с веществами» в виде таблиц, схем, опорного конспекта, в том числе с применением средств ИКТ
45/58	Контрольная работа по теме «Изменения, происходящие с веществами»		

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
<b>Тема 5. Практикум 1. «Простейшие операции с веществом» (3/5 ч)</b>			
46/59	Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете. Приемы обращения с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами	Правила техники безопасности при работе в химическом кабинете. Приемы обращения с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами	<p><i>Работать</i> с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами в соответствии с правилами техники безопасности.</p> <p><i>Выполнять</i> простейшие приемы обращения с лабораторным оборудованием: с лабораторным штативом, со спиртовкой</p>
—/60	Наблюдения за изменениями, происходящими с горящей свечой, и их описание (домашний эксперимент)	Наблюдения за изменениями, происходящими с горящей свечой, и их описание	<p><i>Работать</i> с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами в соответствии с правилами техники безопасности.</p> <p><i>Наблюдать</i> за свойствами веществ и явлениями, происходящими с веществами.</p> <p><i>Описывать</i> химический эксперимент с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.</p> <p><i>Формулировать</i> выводы по результатам проведенного эксперимента</p>

—/61	Анализ почвы и воды (домашний эксперимент)	Анализ почвы и воды	<p><i>Работать</i> с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами в соответствии с правилами техники безопасности.</p> <p><i>Выполнять</i> простейшие приемы обработки с лабораторным оборудованием: с воронкой, с фильтром, со спиртовкой.</p> <p><i>Наблюдать</i> за свойствами веществ и явлениями, происходящими с веществами.</p> <p><i>Описывать</i> химический эксперимент с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.</p> <p><i>Формулировать</i> выводы по результатам проведенного эксперимента</p>
47/62	Признаки химических реакций	Признаки химических реакций	<p><i>Работать</i> с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами в соответствии с правилами техники безопасности.</p> <p><i>Выполнять</i> простейшие приемы обработки с лабораторным оборудованием: с лабораторным штативом, со спиртовкой.</p> <p><i>Наблюдать</i> за свойствами веществ и явлениями, происходящими с веществами.</p> <p><i>Описывать</i> химический эксперимент с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.</p> <p><i>Формулировать</i> выводы по результатам проведенного эксперимента</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
48/63	Приготовление раствора сахара и определение массовой доли его в растворе	Приготовление раствора сахара и определение массовой доли его в растворе	<p><i>Работать</i> с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами в соответствии с правилами техники безопасности.</p> <p><i>Выполнять</i> простейшие приемы обращения с лабораторным оборудованием: с мерным цилиндром, весами.</p> <p><i>Наблюдать</i> за свойствами веществ и явлениями, происходящими с веществами.</p> <p><i>Описывать</i> эксперимент с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.</p> <p><i>Формулировать</i> выводы по результатам проведенного эксперимента.</p> <p><i>Готовить</i> растворы с определенной массовой долей растворенного вещества.</p> <p><i>Рассчитывать</i> массовую долю растворенного вещества</p>
<b>Тема 6. Растворение. Растворы. Свойства растворов (18/22 ч)</b>			
—/64	Растворение как физико-химический процесс. Растворимость. Типы растворов	Растворение как физико-химический процесс. Понятие о гидратах и кристаллогидратах. Растворимость. Кривые растворимости как модель зависимости растворимо-	<p><i>Объяснять</i>, что такое раствор, гидрат, кристаллогидрат, насыщенный раствор, ненасыщенный раствор, пересыщенный раствор, растворимость.</p>

		<p>сти твердых веществ от температуры. Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы. Значение растворов для природы и сельского хозяйства</p>	<p><i>Определять</i> растворимость веществ с использованием кривых растворимости. <i>Характеризовать</i> растворение с точки зрения атомно-молекулярного учения. <i>Использовать</i> таблицу растворимости для определения растворимости веществ в воде. <i>Составлять</i> графики на основе текста, в том числе с применением средств ИКТ</p>
49/65	Электролитическая диссоциация	<p>Понятие об электролитической диссоциации. Электролиты и неэлектролиты. Механизм диссоциации электролитов с различным характером связи. Степень электролитической диссоциации. Сильные и слабые электролиты. <b>Демонстрации.</b> Испытание веществ и их растворов на электропроводность</p>	<p><i>Характеризовать</i> понятия «электролитическая диссоциация», «электролиты», «неэлектролиты»</p>
50/66—67	Основные положения теории электролитической диссоциации (ТЭД). Ионные уравнения реакций	<p>Основные положения теории электролитической диссоциации. Ионные уравнения реакций. Реакции обмена, идущие до конца. Классификация ионов и их свойства. Молекулярные и ионные уравнения реакций.</p>	<p><i>Характеризовать</i> понятия «степень диссоциации», «сильные электролиты», «слабые электролиты», «катионы», «анионы», «кислоты», «основания», «соли». <i>Составлять</i> уравнения электролитической диссоциации кислот, оснований и солей.</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
51—53/ 68—70	Кислоты: классификация и свойства в свете ТЭД	<p><b>Демонстрации.</b> Зависимость электропроводности уксусной кислоты от концентрации. Движение окрашенных ионов в электрическом поле.</p> <p><b>Лабораторные опыты.</b> 18. Взаимодействие растворов хлорида натрия и нитрата серебра</p>	<p><i>Иллюстрировать</i> примерами основные положения теории электролитической диссоциации; генетическую взаимосвязь между веществами (простое вещество — оксид — гидроксид — соль).</p> <p><i>Различать</i> компоненты доказательств (тезисов, аргументов и формы доказательства).</p> <p><i>Раскрывать</i> сущность понятия «ионные реакции».</p> <p><i>Составлять</i> молекулярные, полные и сокращенные ионные уравнения реакций с участием электролитов.</p> <p><i>Наблюдать</i> и <i>описывать</i> реакции между электролитами с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии</p>
		Кислоты, их классификация. Диссоциация кислот и их свойства в свете ТЭД. Взаимодействие кислот с металлами. Электрохимический ряд напряжений металлов.	<p><i>Характеризовать</i> общие химические свойства кислот с позиций ТЭД.</p> <p><i>Составлять</i> молекулярные, полные и сокращенные ионные уравнения реакций с участием кислот.</p>

54—56/ 71—73	Основания: классификация и свойства в свете ТЭД	<p>Взаимодействие кислот с оксидами металлов. Взаимодействие кислот с основаниями — реакция нейтрализации. Взаимодействие кислот с солями. Использование таблицы растворимости для характеристики химических свойств кислот.</p> <p><b>Лабораторные опыты.</b> 19. Получение нерастворимого гидроксида и взаимодействие его с кислотами.</p> <p>20. Взаимодействие кислот с основаниями. 21. Взаимодействие кислот с оксидами металлов. 22. Взаимодействие кислот с металлами.</p> <p>23. Взаимодействие кислот с солями</p>	<p><i>Наблюдать и описывать</i> реакции с участием кислот с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.</p> <p><i>Проводить</i> опыты, подтверждающие химические свойства кислот, с соблюдением правил техники безопасности</p>
		<p>Основания, их классификация. Диссоциация оснований и их свойства в свете ГЭД. Взаимодействие оснований с солями. Использование таблицы растворимости для характеристики химических свойств оснований. Взаимодействие щелочей с оксидами неметаллов.</p> <p><b>Лабораторные опыты.</b> 24. Взаимодействие щелочей с кислотами.</p>	<p><i>Составлять</i> молекулярные, полные и сокращенные ионные уравнения реакций с участием оснований.</p> <p><i>Наблюдать и описывать</i> реакции с участием кислот с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.</p> <p><i>Проводить</i> опыты, подтверждающие химические свойства оснований, с соблюдением правил техники безопасности</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
57—58/ 74—75	Оксиды: классификация и свойства	<p>25. Взаимодействие щелочей с оксидами неметаллов. 26. Взаимодействие щелочей с солями.</p> <p>27. Получение и свойства нерастворимых оснований</p> <p>Обобщение сведений об оксидах, их классификации и свойствах.</p> <p><b>Лабораторные опыты.</b> 28. Взаимодействие основных оксидов с кислотами. 29. Взаимодействие основных оксидов с водой. 30. Взаимодействие кислотных оксидов с щелочами. 31. Взаимодействие кислотных оксидов с водой</p>	<p><i>Объяснять</i>, что такое несолеобразующие оксиды, солеобразующие оксиды, основные оксиды, кислотные оксиды.</p> <p><i>Характеризовать</i> общие химические свойства солеобразующих оксидов (кислотных и основных) с позиции ТЭД.</p> <p><i>Составлять</i> молекулярные, полные и сокращенные ионные уравнения реакций с участием оксидов.</p> <p><i>Наблюдать</i> и <i>описывать</i> реакции с участием оксидов с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.</p> <p><i>Проводить</i> опыты, подтверждающие химические свойства оксидов, с соблюдением правил техники безопасности</p>

59—60/ 76—77	Соли: классификация и свойства в свете ТЭД	Соли, их диссоциация и свойства в свете ТЭД. Взаимодействие солей с металлами, особенности этих реакций. Взаимодействие солей с солями. Использование таблицы растворимости для характеристики химических свойств солей. <b>Лабораторные опыты.</b> 32. Взаимодействие солей с кислотами. 33. Взаимодействие солей с щелочами. 34. Взаимодействие солей с солями. 35. Взаимодействие растворов солей с металлами	<p><i>Различать</i> понятия «средние соли», «кислые соли», «основные соли».</p> <p><i>Характеризовать</i> общие химические свойства солей с позиций ТЭД.</p> <p><i>Составлять</i> молекулярные, полные и сокращенные ионные уравнения реакций с участием солей.</p> <p><i>Наблюдать</i> и <i>описывать</i> реакции с участием солей с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.</p> <p><i>Проводить</i> опыты, подтверждающие химические свойства солей, с соблюдением правил техники безопасности</p>
61/78	Генетическая связь между классами неорганических веществ	Генетические ряды металла и неметалла. Генетическая связь между классами неорганических веществ	<p><i>Характеризовать</i> понятие «генетический ряд».</p> <p><i>Иллюстрировать:</i> а) примерами основные положения ТЭД; б) генетическую взаимосвязь между веществами (простое вещество — оксид — гидроксид — соль).</p> <p><i>Составлять</i> молекулярные, полные и сокращенные ионные уравнения реакций с участием электролитов.</p> <p><i>Записывать</i> уравнения реакций, соответствующих последовательности («цепочке») превращений неорганических веществ различных классов</p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
62—63/ 79—80	Обобщение и систематизация знаний по теме «Растворение. Свойства растворов электролитов»	Решение задач, упражнений и тестов по теме. Подготовка к контрольной работе	<p><i>Проводить</i> оценку собственных достижений в усвоении темы.</p> <p><i>Корректировать</i> свои знания в соответствии с планируемым результатом.</p> <p><i>Получать</i> химическую информацию из различных источников.</p> <p><i>Представлять</i> информацию по теме «Растворение. Растворы. Свойства растворов электролитов» в виде таблиц, схем, опорного конспекта, в том числе с применением средств ИКТ</p>
64/81  65/ 82—83	Контрольная работа по теме «Растворение. Растворы. Свойства растворов электролитов»  Классификация химических реакций. Окислительно-восстановительные реакции	Окислительно-восстановительные реакции. Определение степеней окисления для элементов, образующих вещества разных классов. Реакции ионного обмена и окислительно-восстановительные реакции. Окислитель и восстановитель, окисление и восстановление. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций методом электронного баланса.	<p><i>Объяснять</i>, что такое окислительно-восстановительные реакции, окислитель, восстановитель, окисление, восстановление.</p> <p><i>Классифицировать</i> химические реакции по признаку «изменение степеней окисления элементов».</p> <p><i>Определять</i> окислитель и восстановитель, процессы окисления и восстановления.</p> <p><i>Использовать</i> знаковое моделирование</p>

		<p><b>Демонстрации.</b> Взаимодействие цинка с серой, соляной кислотой, хлоридом меди (II). Горение магния. Взаимодействие хлорной и сероводородной воды</p>	
66/84	Свойства изученных классов веществ в свете окислительно-восстановительных реакций	Свойства простых веществ — металлов и неметаллов, кислот и солей в свете окислительно-восстановительных реакций	<p><i>Составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций, используя метод электронного баланса. Определить окислитель и восстановитель, процессы окисления и восстановления</i></p>
—/85	Обобщение и систематизация знаний по теме «Окислительно-восстановительные реакции»	Решение задач, упражнений и тестов по теме	<p><i>Составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций, используя метод электронного баланса. Определить окислитель и восстановитель, процессы окисления и восстановления.</i></p> <p><i>Представлять информацию по теме «Окислительно-восстановительные реакции» в виде таблиц, схем, опорного конспекта, в том числе с применением средств ИКТ</i></p>
<b>Тема 7. Практикум 2. «Свойства растворов электролитов» (1/4 ч)</b>			
—/86	Ионные реакции	Ионные реакции	<p><i>Уметь обращаться с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами в соответствии с правилами техники безопасности.</i></p>

Номер урока	Тема урока	Основное содержание урока	Характеристика основных видов деятельности обучающихся (на уровне учебных действий)
—/87	Условия течения химических реакций между растворами электролитов до конца	Условия течения химических реакций между растворами электролитов до конца	<p><i>Наблюдать</i> свойства электролитов и происходящих с ними явлений.  <i>Наблюдать</i> и <i>описывать</i> реакции с участием электролитов с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.  <i>Формулировать</i> выводы по результатам проведенного эксперимента</p> <p><i>Уметь</i> обращаться с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами в соответствии с правилами техники безопасности.  <i>Наблюдать</i> свойства электролитов и происходящих с ними явлений.  <i>Наблюдать</i> и <i>описывать</i> реакции с участием электролитов с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.  <i>Формулировать</i> выводы по результатам проведенного эксперимента</p>
—/88	Свойства кислот, оснований, оксидов и солей	Свойства кислот, оснований, оксидов и солей	<p><i>Уметь</i> обращаться с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами в соответствии с правилами техники безопасности.  <i>Наблюдать</i> свойства электролитов и происходящих с ними явлений.</p>

			<p><i>Наблюдать и описывать</i> реакции с участием электролитов с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.</p> <p><i>Формулировать</i> выводы по результатам проведенного эксперимента</p>
67/89	Решение экспериментальных задач	Решение экспериментальных задач	<p><i>Уметь</i> обращаться с лабораторным оборудованием и нагревательными приборами в соответствии с правилами техники безопасности.</p> <p><i>Распознавать</i> некоторые анионы и катионы.</p> <p><i>Наблюдать</i> свойства электролитов и происходящих с ними явлений.</p> <p><i>Наблюдать и описывать</i> реакции с участием электролитов с помощью естественного (русского или родного) языка и языка химии.</p> <p><i>Формулировать</i> выводы по результатам проведенного эксперимента</p>
<b>Тема 8. Учебные экскурсии (—/4 ч)</b>			
—/ 90—93	Учебные экскурсии	Экскурсии в музеи: минералогические, краеведческие, художественные; лабораторий (учебных заведений, агрохимические, экологические, санитарно-эпидемиологические); аптеки; производственные объекты (химические заводы, водоочистные сооружения и другие местные химические производства)	

# Методические рекомендации по отдельным темам и урокам

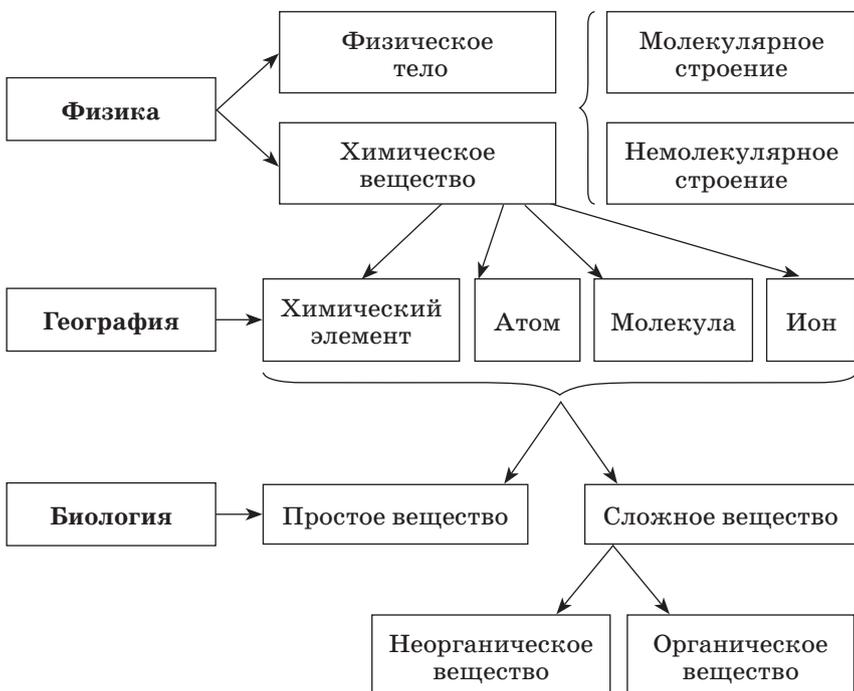
## Тема «Первоначальные химические понятия»

Опора на изученное ранее. Изучение химии на начальном этапе в 8 классе проводится на базе химического компонента, являющегося составной частью учебного содержания предметов естественно-научного цикла (физической географии, физики, биологии), с которыми обучающиеся знакомились ранее, а также на знаниях, полученных в 7 классе, если они изучали пропедевтический курс химии.

Учителю следует акцентировать внимание обучающихся на понятийном аппарате, сформированном ранее, на основе повторения и обобщения, обращения к багажу знаний обучающихся. Приведем систему химических понятий, полученных обучающимися из смежных дисциплин (схема 1).

Схема 1

### Базовые химические понятия, введенные до начала изучения химии



Рекомендуем учителю буквально с первых уроков добиваться понимания различия между понятиями «физическое тело» и «вещество», «простое вещество» и «химический элемент». Для учащихся это различие трудноуловимо, поскольку оно кроется в смысловом содержании, а не в построении фразы (сравните два выражения: «Массовая доля кислорода в воздухе составляет 23%», «Массовая доля кислорода в воде составляет 89% »).

**Формирование химического языка и письменности.** Также на первых уроках начинается формирование азов химического языка и химической письменности. В этом случае эффективно «работает» установление аналогий двух языков, на которых придется общаться восьмиклассникам при изучении химии, — русском и химическом, например установление аналогии для письменности (схема 2).

Схема 2

### Славянская и химическая письменность



**Смысловая нагрузка химической символики.** С первых же уроков химии у восьмиклассников необходимо формировать умение видеть, понимать и озвучивать ту информацию, которая заключена в химической символике. Учитель может оформить план характеристики этой информации на карточках или слайдах-памятках.

**Химический знак (символ) показывает:**

- индивидуальный химический элемент и его название;
- один атом элемента;
- один моль атомов элемента;
- относительную атомную массу.

**Химическая формула показывает:**

- 1) индивидуальное вещество и его название;
- 2) тип вещества (простое или сложное);
- 3) одну молекулу вещества (для веществ, имеющих молекулярное строение) или формульную единицу (для веществ, имеющих немолекулярное строение);
- 4) качественный состав вещества, т. е. какие химические элементы входят в его состав;
- 5) количественный состав вещества, т. е. число атомов каждого химического элемента в составе его молекулы или одной формульной единицы;
- 6) относительную молекулярную массу вещества;
- 7) массовую долю каждого элемента в составе сложного вещества;
- 8) один моль данного вещества и его молярную массу (молярный объем для газов).

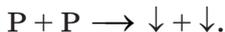
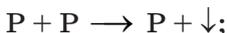
**Химическое уравнение показывает:**

- вещества, вступающие в химическую реакцию (реагенты), и вещества, образующиеся в ее результате (продукты реакции);
- число молекул (формульных единиц) реагентов и число молекул (формульных единиц) продуктов реакции;
- количество вещества реагентов и продуктов реакции, соответствующее коэффициентам перед их формулами в уравнении и, следовательно, количественные отношения между участниками химической реакции;
- тип химической реакции;
- условия протекания химической реакции (температура, катализатор, давление);
- обратимость или необратимость реакции;
- тепловой эффект химической реакции (в термохимических уравнениях).

***Информация, которую несет  
таблица растворимости веществ в воде***

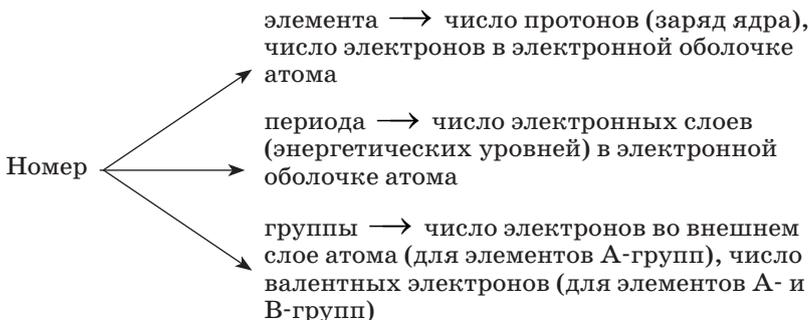
- 1) Степень растворимости вещества:
  - растворимое (Р) — больше 1 г на 100 г воды;
  - малорастворимое (М) — от 0,1 до 1 г на 100 г воды;
  - практически нерастворимое (Н) — меньше 0,1 г на 100 г воды;

- 2) разлагается в воде (—);  
 3) соединение неизвестно (?);  
 4) возможность протекания реакций в растворах солей — только в случае образования осадка:



**Информация, которая содержится в таблице Д. И. Менделеева**

**Символика периодической таблицы**



**Изменение свойств элементов и образованных ими веществ в пределах одного периода**

**1. Возрастают:**

- заряд атомного ядра;
- число электронов на внешнем слое атома;
- степень окисления элементов в высших оксидах и гидроксидах (как правило, равная номеру группы);
- электроотрицательность;
- окислительные свойства;
- неметаллические свойства простых веществ;
- кислотные свойства высших оксидов и гидроксидов.

**2. Уменьшаются:**

- радиус атома;
- металлические свойства простых веществ;
- восстановительные свойства;
- основные свойства высших оксидов и гидроксидов.

**3. Не изменяется** число электронных слоев (энергетических уровней) в атомах.

## **Изменение свойств элементов и образованных ими веществ в пределах одной А-группы**

### **1. Возрастают:**

- заряд атомного ядра;
- число электронных слоев (энергетических уровней в атоме);
- радиус атома;
- восстановительные свойства;
- металлические свойства простых веществ;
- основные свойства высших оксидов и гидроксидов;
- кислотные свойства (степень электролитической диссоциации) бескислородных кислот.

### **2. Уменьшаются:**

- электроотрицательность;
- окислительные свойства;
- неметаллические свойства простых веществ;
- прочность (устойчивость) летучих водородных соединений.

### **3. Не изменяются:**

- число электронов во внешнем слое атома;
- степень окисления элементов в высших оксидах и гидроксидах (как правило, равная номеру группы).

## **Тема «Строение атома»**

**Состав атомного ядра.** Рассмотрение темы урока целесообразно начать с актуализации знаний, уже известных восьмиклассникам об атомах, например, с использованием следующих вопросов.

• Когда появилось понятие «атом»? (*За 400 лет до н. э. Демокрит выдвинул идею о существовании атомов.*)

• Когда в науке утвердилась атомистическая теория? (*Взгляды Демокрита не получили признания. Только в XVIII в. химики начали истолковывать результаты своих исследований с использованием понятия «атом». В 1808 г. Дальтон сформулировал атомистическую теорию.*)

• Каковы основные положения атомно-молекулярного учения?

Учитель отмечает, что в результате химических превращений атомы действительно разделить нельзя, но в конце XIX в. эксперименты, проведенные учеными-физиками, доказали, что атом делим и состоит из частиц, названных элементарными. Число элементарных частиц, известных физикам, превышает 200. Однако для «химического» понимания

строения вещества важно характеризовать три частицы: протоны, нейтроны, электроны.

Учащиеся легко представляют планетарную модель строения атома, предложенную Э. Резерфордом в 1907 г. и изображенную на страницах учебника. Согласно этой модели, строение атома напоминает устройство Солнечной системы. В центре атома находится очень маленькое положительно заряженное ядро, вокруг которого находятся постоянно движущиеся электроны, образующие электронную оболочку атома. Электроны заряжены отрицательно. Отметим, что рисунок в учебнике не отражает истинного соотношения размера атома с размером атомного ядра, так как размер ядра примерно в миллион раз меньше размера всего атома.

Ядро образовано частицами двух видов: протонами и нейтронами, которые иногда называют нуклонами.

Ядро атома всегда заряжено положительно, так как включает положительно заряженные частицы — протоны и электронейтральные частицы — нейтроны. Как же тогда объяснить электронейтральность атома в целом? Учащиеся пытаются дать ответ на этот вопрос, после чего формулируется вывод: число протонов в ядре атома равно числу электронов, образующих электронную оболочку.

На основании полученных сведений учащиеся сами приходят к выводу — дают более точное определение понятия «атом».

**Атом** — это электронейтральная частица, состоящая из ядра, образованного протонами и нейтронами, и электронной оболочки.

Далее учитель раскрывает смысл атомного номера и массового числа химического элемента. Атомный номер  $Z$  соответствует числу протонов в ядре атома и численному значению заряда ядра. Число электронов в атоме, как и число протонов, равно порядковому (атомному) номеру элемента в Периодической системе Д. И. Менделеева.

Учащиеся устно определяют число протонов и электронов в атомах химических элементов, например кислорода, хлора, меди, железа. Следует требовать от учащихся полного ответа, так как это позволяет закрепить новые понятия, изучаемые на уроке.

На основании рассмотренных фактов уточняется определение понятия «химический элемент».

**Химический элемент** — это совокупность атомов с одинаковым положительным зарядом ядра.

Число нейтронов в ядре атома обозначают латинской буквой  $N$ . Суммарное число протонов и нейтронов называют массовым числом. Его обозначают латинской буквой  $A$ .

В природе существуют атомы, имеющие одинаковое число протонов, но разное число нейтронов и, следовательно, разное массовое число. Формулируется определение понятия «изотопы».

**Изотопы** — это атомы одного химического элемента, содержащие различное число нейтронов и, следовательно, имеющие разные массовые числа.

Учитель объясняет этимологию слова «изотопы» и отмечает, что число изотопов у различных элементов может колебаться от двух до десяти и более.

Соотношение между массовым числом, числом нейтронов и протонов в атоме

$$A = Z + N$$

позволяет учащимся заполнить таблицу 2.

Таблица 2

### Состав атомов некоторых химических элементов

Характеристика атома	Химический элемент					
	Хлор		Калий		Аргон	
	${}_{17}^{37}\text{Cl}$	${}_{17}^{35}\text{Cl}$	${}_{19}^{39}\text{K}$	${}_{19}^{40}\text{K}$	${}_{18}^{40}\text{Ar}$	${}_{18}^{36}\text{Ar}$
Массовое число, $A$						
Число протонов, $Z$						
Число нейтронов, $N$						
Число электронов						

В классах с предпрофильной подготовкой учитель может дать дополнительный материал, содержание которого приводится ниже.

Изотопы некоторых химических элементов, например урана, неустойчивы и самопроизвольно распадаются с образованием более легких атомов. Этот процесс называют радиоактивным распадом, а сами распадающиеся атомы — радиоактивными.

Радиоактивные изотопы находят все более широкое применение в технике, медицине, биологии, химии, геофизике и др. Например, искусственно полученный радиоактивный изотоп кобальта  ${}^{60}\text{Co}$  применяют в технике для контроля производства, обнаружения дефектов в металлах и в медицине для лучевой терапии злокачественных опухолей. Выяснилось, что радиоактивное излучение оказывает более сильное воздействие на раковые клетки по сравнению с клетками здоровых тканей. При лечении больных раком с ис-

пользованием источника излучения  $^{60}\text{Co}$  доза, получаемая пациентом, должна быть тщательно рассчитана, для того чтобы разрушалась только раковая опухоль, а здоровая ткань оставалась неповрежденной.

Радиоактивный изотоп криптона  $^{85}\text{Kr}$  используют для обнаружения течей в вакуумных установках, как изотопный индикатор при исследовании коррозии, для контроля износа деталей.

Место утечки нефтепровода, находящегося под землей, обнаруживают добавлением в жидкость короткоживущих изотопов. Затем измеряют уровень радиации на поверхности. Возрастание уровня излучения показывает место утечки топлива.

Радиоуглеродный метод используют для определения возраста растительных или животных остатков. Животные и растения в процессе жизнедеятельности усваивают углерод, который содержит небольшую дозу радиоактивного изотопа углерода  $^{14}\text{C}$ . Гибель растения или животного сопровождается прекращением поглощения углерода  $^{14}\text{C}$ , а накопившийся в организме радиоактивный изотоп постепенно распадается. По оставшейся радиоактивности можно рассчитать возраст материала растительного или животного происхождения.

На использовании радиоактивного изотопа водорода — трития  $^3\text{H}$  и его устойчивого аналога с меньшей атомной массой — дейтерия  $^2\text{H}$  основана водородная энергетика, поскольку при их взаимодействии выделяется огромное количество энергии:



В заключение учитель возвращается к уточнению понятия атомной единицы массы, равной  $1/12$  массы атома углерода  $^{12}\text{C}$ . Учитель предлагает учащимся записать обозначение этого изотопа и на его примере составить полный рассказ о строении его атома. Это позволит повторить и закрепить материал, изученный на уроке.

**Строение электронной оболочки атома.** Этот достаточно сложный для понимания восьмиклассниками урок учитель начинает с постановки проблемы.

Как располагаются электроны вокруг атомного ядра? Хатотически, подобно мошкам вокруг горячей лампочки, или же в каком-то определенном порядке?

Учитель подчеркивает, что планетарная модель атома, предложенная Э. Резерфордом, это очень упрощенная модель. Строение атома значительно сложнее.

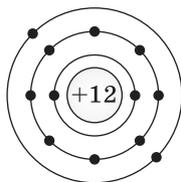
Элементарные частицы ядра (протоны и нейтроны), в свою очередь, состоят из более мелких частиц, называемых **кварками**. Электрон же до сих пор считается элементарной частицей. Эти частицы, а также атомы, молекулы, ионы

являются объектами *микромира*, непосредственно не наблюдаемого нами. В этом мире действуют совсем другие законы, чем в макромире, объекты которого мы можем наблюдать непосредственно или с помощью приборов (микроскопа, телескопа и др.). Поэтому, рассматривая далее строение электронных оболочек атомов, будем учитывать, что мы создаем свое упрощенное представление (модель), которое в значительной степени соответствует современным взглядам, хотя у ученых существуют и другие научные версии.

Электроны в атоме различаются своей энергией. Как показывают опыты, одни из них притягиваются к ядру сильнее, другие — слабее. Главная причина этого заключается в разном удалении электронов от ядра атома. Чем ближе электроны к ядру, тем они прочнее связаны с ним и труднее отрываются от электронной оболочки. Чем дальше они от ядер, тем легче их оторвать. Очевидно, что по мере удаления от ядра атома запас энергии электрона ( $E$ ) увеличивается.

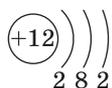
Электроны, движущиеся вблизи ядра, как бы загораживают (экранируют) ядро от других электронов, которые притягиваются к ядру слабее и движутся на большем удалении от него. Электроны с близкими значениями энергии образуют *электронный слой*, или *энергетический уровень*. Далее мы так и будем говорить: «*Электрон находится на определенном энергетическом уровне*».

Необходимо подчеркнуть, что любые изображения строения электронных слоев атома очень условны и лишь схематически (знаковая модель) отображают расположение электронов в атоме. В первую очередь это касается планетарной модели, например, атома магния.

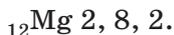


Многие методисты категорически возражают против изображения электронов точками, поскольку это противоречит корпускулярно-волновой природе этой элементарной частицы. Но в классах базового уровня изучения химии понятие атомной орбитали не используется, поэтому такая модель допустима с оговоркой, что она является весьма грубым отражением действительности.

Допускается использование схемы строения атома в виде дуг, под каждой из которых записывают число электронов, находящихся в данном слое.



Еще более упрощенное изображение — в виде ряда чисел, показывающих количество электронов в каждом электронном слое:



Число электронных слоев атома совпадает с номером периода, в котором находится химический элемент в периодической таблице. Например, в атоме химического элемента магния три электронных слоя, что соответствует номеру периода, в котором находится этот элемент. Учитель предлагает указать и объяснить, сколько электронных слоев имеется в атомах водорода, хлора, магния.

На каждом уровне может находиться определенное максимальное число электронов ( $N$ ), которое рассчитывают по формуле  $N = 2n^2$ , где  $n$  — номер электронного слоя. Учащимся предлагается задание: «Вычислите максимальное число электронов в первом, втором и третьем электронных слоях».

Ключевым этапом урока является рассмотрение строения электронных оболочек атомов химических элементов с порядковыми номерами 1—20. Рекомендуется рассматривать строение электронных оболочек атомов не всех подряд химических элементов с этими номерами. Оставшиеся элементы учащиеся рассматривают дома самостоятельно.

Для наглядности делают записи на доске таким образом, чтобы можно было провести сравнение строения электронных оболочек в периодах и группах (табл. 3).

Таблица 3

**Схемы строения электронных оболочек атомов с порядковыми номерами 1—20**

Период	Группа							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Первый								
Второй								
Третий								
Четвертый								

Предлагаем использовать следующий алгоритм:

1) определить общее число электронов в электронной оболочке, которое соответствует порядковому (атомному) номеру элемента в Периодической системе;

2) определить число электронных слоев в электронной оболочке, которое соответствует номеру периода;

3) определить число электронов в каждом электронном слое (просим учащихся вспомнить, какое максимальное число электронов может находиться на первом и втором уровнях).

Анализируя схемы строения электронных оболочек, учитель акцентирует внимание на строении атомов благородных газов: гелия и неона. Их внешние электронные слои завершены. Именно этим объясняется их инертность — устойчивость к химическому воздействию; так, например, до сих пор не получено ни одного соединения гелия.

Важно начать формировать представление учащихся о валентных электронах и объяснить, что химические свойства элементов определяются в основном электронами внешнего слоя.

В классах с предпрофильной подготовкой можно рассмотреть строение атомов элементов побочных подгрупп (на примере железа).

## Тема «Строение вещества»

**Виды химической связи.** Типы химических связей: ионная, ковалентная (полярная и неполярная), металлическая — изучаются на протяжении четырех уроков.

Во второй половине урока, посвященного металлической связи, рекомендуем подвести восьмиклассников к важному выводу о единой природе химических связей и об обусловленности логической взаимосвязи:

*вид химической связи → тип кристаллической решетки → физические свойства вещества.*

В этой связи учителю можно рекомендовать два варианта изучения материала.

В первом случае вначале рассматриваются виды химической связи, а затем на отдельном уроке — типы кристаллических решеток (именно такой вариант предусмотрен в предлагаемом тематическом планировании).

Во втором варианте каждый вид связи рассматривается в органическом единстве с соответствующим кристаллическим строением. Для этого случая при рассмотрении ионной

связи следует дать понятие о кристаллической решетке. Так как логикой учебника предусмотрен первый вариант, для второго предлагаем некоторые рекомендации.

В начале урока, посвященного рассмотрению ионной связи, учитель напоминает учащимся, что изолированные атомы встречаются в природе достаточно редко. Исключение составляют благородные газы. Причина их атомарного существования заключается в завершенности внешнего электронного слоя.

Следующий материал дается в классах с предпрофильной подготовкой или для школьников, изучавших пропедевтический курс.

Атомы благородных газов могут ионизироваться. Этот эффект наблюдается, когда на электроды разрядных трубок, содержащих инертные газы, подают высокое напряжение. При этом для гелия наблюдается желтое свечение, для неона — оранжевое, для аргона — голубое, для криптона — лилово-зеленое, для ксенона — фиолетовое, радона — белое.

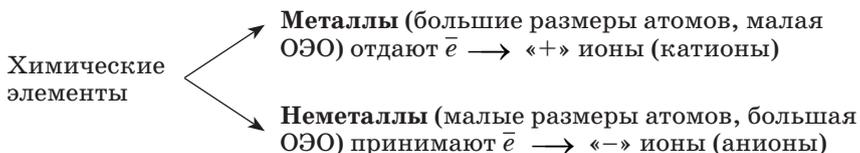
Неоновый свет ярче других и дальше видим, так как лучи этой части видимого света значительно меньше поглощаются и рассеиваются воздухом и мельчайшими капельками тумана. Именно поэтому неон — лучший газ для заполнения электровакуумных приборов, в частности газоразрядных ламп.

Атомы других элементов стремятся к завершению электронной оболочки до устойчивой оболочки благородного газа путем отдачи или присоединения электронов. В результате образуется система связанных атомов и выделяется энергия.

Почему атомы образуют химические связи? Потому что это энергетически выгодно: уменьшается общий запас энергии системы по сравнению с суммой энергий несвязанных атомов.

**Химическая связь** — это результат электронно-ядерного взаимодействия атомов, приводящего к образованию более сложных химических частиц.

Деление химической связи на виды условно и связано с природой химических элементов.

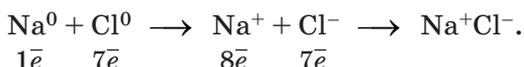


Для количественной оценки химической связи используют различные характеристики, в том числе энергию и длину связи (материал для классов с предпрофильной подготовкой).

**Энергия связи** (мера ее прочности) — энергия, необходимая для разрыва данной химической связи в 1 моль вещества (кДж/моль).

**Длина связи** — это равновесное расстояние между ядрами связанных атомов. Измеряется в нанометрах или пикометрах ( $1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$ ,  $1 \text{ пм} = 10^{-12} \text{ м}$ ).

**1. Ионная связь** — химическая связь между типичными металлами и типичными неметаллами, которые имеют большую разницу в электроотрицательности. Ионная связь между катионами и анионами осуществляется за счет электростатического притяжения:

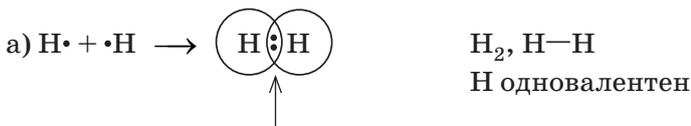


Основные характеристики ионной связи:

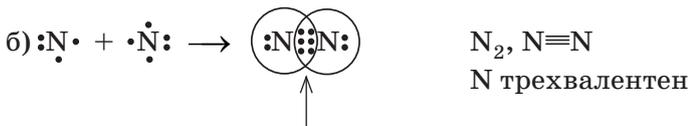
- ненаправленная;
- ненасыщенная.

Вещества с ионным типом связи твердые, тугоплавкие, чаще всего лишены запаха, хрупкие, их растворы и расплавы электропроводны ( $\text{NaCl} = \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ ), многие растворимы в воде.

**2. Ковалентная связь** — химическая связь между неметаллами (или металлом и неметаллом с небольшой разницей в электроотрицательности). Ковалентная связь образуется с помощью общих пар электронов:



Одна общая пара  $\bar{e}$



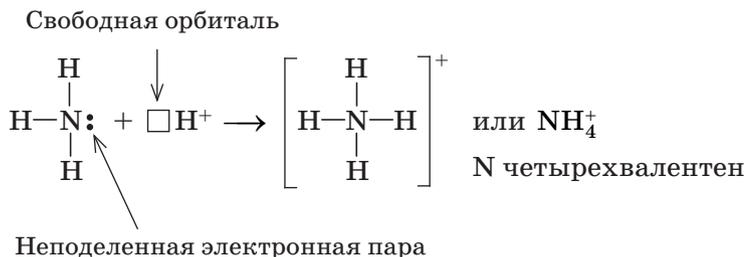
Три общие пары  $\bar{e}$



Одна общая пара  $\bar{e}$

$\text{ЭО}(\text{F}) > \text{ЭО}(\text{H})$ , общая пара электронов смещена к F:  
 $\text{H}^{\delta+} \longrightarrow \text{F}^{\delta-}$ .

Донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи рассматривается только в классах с предпрофильной подготовкой.



Обобщенная классификация ковалентной связи и свойства веществ с ковалентными связями представлены в таблицах 4 и 5 соответственно.

Таблица 4

### Классификация ковалентной связи

Классификация	Виды	Примеры
По механизму образования	<i>Обменный механизм</i>	H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , HF
	<i>Донорно-акцепторный механизм</i> : один из атомов дает электронную пару — донор (N), другой предоставляет свободную орбиталь — акцептор (H <sup>+</sup> )	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
По электроотрицательности атомов	<i>Неполярная связь</i> преимущественно образуется в молекулах простых веществ	В простых веществах H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> и др.
	<i>Полярная связь</i> : общие пары электронов смещены к более электроотрицательному атому	В сложных веществах между атомами с разной электроотрицательностью: H → F, HF H → N ← H, NH <sub>3</sub> ↑ H

Классификация	Виды	Примеры
По кратности	<i>Одинарная связь:</i> образована одной общей парой электронов	H—H, H <sub>2</sub> H—F, HF
	<i>Кратная связь:</i> двойная, тройная — образована соответственно двумя и тремя общими парами электронов	S=S, S <sub>2</sub> (в газобразном агрегатном состоянии), N≡N, N <sub>2</sub>

Таблица 5

**Свойства кристаллических веществ с ковалентными связями**

Молекулярные кристаллические решетки (таких веществ много)	Атомные кристаллические решетки (таких веществ мало)
Состоят из молекул, слабо связанных между собой силами межмолекулярного взаимодействия	Состоят из атомов, связанных сильными ковалентными связями
Не обладают высокой прочностью	Очень простые кристаллы
Имеют низкие $t_{пл}$ и $t_{кип}$	Имеют высокие $t_{пл}$ и $t_{кип}$
Летучие вещества (при обычных условиях — газы, жидкости, твердые вещества)	При обычных условиях только твердые вещества
Часто обладают запахом	Лишены запаха
Некоторые растворимы в полярных и неполярных растворителях	Без химического взаимодействия ни в чем не растворяются
Неэлектропроводны	Обычно неэлектропроводны (искл., например, графит)
Примеры веществ с ковалентной неполярной связью: O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , P <sub>4</sub> , S <sub>8</sub> , I <sub>2</sub> и др.	Примеры веществ с ковалентной неполярной связью: C (графит, алмаз, карбин), Si
Примеры веществ с ковалентной полярной связью: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O, C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Примеры веществ с ковалентной полярной связью: SiO <sub>2</sub> , SiC

На основании анализа механизмов образования ковалентной связи можно сделать важный вывод. В образовании ковалентной связи могут принимать участие:

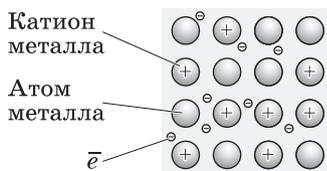
- неспаренные электроны атома;
- неподеленные электронные пары;
- свободные орбитали.

Два последних фактора — причина образования ковалентной связи по донорно-акцепторному механизму — рассматриваются только при 3 ч обучения в неделю, равно как и последующий опережающий материал.

Числом неспаренных электронов (неподеленных электронных пар, свободных орбиталей) и определяются валентные возможности атома, т. е. ковалентная связь *насыщающая*.

**Валентность** — способность атома данного химического элемента образовывать с другими атомами определенное число ковалентных химических связей.

**3. Металлическая связь** — химическая связь, образуемая в металлах и сплавах за счет обобществления валентных электронов (как в случае ковалентной связи), принадлежащих практически всем атомам в кристалле (в отличие от соединений с ковалентной связью). В металлах валентных орбиталей больше, чем валентных электронов.



### **Особенности металлической связи**

- Сравнительно небольшое число электронов одновременно связывает множество атомных ядер — связь делокализована.

- Эти электроны свободно перемещаются по всему кристаллу («свободные электроны», «электронный газ»), который в целом нейтрален.

- Металлическая связь характерна для твердого и жидкого состояний металлов.

- Не обладает направленностью и насыщенностью (как и ионная).

Общие физические свойства металлов: твердость (кроме Hg), металлический блеск, непрозрачность, тепло- и электропроводность (электропроводность понижается с повышением температуры), пластичность, прочность, нерастворимость в H<sub>2</sub>O и др.

Обобщение информации о кристаллических решетках веществ можно представить в виде таблицы 6.

## Типы кристаллических решеток

Тип кристаллической решетки (частицы в узлах)	Вид химической связи в веществе	Примеры	Характерные свойства	
Ионная (катионы и анионы)	Ионная	CaO, NaOH, NH <sub>4</sub> Cl, MgSO <sub>4</sub>	Твердые, тугоплавкие, нелетучие, многие растворимы в воде	
Металлическая (атомы и катионы)	Металлическая	Mg, Na, Cu, Fe	Твердые (кроме Hg), пластичные, электро- и теплопроводные, имеют металлический блеск	
Атомная (атомы)	Ковалентная	Алмаз С, графит С, Si, SiC, SiO <sub>2</sub>	Твердые, прочные, тугоплавкие, нерастворимые в воде	
Молекулярная (молекулы)	Ковалентная	H <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , Br <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O, S <sub>8</sub> , P <sub>4</sub> , C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> , C <sub>15</sub> H <sub>32</sub>	Газы  Жидкости Твердые	Имеют низкие $t_{пл}$ и $t_{кип}$ , многие летучи

Особенностью данной темы является знакомство учащихся с основными классами неорганических веществ в статике, без написания уравнений химических реакций, которые вводятся в следующей теме. В ходе изучения параграфов формируются представления учащихся о классификации неорганических веществ, основанной на их составе. Такой подход обусловлен тем, что для составления уравнений химических реакций учащиеся должны научиться быстро и уверенно называть вещества по их химическим формулам, выполнять обратную задачу — записывать формулы веществ по их названиям, а также уметь относить вещества к тому или иному классу.

Изучение каждого класса неорганических веществ начинается с классификационного признака, затем приводится определение класса, основанное на составе вещества. Отрабатывается номенклатура соединений, даются основы внутриклассовой классификации.

Отнесение простых веществ к металлам или неметаллам для продолжения логической смысловой цепи и формирования причинно-следственных связей нужно связать с материалом предыдущей темы — строением атома. Кроме того, учитель должен объяснить положение металлов и неметаллов в периодической таблице Д. И. Менделеева. Еще раз следует обратить внимание на различие понятий «химический элемент» и «простое вещество». Попутно отметим, что в данном курсе благородные газы отнесены к неметаллам, а не выделены в отдельную группу, хотя единого мнения среди химиков по этому вопросу нет.

При изучении оснований рекомендуется провести их классификацию по растворимости в воде и ввести термин «щелочи». Для формирования внутренней логической взаимосвязи материала необходимо провести соответствие между оксидами металлов и соответствующими основаниями.

При изучении кислот необходимо обратить внимание на окраску трех основных индикаторов (лакмус, фенолфталеин, метиловый оранжевый) в нейтральной, кислотной и щелочной средах. Не будет лишним добавить к перечню индикаторов четвертый — универсальный, особенно при наличии в кабинете химии универсальной индикаторной бумаги.

В параграфе «Соли» особое внимание следует уделить формированию навыков составления формул солей по их названиям на основании зарядов катиона и аниона. На данном уроке следует использовать таблицу растворимости, в которой рядом с клетками анионов рекомендуется записать названия соответствующих солей. Аналогично можно поступить и с таблицей относительных молекулярных масс неорганических веществ. Пользуясь такими таблицами, учащиеся быстрее запомнят новые термины.

Вторую половину урока следует посвятить знакомству с некоторыми представителями изучаемого класса веществ, причем совсем не обязательно из числа приведенных в параграфе. Этот рассказ учителя или подготовленные учащимися сообщения должны содержать интересную, необычную, познавательную информацию, способную заинтересовать учащихся, еще раз убедительно показать, что изучение химии одновременно и занимательно, и необходимо.

## Тема «Классы неорганических веществ»

Обращаясь к опыту классификации объектов по смежным дисциплинам (биологии, географии, физики), учитель подчеркивает, что, разделив объекты на классы, гораздо проще систематизировать сведения о них. Так, все кислоты имеют общие свойства, принципиально отличные от свойств, характерных, например, для щелочей. Зная эти общие свойства и отнеся вещество к классу кислот, тем самым мы представляем свойства этого вещества, хотя, может быть, не провели ни одной химической реакции с его участием.

Учитель предлагает рассмотреть обобщенную классификацию неорганических веществ, построенную по принципу сходства состава, строения и свойств веществ. Он просит учащихся назвать самую глобальную классификацию неорганических веществ, связанную с различием их состава. На основании ответов учащихся учитель начинает составление на доске схемы классификации.



Учащиеся дают соответствующие определения простых и сложных веществ.

Учителю рекомендуется обратить внимание на следующие аспекты.

- Не следует путать сложные вещества и смеси. Смеси состоят из нескольких индивидуальных веществ.

- Не следует путать простое вещество и элемент. Элемент — это вид атомов. В молекуле простого вещества может содержаться несколько атомов. Один элемент может образовывать несколько простых веществ, отличающихся по количественному составу молекулы, по строению молекулы или кристаллической решетки.

- Термины «вещество» и «химическое соединение» не равнозначны. Соединение — это сложное вещество.

- Простое вещество необязательно просто устроено. Например, одно из простых веществ, образованных атомами углерода, — фуллерен — имеет 60 атомов в молекуле, соединенных между собой строго определенным образом, формируя структуру, похожую на футбольный мяч.

Классификацию простых и сложных неорганических веществ продолжают, дополняя изображенную на доске схему.

**Классификация простых веществ.** Учитель просит привести примеры простых веществ и классифицировать их, обосновывая свой ответ, т. е. указывая признаки, положенные в основу классификации.

Далее подводятся итоги ответов учащихся и отмечается, что:

- первоначально в основу классификации простых веществ были положены их физические свойства, а по мере развития химии стали учитывать строение атомов элементов, образующих эти вещества, строение простых веществ и, конечно, их свойства;

- по совокупности всех характеристик простые вещества делят на две группы — металлы и неметаллы.



**Классификация сложных веществ.** Учитель анонсирует классификацию сложных неорганических веществ для завершения схемы на доске. На данном этапе изучения химии нецелесообразно давать понятие об амфотерных оксидах и гидроксидах, поскольку без использования уравнений химических реакций добиться усвоения этого материала чрезвычайно сложно.



## Тема «Металлы»

Учитель подчеркивает, что, несмотря на внедрение новых материалов — пластиков, композитов и т. д., металлы по сей день остаются основными конструкционными материалами.

Переходя от общей классификации неорганических веществ к характеристике простых веществ металлов, учитель акцентирует внимание учащихся на значимости роли металлов в природе и во всех сферах деятельности человека. Затем

учитель подчеркивает, что исключительное значение металлов для развития общества обусловлено, конечно, их уникальными свойствами, и просит учащихся назвать эти свойства.

Учащиеся называют такие свойства металлов, как электро- и теплопроводность, характерный металлический блеск, пластичность, твердость (кроме ртути) и др., используя демонстрационную коллекцию металлов.

Учитель задает учащимся ключевой вопрос: «*Чем же обусловлены эти свойства?*» Далее беседа с оформлением опорного конспекта строится по плану.

### **I. Химические элементы-металлы.**

#### **I.1. Особенности строения атомов металлов.**

I.2. Положение металлов в таблице Д. И. Менделеева в связи со строением атомов.

I.3. Закономерности в изменении свойств элементов-металлов.

### **II. Простые вещества — металлы.**

II.1. Металлическая связь и металлическая кристаллическая решетка.

#### **II.2. Физические свойства металлов.**

Подводя итоги высказываниям учащихся о причинах, обуславливающих особые свойства металлов, учитель в первую очередь отмечает особенности строения электронных оболочек атомов металлов.

**Металлы** — это химические элементы, атомы которых отдают электроны внешнего (а иногда и предвнешнего) электронного слоя, превращаясь в положительные ионы. Это обусловлено небольшим, как правило, числом электронов во внешнем слое, большими по сравнению с неметаллами радиусами атомов, вследствие чего эти электроны (внешнего, а иногда и предвнешнего слоя) слабо удерживаются ядром.

Учитель предлагает учащимся охарактеризовать положение элементов с рассмотренным строением атомов в Периодической системе. Учащиеся отмечают, что это будут элементы, размещенные в левой нижней части таблицы Д. И. Менделеева, т. е. элементы главных подгрупп, расположенные ниже условной диагонали В—At. Кроме того, металлами являются все элементы побочных подгрупп, лантаноиды и актиноиды. Легко сделать вывод, что подавляющее большинство элементов — металлы.

Не лишним будет вспомнить закономерности в изменении свойств элементов-металлов: металлические свойства в периодах с ростом порядкового номера элемента ослабевают, а в главных подгруппах — усиливаются (*с чем это связано?*).

Далее учитель переходит к рассмотрению простых веществ — металлов, начиная с обобщения знаний учащихся о типе химической связи, образуемой атомами металлов, и строении кристаллической решетки.

В ходе обсуждения строения простых веществ — металлов учитель демонстрирует модели кристаллических решеток и акцентирует внимание на особенностях металлической связи:

- сравнительно небольшое количество электронов одновременно связывает множество атомных ядер;
- валентные электроны свободно перемещаются по всему куску металла (или металлическому изделию), который в целом электронейтрален, поэтому эти электроны часто называют свободными;
- металлическая связь не обладает направленностью и насыщаемостью.

Учащиеся делают вывод, что в соответствии именно с таким строением металлы и характеризуются ранее упомянутыми общими физическими свойствами.

Учитель демонстрирует образцы металлов, обращая внимание учащихся и на общие, и на специфические физические свойства (табл. 7).

Таблица 7

### Классификация металлов по физическим свойствам

Свойство, положенное в основу классификации	Классификационные группы	Примеры
Электропроводность	С высокой электропроводностью	<b>Ag</b> ( $6 \cdot 10^7 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ )
	С низкой электропроводностью	<b>Mn</b> ( $5 \cdot 10^6 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ )
Температура плавления	Легкоплавкие	<b>Hg, Ga, Cs, In, Bi</b> $t_{\text{пл}}(\text{Hg}) = -38,9 \text{ }^\circ\text{C}$
	Тугоплавкие	<b>W, Mo, V, Cr</b> $t_{\text{пл}}(\text{W}) = 3420 \text{ }^\circ\text{C}$
Плотность	Легкие	<b>Li, K, Na, Mg</b> $\rho(\text{Li}) = 530 \text{ кг/м}^3$
	Тяжелые	<b>Os, Ir, Pb</b> $\rho(\text{Os}) = 22\,610 \text{ кг/м}^3$
Твердость	Мягкие	<b>In, Na, K, Rb</b> (режутся ножом)
	Твердые	<b>Mo, Cr</b> (царапают стекло)

В заключение этой части учитель заостряет внимание учащихся также на том, что в современной технике обычно используют не чистые металлы, а сплавы. Сплавы позволяют сочетать в одном материале важные практические свойства различных металлов, а также получать материал с новыми свойствами, которыми не обладает ни один из компонентов сплава.

## Тема «Неметаллы»

Для изложения материала можно воспользоваться тем же планом, что и при изучении металлов, также используя лекцию неметаллов.

В процессе беседы восьмиклассники приходят к выводу, что для атомов элементов-неметаллов характерна способность удерживать «свои» электроны и принимать «чужие» до завершения внешнего слоя, так как атомы имеют сравнительно малые радиусы и значительное число электронов во внешнем слое (кроме Н, В).

Элементы-неметаллы располагаются в периодической таблице только в главных подгруппах выше условной диагонали В — At. С учетом благородных газов общее число элементов-неметаллов составляет всего 22.

В периодах с ростом порядкового номера элемента его неметаллические свойства усиливаются, в главных подгруппах с увеличением порядкового номера — ослабевают. Учитель спрашивает: «С чем это связано?»

После обсуждения особенностей строения атомов неметаллов учитель переходит к характеристике простых веществ — неметаллов, обращая внимание на тот факт, что их число значительно больше, чем число элементов-неметаллов. Почему? Причина этого явления кроется в существовании нескольких простых веществ, образованных одним и тем же элементом-неметаллом. Это явление называется аллотропией. Учитель просит учащихся вспомнить и охарактеризовать аллотропные модификации кислорода, углерода, фосфора.

Взаимосвязь строения простых веществ — неметаллов с их физическими свойствами является по большей части повторением уже известного учащимся материала; обобщить эти сведения можно с помощью итоговой таблицы 8.

## Строение и свойства простых веществ

Вещества	Строение атомов	Тип химической связи	Строение простого вещества	Физические свойства
Металлы	Малое число валентных электронов, большой радиус атома	Металлическая	Металлическая кристаллическая решетка	Электро- и теплопроводные, ковкие, пластичные
Неметаллы	Большое число валентных электронов, небольшой радиус атома	Ковалентная неполярная	Молекулярное	Невысокие температуры плавления и кипения, летучие
			Атомное	Высокие температуры плавления и кипения, нелетучие
Благородные газы	Завершенный внешний электронный слой	Отсутствие химических связей между атомами	Изолированные атомы	При обычных условиях газы, низкие температуры кипения и плавления

## Тема «Оксиды»

Материал первого урока может показаться учащимся знакомым, потому что на предыдущем уроке они рассмотрели бинарные соединения и общий способ образования названий этого типа веществ. Тем не менее учитель акцентирует внимание восьмиклассников на определении оксидов как класса бинарных соединений.

**Оксиды** — это сложные вещества, состоящие из двух элементов, один из которых кислород в степени окисления  $-2$ .

Общая формула оксидов:  $\text{Э}_m\text{O}_n$ .

Учитель поясняет учащимся, для чего в определении оксидов указывается степень окисления кислорода. Оказываются, существуют и другие соединения элементов с кислородом, в которых последний проявляет иную степень окисления, например *пероксиды*.

Основное внимание учитель уделяет правилам составления названий и формул оксидов. Классификация оксидов в данной теме не рассматривается.

Учитель демонстрирует образцы оксидов и просит указать вид связи в этих веществах (ионная и ковалентная полярная). Ионный вид связи обуславливает исключительно твердое агрегатное состояние оксидов, а вот оксиды с ковалентным полярным видом связи могут быть газообразными (оксид углерода (IV), оксид серы (IV)), жидкими (вода, оксид серы (VI)) и твердыми веществами (оксид кремния (IV)). Чем это объясняется? Учащиеся выдвигают свои предположения, в том числе могут вспомнить о различных типах кристаллических решеток, характерных для ковалентно построенных соединений. Действительно, оксиды с относительно низкими температурами кипения и плавления образуют молекулярную кристаллическую решетку. Для тугоплавких оксидов (оксид алюминия, оксид кремния (IV)) характерна атомная кристаллическая решетка.

Второй урок посвящен обработке материала по теме «Оксиды», решению расчетных задач по формулам оксидов и сообщениям учащихся о конкретных представителях этого класса.

Сообщения учащихся могут иметь общее название «Оксиды в природе, их значение». Форма сообщения может быть разной: рассказ, стихи, реклама, плакат, компьютерная презентация, выставка оксидов (с использованием коллекции «Минералы и горные породы») и комментарии к ней и др.

Самый известный оксид — оксид водорода (вода  $H_2O$ ), занимающий большую часть поверхности Земли. Ничто живое на нашей планете не может жить без воды.

Важнейшим пороодообразующим оксидом является оксид кремния (IV)  $SiO_2$ , входящий в состав огромного количества минералов (кремнезем, кварц, горный хрусталь, аметист, хризопраз, яшма, агат, цитрин и др.), можно упомянуть тальк  $3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ , асбест  $CaO \cdot 3MgO \cdot 4SiO_2$ .

Оксид алюминия  $Al_2O_3$  образует минерал корунд, а также входит в состав рубинов и сапфиров.

Все знакомы с глиной, используемой в силикатной промышленности для производства керамики. В ее составе оксиды кремния, алюминия и вода.

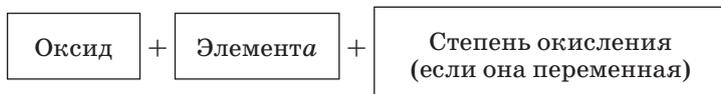
В воздухе содержится оксид углерода (IV), или углекислый газ  $CO_2$ , который, как и вода, участвует в круговороте веществ в природе.

В результате неполного сжигания топлива образуется угарный газ, или оксид углерода (II)  $CO$ .

## Тема «Основания»

На первом уроке учитель акцентирует внимание учащихся на теме предыдущего урока «Оксиды». Учащиеся называют основные признаки оксидов: сложные, бинарные вещества, второй элемент — кислород в степени окисления  $-2$ .

Повторяется способ формирования названий бинарных соединений на примере оксидов:



Проверка сформированности умения называть оксиды и записывать их формулы по названиям проводится в форме химического диктанта. По итогам этого этапа урока выставляются и комментируются оценки.

Затем учитель переходит к объяснению нового материала. На доске и в тетрадях записывается тема урока «Основания». Так как урок комбинированный, то объяснение проводится при непосредственном и активном участии восьмиклассников. Учитель приглашает ученика к доске, просит записать формулу  $\text{NaOH}$  и проанализировать состав этого незнакомого для него вещества. Тот отвечает, что данное вещество имеет более сложный состав по сравнению с оксидами — построено из трех элементов. На вопрос учителя о том, каков характер химической связи в этом веществе, ученик отвечает, что оно построено за счет ионной связи между металлом натрием и неметаллической частью — группой  $\text{—OH}$ , которая, в свою очередь, образована за счет ковалентной полярной связи. Учитель акцентирует внимание учащихся на том, что в одном и том же химическом веществе могут наблюдаться различные типы связи, что говорит об их единой природе.

Далее учитель объясняет, что, подобно веществам, и ионы могут быть простыми ( $\text{Na}^+$ ) и сложными ( $\text{OH}^-$ ). Затем он рассказывает, как на письме отражаются заряды ионов и степени окисления, формируются названия оснований: «гидроксид» + «металла» (с. о., если она переменная), и акцентирует внимание учащихся на том, что если в составе оснований присутствует более одного сложного гидроксид-иона, то в формулу вводятся круглые скобки и второй индекс для сложных ионов читается «дважды», «трижды» и т. д. Наконец, в заключение этого этапа урока учитель начинает формирование простейших звеньев генетической связи между классами неорганических соединений «гидроксид  $\rightleftharpoons$  оксид».

Закрепление нового материала проводится с помощью упражнений типа: «Запишите формулу гидроксида железа (III) два раза. В первой формуле обозначьте заряды ионов, во второй — степени окисления элементов. Обозначьте стрелку у второй формулы и запишите у нее формулу соответствующего оксида. Найдите массу оксида и гидроксида железа (III), соответствующую количеству вещества в 1,5 моль». В заключение этого этапа урока выставляются и комментируются оценки.

На этом уроке вводится еще такое важное понятие начального курса химии, как качественная реакция, которой предшествует деление оснований по признаку растворимости. Растворимое основание — гидроксид кальция (известковую воду) можно распознать с помощью углекислого газа. При пропускании его через известковую воду нетрудно заметить ее помутнение (демонстрация). Учитель акцентирует внимание на различии понятий «реактив» и «определяемое вещество». В данном случае реактивом является углекислый газ, а определяемым веществом — гидроксид кальция. Их роли меняются, если требуется распознать углекислый газ.

Для щелочей имеются групповые реактивы — индикаторы. Учитель демонстрирует изменение окраски индикаторов в щелочной среде.

В заключение урока учитель обращает внимание учащихся на такую важную справочную таблицу, как таблица растворимости, и учит восьмиклассников пользоваться ею.

Второй урок посвящен отработке материала по теме «Основания», решению расчетных задач по формулам оснований и сообщениям учащихся о конкретных представителях этого класса.

Сообщения учащихся могут иметь общее название «Основания и их значение».

## Тема «Кислоты»

В начале первого урока учитель обращает внимание на определение этого класса соединений.

**Кислоты** — это сложные вещества, состоящие из атомов водорода, способных замещаться на атомы металла, и кислотных остатков.

Именно такое определение приводит учитель, так как изучается классификация неорганических веществ по составу.

Признаки, по которым классифицируют кислоты, очень разнообразны. На этом уроке учитель предлагает отметить

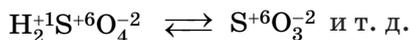
только лишь деление кислот на кислородсодержащие и бескислородные, а также классификацию по числу водородных атомов, способных замещаться на металл.

Учитель демонстрирует образцы кислот: кислородсодержащих  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и бескислородной  $\text{HCl}$ . Учащиеся по химическим формулам определяют основность каждой из этих кислот.

На этом уроке учитель продолжает формировать умение восьмиклассников различать заряды ионов и степени окисления. Так как кислоты образуют ионы только в растворах, в которых происходит превращение ковалентной полярной связи в ионную (об этом речь пойдет при рассмотрении теории электролитической диссоциации), на этом уроке допустима некорректная запись обозначений:



Вторая методическая проблема этого урока состоит в установлении звеньев будущей генетической связи в ряду неметалл — кислота  $\rightleftharpoons$  оксид:



Учитель отмечает, что некоторые кислоты известны только в растворе: угольная, сернистая, марганцевая.

О свойствах и применении кислот на следующем уроке сообщения делают учащиеся. Содержание этих сообщений может включать следующие сведения.

Серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$  — важнейший продукт основной химической промышленности. Наибольшее ее количество идет на производство фосфорных и азотных удобрений. Будучи нелетучей, она используется для получения других кислот —  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  и др. Часть серной кислоты идет на очистку нефтепродуктов, поверхностей металлов от оксидов перед никелированием и хромированием. Она используется в производстве волокон, взрывчатых веществ, красителей, пластмасс, лекарственных препаратов. Ее заливают в свинцовые аккумуляторы.

Азотная кислота  $\text{HNO}_3$  используется в производстве азотных удобрений, взрывчатых веществ, лекарств, красителей, пластмасс, искусственных волокон и др. Дымящая азотная кислота применяется в качестве окислителя ракетного топлива.

Фосфорная кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$  идет в основном на производство фосфорных удобрений.

Соляная кислота  $\text{HCl}$  применяется для получения солей хлоридов, при травлении металлов, а также в пищевой про-

мышленности, медицине, при обработке руд, в химическом синтезе.

Следует добавить, что соляная кислота входит в состав желудочного сока.

## Тема «Соли»

В заключение темы рассматривается один из самых многочисленных классов неорганических веществ — соли.

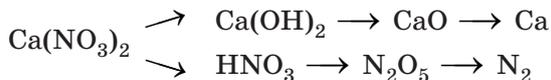
Учитель обращает внимание восьмиклассников на тот факт, что в определении кислот подчеркивалась способность атомов водорода в их молекулах замещаться на атомы металла. Учащиеся сами дают определение солям.

**Соли** — это сложные вещества, состоящие из ионов металла и кислотного остатка.

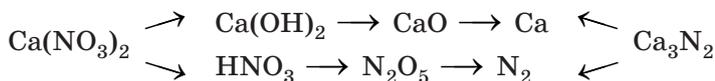
Учитель отмечает, что в солях связь исключительно ионная.

Основная задача урока — отработать составление формул солей по их названиям и, наоборот, научиться называть соли по их химическим формулам. Первая задача выполняется по зарядам ионов, которые для ионов металла определяются по названиям солей, а для ионов кислотного остатка — по основности соответствующей кислоты. Он рекомендует при составлении формул солей пользоваться таблицей растворимости, в которой указаны заряды ионов.

На этом уроке учитель развивает умение восьмиклассников устанавливать генетическую связь между классами неорганических соединений. Это умение отрабатывается при выполнении заданий на «обратные генетические ряды», например: «Запишите формулы кислоты и основания, оксидов металла и неметалла и химические формулы простых веществ — металла и неметалла, соответствующих нитрату кальция».



Учитель может усложнить это задание, попросив учащихся замкнуть цепочку превращений между кальцием и азотом, используя для вывода формулы бинарного соединения (нитрида кальция) положение элементов в Периодической системе.



При выполнении таких заданий будет правильным, если учитель обратит внимание на умение восьмиклассников определять по формулам веществ виды химических связей, за счет которых они образованы, типы соответствующих им кристаллических решеток и физические свойства веществ.

На следующем уроке учитель демонстрирует образцы природных солей из коллекции «Минералы и горные породы», а учащиеся делают сообщения. Далее закрепляются умения учащихся проводить расчеты по формулам солей.

## Тема «Количественные отношения в химии»

Большая часть материала данной тематики достаточно сложна для понимания и требует развитого абстрактного мышления школьников. В первую очередь это касается изучения понятий относительных атомной и молекулярной масс, а также понятия количества вещества.

Обобщением вопроса взаимосвязи количества вещества с его массой, объемом газа и числом частиц может служить схема 3, которую рекомендуется использовать на уроках.

Схема 3

### Взаимосвязь единиц измерения количества вещества

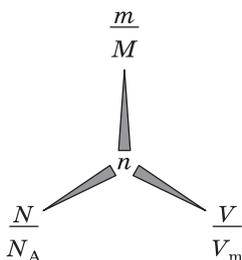


Схема на доске изображается поэтапно. Сначала пишется символ количества вещества как одной из главных физических величин в химии. Затем изображается три луча, которые связывают количество вещества с тремя другими, «более понятными» способами измерения вещества. Получилось некоторое подобие логотипа «Мерседеса». Этот факт следует обыграть, чтобы он запомнился учащимся. У вершин лучей изображаются три физические величины, с помощью которых можно рассчитать количество вещества, — массу, объем и число частиц, и каждую из них следует подчеркнуть. Под чертой записываются аналогичные физические величины, соответствующие одному молю веществ-

ва, — молярная масса, молярный объем и число Авогадро. Теперь проведенная черта превратилась в черту дроби, а три записи по вершинам лучей — в три формулы, с помощью которых можно рассчитать количество вещества.

Уже с первого урока «Количество вещества. Моль» следует требовать от учащихся производить все пересчеты одних величин в другие не «напрямую», а с использованием количества вещества. Например, рассчитывать массу 100 л азота (н. у.) рекомендуется не пропорцией, а путем расчета количества вещества азота, а затем расчета его массы умножением количества вещества на молярную массу. Этот путь и отражает схема 3: количество вещества находится в центре всех расчетов. Такой методический прием хотя и предполагает одно дополнительное математическое действие, зато временные затраты затем с избытком компенсируются при решении более сложных задач.

Значительные трудности для учащихся представляют задачи на взаимный пересчет количества вещества. Например: какое количество вещества атомов водорода содержится в 2 моль воды? Если не вдумываться в сущность вопроса, первая мысль, которая приходит в голову, — разделить 2 моль на число атомов водорода в молекуле, т. е. на 2. Конечно, это неверное решение.

Для ребят с математическим складом ума можно предложить формализованную запись решения задачи с использованием стрелки:

$$n(\text{H}) = \square n(\text{H}_2\text{O}), \text{ т. е. } n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}).$$


Стрелка показывает, что число атомов в молекуле (индекс) нужно использовать в качестве коэффициента. Равенство желательно начинать именно с количества вещества атомов.

Для ребят с гуманитарными наклонностями, возможно, понятнее будет мысленная, условная замена понятия «моль» на понятие «молекула». Цепочка рассуждений в этом случае такова: «Даны не два моля воды, а две молекулы воды. В каждой молекуле воды два атома водорода, следовательно, в двух молекулах воды  $2 \cdot 2 = 4$  атома водорода. Значит, в двух молях воды содержится четыре моля атомов водорода». Такая цепочка позволяет выяснить нужное математическое действие — умножение или деление, значит, ее можно использовать и в том случае, когда дано дробное количество вещества.

Еще сложнее для учащихся решать обратные задачи, например: «В каком количестве вещества аммиака содержится

12 моль атомов водорода?» Запись со стрелкой в этом случае остается без изменения:

$$n(\text{H}) = \square n(\text{NH}_3), \text{ т. е. } n(\text{H}) = 3 \cdot n(\text{NH}_3),$$


только искомая величина теперь в правой части равенства.

Условная замена понятия «моль» на понятие «молекула» также поможет выстроить более понятную логическую цепочку рассуждений.

Отработка данных заданий позволит закрепить понимание смысла записи химических формул с использованием скобок. Например, один моль нитрата алюминия  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  содержит не 6, а 9 моль атомов кислорода. В этом случае схема записи такова:

$$n(\text{O}) = \square n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3),$$


$$\text{т. е. } n(\text{O}) = 3 \cdot 3 \cdot n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 9 \cdot n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3).$$

Первые расчеты по химическим формулам учащиеся проводят при нахождении относительной молекулярной массы вещества. При этом они должны научиться уверенно рассчитывать относительные молекулярные массы веществ не только простого состава, но и более сложных, например карбоната аммония, нитрата алюминия, сульфата железа (III), т. е. соединений, состав которых выражается формулами со скобками.

Учитель обращает внимание учащихся на тот факт, что для школьных расчетов относительные атомные массы всех элементов принято округлять до целых, и лишь для одного элемента сделано исключение — это хлор, относительная атомная масса которого берется равной 35,5. Очень распространенная ошибка — округление (причем неверное!) этой величины до целых, т. е. 35. Учителю следует обратить внимание на то, что очень часто учащиеся используют в расчетах неверные относительные атомные массы алюминия (26 вместо 27), меди (63 вместо 64), серебра (107 вместо 108).

По физическому смыслу относительная масса — величина безразмерная: она показывает, во сколько раз «одно тяжелее другого».

По мере усложнения материала к вопросу расчета относительных молекулярных (и молярных) масс придется возвращаться неоднократно. По единым принципам рассчитываются относительные молекулярные массы более сложных соединений: органических, комплексных, кристаллогидратов. Формулу вещества ученик может видеть впервые в жиз-

ни, названия его не зная, но относительную молекулярную массу должен уметь подсчитать.

$$M_r(\text{CH}_3\text{COOH}) = 2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 16 = 60,$$

$$M_r(\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]) = 3 \cdot 23 + 1 \cdot 59 + (1 \cdot 14 + 2 \cdot 16) \cdot 6 = 404,$$

$$M_r(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 40 + 32 + 4 \cdot 16 + 2(2 + 16) = 172.$$

Вторая часть урока посвящается расчету массовой доли элемента в сложном веществе. Этот материал не представляет сложности, так как является частным случаем математического понятия «часть от целого». Тем более он не требует внимания, если учащиеся изучали пропедевтический курс.

## Тема «Количество вещества»

Это одна из самых сложных для объяснения тем курса. Очевидно, что методические затруднения вызваны высокой степенью абстрактности понятия. Взять хотя бы классическое определение, которое дают почти все школьные учебники.

**Моль** — это такое количество вещества, в котором содержится столько же структурных частиц вещества (молекул, атомов, ионов, электронов и т. д.), сколько их содержится в 6 г углерода  $^{12}_6\text{C}$ .

В этом определении что ни слово (структурные единицы, ионы, электроны), то абстракция или вопрос (почему 6 г, почему углерода, что такое  $^{12}_6\text{C}$ ). И хотя наш курс раскрывает большинство этих абстракций в предыдущей теме «Атомы химических элементов», мы предпочитаем более понятный и конкретный способ объяснения, который исторически доказал свою действенность. Учителя старшего поколения, очевидно, помнят, что раньше даже вузовские курсы давали понятие «грамм-атом» и «грамм-молекула». Понятия устарели, а вот методика — нет. В плане этой методики мы и предлагаем давать понятие «количество вещества».

Учитель спрашивает: «Что изучает химия?» (Вещества.) «А в чем измерять вещества?» Ученики предлагают измерять вещества в единицах массы. Учитель не соглашается: «Это ведь самостоятельная физическая величина, и граммы, килограммы, миллиграммы, тонны, центнеры — это единицы массы. Очевидно, для вещества нужно придумать свою единицу. Но какую? Может быть, вспомнить, из каких частиц состоит вещество?» Ученики отвечают, что из молекул и атомов. Но отсчитать нужное число молекул и атомов технически невозможно из-за их малого размера. Вот если бы найти способ, в котором объединились бы масса (ее измерить просто) и число молекул (атомов). И ученые придумали

мали. Если брать столько граммов вещества, какова его относительная молекулярная масса, сколько же там будет содержаться молекул?

Для  $O_2$  — 32 г [ $M_r(O_2) = 32$ ].

Для  $O_3$  — 48 г [ $M_r(O_3) = 48$ ].

Для  $P_4$  — 124 г [ $M_r(P_4) = 124$ ].

Для  $H_2O$  — 18 г [ $M_r(H_2O) = 18$ ].

Для  $CO_2$  — 44 г [ $M_r(CO_2) = 44$ ].

Оказалось, что в 32 г  $O_2$ , в 48 г  $O_3$ , в 18 г  $H_2O$  и т. д. содержится одинаковое число молекул, равное  $6 \cdot 10^{23}$ . Это число назвали числом Авогадро (обозначается  $N_A$ ). Мы не рекомендуем рассказывать о том, каким научным подвигом было определение числа Авогадро и как велико это число («Оно больше, чем число волос у всех людей планеты Земля» и т. д.). Ребята начинают представлять себе это астрономическое число и отвлекаются от основного объяснения.

Учитель обобщает: «*Вот это количество вещества, которое содержит  $6 \cdot 10^{23}$  молекул какого-либо вещества, и назвали моль ( $n$  или  $\nu$ )*».

Учитель продолжает: «*А что нужно сделать, чтобы отмерить один моль вещества?*» Ребята отвечают, что нужно взять столько граммов этого вещества, какова его  $M_r$ . Масса 1 моль вещества называется молярной массой, обозначается  $M$  и измеряется в г/моль.

Учитель закрепляет: «*Я взял 64 г  $O_2$  — кислорода. Какое количество вещества (сколько молей) я взял?*» Ребята отвечают: «Два». Учитель оформляет этот ответ формулой:

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

отсюда  $m = M \cdot n$  и  $M = \frac{m}{n}$ .

И продолжает: «*А сколько молекул кислорода будут содержать эти 64 г?*» Большинство учащихся отвечают, что  $12 \cdot 10^{23}$  молекул. Учитель опять оформляет ответ формулой:

$$N = N_A \cdot n,$$

отсюда  $n = \frac{N}{N_A}$  и  $N_A = \frac{N}{n}$ .

На этом этапе для закрепления решаются задачи следующего типа.

1. Найти массу  $24 \cdot 10^{23}$  молекул озона  $O_3$ .

2. Сколько молекул содержится в 145 г серной кислоты  $H_2SO_4$ ?

## Тема «Кратные величины измерения количества вещества»

Этот урок можно дать, используя прием аналогии при переходе к производным единицам количества вещества от основной — моль. Это можно сделать, исходя из хорошо знакомых учащимся понятий «масса» и «путь».

«Масса измеряется в граммах. А в тысячу раз большая единица массы?» Килограмм. «А в тысячу раз меньшая единица массы?» Миллиграмм.

«Путь измеряется в метрах. А в тысячу раз большая единица пути?» Километр. «А в тысячу раз меньшая единица пути?» Миллиметр.

«Вещество измеряется в молях. А в тысячу раз большая единица количества вещества?» Киломоль (кмоль). «А в тысячу раз меньшая единица количества вещества?» Миллимоль (ммоль).

Названия последних двух единиц количества вещества учащиеся произносят не задумываясь и лишь потом осознают, что сделали маленькое открытие.

Далее учитель объясняет, что соответствовать молярной массе в г/моль будут киломолярная масса (кг/кмоль) и миллимолярная масса (мг/ммоль).

И аналогично число молекул в 1 моль —  $6 \cdot 10^{23}$ , в 1 киломоль —  $6 \cdot 10^{26}$ , в 1 ммоль —  $6 \cdot 10^{20}$ . Эту часть урока можно обобщить в виде таблицы 9<sup>1</sup>.

При отработке понятий «киломоль» и «миллимоль» можно использовать устный счет по следующим вопросам.

1. Сколько молекул кислорода содержится в 2 моль его? Какую массу будет иметь это количество кислорода?

2. Какую массу имеют 5 кмоль водорода? Сколько молекул водорода содержится в этом его количестве?

3. Сколько «весят»  $3 \cdot 10^{20}$  молекул воды?

В качестве итогов урока учащимся предлагается записать в тетрадях основные определения и некоторые выводы.

1. Количество вещества ( $n$ ) измеряется в молях, миллимолях, киломолях.

2. 1 моль любого вещества содержит число молекул его, равное постоянной Авогадро  $N_A$  ( $6 \cdot 10^{23}$ ).

---

<sup>1</sup> Две последние строки (для объемов) можно оставить пустыми и заполнить их после изучения понятия «молярный объем газообразных веществ».

**Соотношение некоторых физико-химических величин  
и их единиц**

Величина, ее обозначение	Единицы величины		
	Основная	В 1000 раз большая	В 1000 раз меньшая
Масса, $m$	г	кг	мг
Количество вещества, $n$	моль	кмоль	ммоль
Молярная масса, $M$	г/моль	кг/кмоль	мг/ммоль
Число молекул в единице количе- ства вещества — постоянная Авогадро, $N_A$	$6 \cdot 10^{23}$ в 1 моль	$6 \cdot 10^{26}$ в 1 кмоль	$6 \cdot 10^{20}$ в 1 ммоль
Объем газа, $V$	л (дм <sup>3</sup> )	м <sup>3</sup>	мл (мм <sup>3</sup> )
Молярный объем газа, $V_m$	л/моль (22,4 л/моль при н. у.)	м <sup>3</sup> /кмоль (22,4 м <sup>3</sup> /кмоль при н. у.)	мл/моль (22,4 мл/моль при н. у.)

3. Чтобы отмерить 1 моль вещества, нужно взять столько граммов его, какова его относительная молекулярная масса  $M_r$ .

4. Масса 1 моль вещества называется молярной массой ( $M$ ), она измеряется в г/моль и численно равна  $M_r$ .

### Тема «Молярный объем газов»

Объяснение нового материала можно начать с повторения: «Как называется масса 1 моль вещества?» Молярной. «А как называется объем 1 моль вещества?» Конечно же молярным ( $V_m$ ). «От чего зависит молярный объем?» От плотности вещества.

Учитель просит найти, чему будет равен молярный объем воды, если  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ , а  $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1$  г/мл. Ребята отвечают, что  $V_m(\text{H}_2\text{O}) = 18$  мл. Учитель отмеряет этот объем с помощью мерной посуды. Воду лучше окрасить чернилами или другим красителем, чтобы лучше было видно мениск. Далее демонстрируются образцы молярных объемов некоторых жидкостей (например, спирта) и твердых веществ (глюкозы,

сахара, порошков серы или железа). Они разные, так как плотности этих веществ различны.

Другое дело у газов. Оказывается, 1 моль любого газа при н. у. ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и 760 мм рт. ст.) занимает один и тот же молярный объем (учитель демонстрирует модель), равный 22,4 л/моль. Учитель продолжает: «А как будет называться объем 1 киломоля?» Киломолярным. Он равен 22,4 м<sup>3</sup>/моль.

Миллимолярный объем составляет 22,4 мл/ммоль. В ходе этой беседы заполняются две последние строки таблицы 9.

Особо акцентировать внимание на законе Авогадро в классах с 2 ч обучения в неделю нет необходимости, так как этот закон не применяется в практике обучения, используется только следствие из него — молярный объем газов.

Для классов с предпрофильной подготовкой логика формирования понятия о молярном объеме может быть другой.

Взаимосвязь объема газа при н. у. и количества вещества определяет закон Авогадро: одинаковые объемы газов в одинаковых условиях содержат равное число молекул. Если подойти к этому закону «с другой стороны», получаем важное следствие. Возьмем по 1 моль двух веществ (число молекул для них будет одинаково —  $6,022 \cdot 10^{23}$ ), переведем их в газообразное состояние при одинаковых температуре и давлении. Получается, что эти газы будут занимать равные объемы. Если давление будет равно 1 атм (760 мм рт. ст., или 101,3 кПа), а температура —  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (273 К) (так называемые нормальные условия, или н. у.), то этот объем будет равен 22,4 л. Это еще одна важнейшая константа в химии, называемая «молярный объем» ( $V_m$ ) и имеющая размерность л/моль.

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль.}$$

Следовательно, количество вещества можно рассчитать, зная объем газа при нормальных условиях:

$$V_{\text{в-ва}} = \frac{V(\text{газа})}{V_m} [\text{МОЛЬ}].$$

## Тема «Расчеты по химическим формулам и уравнениям»

Учитель подчеркивает, что при проведении расчетов с использованием понятий «количество вещества — масса — объем — число частиц» не рекомендуется применять пропорцию. **Любой пересчет необходимо проводить через количество вещества.**

Рассмотрим примеры решения задач этого типа.

### Задача 1

Вычислите, какое количество вещества составляют:  
а) 14,2 г  $P_2O_5$ ; б) 28 г KOH; в) 6,4 т S; г) 120 мг  $Fe_2(SO_4)_3$ .

Р е ш е н и е

Во всех случаях сначала следует вычислить молярную (киломолярную, миллимолярную) массу вещества, а затем брать отношение массы к молярной массе.

а)  $M(P_2O_5) = 142 \text{ г/моль}$ ;

$$\nu(P_2O_5) = \frac{m(P_2O_5)}{M(P_2O_5)} = \frac{14,2 \text{ г}}{142 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль};$$

б)  $M(KOH) = 56 \text{ г/моль}$ ;

$$\nu(KOH) = \frac{m(KOH)}{M(KOH)} = \frac{28 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль};$$

в)  $M(S) = 32 \text{ кг/кмоль}$ ;

$$\nu(S) = \frac{m(S)}{M(S)} = \frac{6400 \text{ кг}}{32 \text{ кг/моль}} = 200 \text{ кмоль};$$

г)  $M(Fe_2(SO_4)_3) = 400 \text{ мг/ммоль}$ ;

$$\nu(Fe_2(SO_4)_3) = \frac{m(Fe_2(SO_4)_3)}{M(Fe_2(SO_4)_3)} = \frac{120 \text{ мг}}{400 \text{ мг/ммоль}} = 0,3 \text{ ммоль}.$$

### Задача 2

Оксид азота объемом 1,5 л (н. у.) весит 3,08 г. Определите молярную массу оксида.

Р е ш е н и е

Такой пересчет также осуществляется через определение количества вещества.

$$\nu(\text{оксида}) = \frac{V(\text{оксида})}{V_m} = \frac{1,5 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,0670 \text{ моль};$$

$$M(\text{оксида}) = \frac{m(\text{оксида})}{\nu(\text{оксида})} = \frac{3,08 \text{ г}}{0,0670 \text{ г/моль}} = 46 \text{ г/моль}.$$

Следующие задачи рекомендуем для классов с предпрофильной подготовкой.

### Задача 3

Какое число молекул содержится: а) в 4 моль  $\text{NH}_3$ ; б) 1,2 г  $\text{SO}_3$ ; в) 1 л  $\text{SO}_2$  (н. у.); г) 1 м<sup>3</sup>  $\text{N}_2$  (н. у.); д) 5,6 мл  $\text{CH}_4$  (н. у.)?

Р е ш е н и е

а) Зная количество вещества, найти число молекул можно в одно действие:

$$\begin{aligned}v(\text{NH}_3) &= \frac{N(\text{NH}_3)}{N_A}, \text{ отсюда } N(\text{NH}_3) = v(\text{NH}_3) \cdot N_A = \\ &= 4 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,41 \cdot 10^{24}.\end{aligned}$$

б) Если даны масса вещества или объем газа при н. у., прежде всего рассчитывают количество вещества, а затем уже число молекул.

$$v(\text{SO}_3) = \frac{m(\text{SO}_3)}{M(\text{SO}_3)} = \frac{1,2 \text{ г}}{80 \text{ г/моль}} = 0,015 \text{ моль},$$

$$\begin{aligned}N(\text{SO}_3) &= v(\text{SO}_3) \cdot N_A = 0,015 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1/\text{моль} = \\ &= 0,0903 \cdot 10^{23} = 9,03 \cdot 10^{21}.\end{aligned}$$

$$\text{в) } v(\text{SO}_2) = \frac{V(\text{SO}_2)}{V_m} = \frac{1 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,0446 \text{ моль},$$

$$\begin{aligned}N(\text{SO}_2) &= v(\text{SO}_2) \cdot N_A = \\ &= 0,0446 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1/\text{моль} = 2,69 \cdot 10^{22}.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{г) } v(\text{N}_2) &= \frac{V(\text{N}_2)}{V_m} = \frac{1 \text{ м}^3}{22,4 \text{ л/моль}} = \frac{1000 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = \\ &= 44,6 \text{ моль},\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}N(\text{N}_2) &= v(\text{N}_2) \cdot N_A = \\ &= 44,6 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1/\text{моль} = 2,69 \cdot 10^{25}.\end{aligned}$$

$$\text{д) } v(\text{CH}_4) = \frac{V(\text{CH}_4)}{V_m} = \frac{5,6 \text{ мл}}{22,4 \text{ мл/ммоль}} = 0,25 \text{ ммоль},$$

или  $2,5 \cdot 10^{-4}$  моль,

$$\begin{aligned}N(\text{CH}_4) &= v(\text{CH}_4) \cdot N_A = \\ &= 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1/\text{моль} = 1,5 \cdot 10^{20}.\end{aligned}$$

### Задача 4

Определить число атомов каждого элемента: а) в 3 моль  $\text{Br}_2$ ; б) 200 г  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ; в) 10 л  $\text{CCl}_4$  (н. у.).

### Р е ш е н и е

а) Каждая молекула брома содержит два атома. Следовательно, в 1 моль молекулярного брома 2 моль атомов брома:

$$\nu(\text{Br}_2) = 2\nu(\text{Br}) = 2 \cdot 3 \text{ моль} = 6 \text{ моль},$$

$$N(\text{Br}) = \nu(\text{Br}) \cdot N_A = 6 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1/\text{моль} = 3,61 \cdot 10^{24}.$$

б) Рассчитаем количество вещества нитрата цинка:

$$\nu(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{200 \text{ г}}{189 \text{ г/моль}} = 1,06 \text{ моль}.$$

Один моль нитрата цинка содержит один моль атомов цинка, два моля атомов азота и шесть молей атомов кислорода.

$$\nu(\text{Zn}) = \nu(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 1,06 \text{ моль};$$

$$N(\text{Zn}) = \nu(\text{Zn}) \cdot N_A = 1,06 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1/\text{моль} = 6,37 \cdot 10^{23}.$$

$$\nu(\text{N}) = 2\nu(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 2,12 \text{ моль};$$

$$N(\text{N}) = \nu(\text{N}) \cdot N_A = 2,12 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1/\text{моль} = 1,28 \cdot 10^{24}.$$

$$\nu(\text{O}) = 6\nu(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 6,36 \text{ моль};$$

$$N(\text{O}) = \nu(\text{O}) \cdot N_A = 6,36 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1/\text{моль} = 3,83 \cdot 10^{24}.$$

в) Рассчитаем количество вещества хлорида углерода (IV), или тетрахлорида углерода:

$$\nu(\text{CCl}_4) = \frac{V(\text{CCl}_4)}{V_m} = \frac{\overset{\text{А}}{\text{л}}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,446 \text{ моль}.$$

Один моль тетрахлорида углерода содержит один моль атомов углерода и четыре моля атомов хлора.

$$\nu(\text{C}) = \nu(\text{CH}_4) = 0,446 \text{ моль};$$

$$N(\text{C}) = \nu(\text{C}) \cdot N_A = 0,446 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1/\text{моль} = 2,69 \cdot 10^{23}.$$

$$\nu(\text{H}) = 4\nu(\text{CH}_4) = 1,784 \text{ моль};$$

$$N(\text{H}) = \nu(\text{H}) \cdot N_A = 1,784 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 1/\text{моль} = 1,07 \cdot 10^{24}.$$

### Задача 5

Какая масса водорода содержится: а) в 0,0372 моль  $\text{H}_2\text{O}$ ; б) 2,4 г  $\text{H}_2\text{O}$ ; в) 1,8 л водяного пара (н. у.)?

### Р е ш е н и е

а) Зная количество вещества воды, рассчитаем количество вещества атомов водорода. В одном моле воды содержится два моля атомов водорода, т. е.:

$$\nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,0372 \text{ моль} = 0,0744 \text{ моль}.$$

Вычислим массу водорода:

$$m(\text{H}) = \nu(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 0,0744 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 0,744 \text{ г.}$$

б) Начнем расчет с количества вещества воды:

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2,4 \text{ г}}{18 \text{ г/моль}} = 0,133 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,133 \text{ моль} = 0,266 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}) = \nu(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 0,266 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 0,266 \text{ г.}$$

$$\text{в) } \nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{V(\text{H}_2\text{O})}{V_m} = \frac{1,8 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,0804 \text{ моль};$$

$$\nu(\text{H}) = 2\nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 0,0804 \text{ моль} = 0,1608 \text{ моль};$$

$$m(\text{H}) = \nu(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 0,1608 \text{ моль} \cdot 1 \text{ г/моль} = 0,1608 \text{ г.}$$

### Задача 6

Какая масса воды содержится в 18,5 г медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ?

Дано:

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 18,5 \text{ г}$$

Найти:

$$m(\text{H}_2\text{O}) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е

1. Рассчитаем количество вещества медного купороса:

$$\begin{aligned} \nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) &= \\ &= \frac{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \\ &= \frac{18,5 \text{ г}}{250 \text{ г/моль}} = 0,074 \text{ моль.} \end{aligned}$$

2. Сравним количество вещества воды с количеством вещества медного купороса. Из формулы видно, что на 1 моль безводной соли приходится 5 моль воды:

$$\begin{aligned} \nu(\text{H}_2\text{O}) &= 5\nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 5 \cdot 0,074 \text{ моль} = 0,37 \text{ моль.} \end{aligned}$$

3. Найдем массу воды в кристаллогидрате:

$$\begin{aligned} m(\text{H}_2\text{O}) &= \nu(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = \\ &= 0,37 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 6,66 \text{ г.} \end{aligned}$$

### Задача 7

Какая масса мочевины  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  содержит столько же азота, сколько его содержится в 170 г аммиака?

Дано:

$$m(\text{NH}_3) = 170 \text{ г}$$

Найти:

$$m((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = ?$$

Р е ш е н и е

1. Найдем количество вещества аммиака:

$$\nu(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{170 \text{ г}}{17 \text{ г/моль}} = 10 \text{ моль.}$$

2. Количество вещества атомов азота в найденном количестве аммиака составляет:

$$\nu(\text{N}) = \nu(\text{NH}_3) = 10 \text{ моль.}$$

3. Вычислим, какое количество вещества мочевины содержит найденное число молей атомов азота:

$$\nu((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = \frac{1}{2} \nu(\text{N}) = 5 \text{ моль.}$$

4. Рассчитаем массу мочевины:

$$\begin{aligned} m((\text{NH}_2)_2\text{CO}) &= \nu((\text{NH}_2)_2\text{CO}) \cdot M((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = \\ &= 5 \text{ моль} \cdot 60 \text{ г/моль} = 300 \text{ г.} \end{aligned}$$

### Тема «Расчет массовой доли растворенного вещества»

В школьном курсе химии вычисления, связанные с использованием понятия массовой доли вещества в растворе, встречаются как в виде отдельных задач, так и в качестве фрагмента задач на проведение расчетов по химическим уравнениям.

Основная формула, необходимая для решения задач такого типа, ученикам хорошо знакома. Она отражает определение понятия массовой доли вещества в растворе как отношение массы растворенного вещества к массе раствора, выраженное в процентах или долях единицы:

$$w(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%.$$

Если в растворе содержится только растворенное вещество и растворитель, то сумма их масс равна массе раствора:

$$m(\text{раствора}) = m(\text{вещества}) + m(\text{растворителя}).$$

В классах предпрофильной подготовки учитель может усложнить расчеты этого типа задач на основе плотности растворов, аргументируя этот факт тем, что на практике отмерять массу раствора очень неудобно, привычнее брать необходимый объем. Для пересчета этих величин и необходимо знать плотность раствора, которая показывает массу единицы объема и связана с этими физическими величинами формулой:

$$\rho(\text{раствора}) = \frac{m(\text{раствора})}{V(\text{раствора})}.$$

Чаще всего плотность жидкостей дается в г/мл, но встречаются и другие размерности. Следует помнить, что  $1 \text{ г/мл} = 1 \text{ г/см}^3 = 1 \text{ кг/л}$  или  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

В условиях задач плотность чистой воды обычно не указана. Это величина постоянная, равная  $1 \text{ г/мл}$ .

Необходимо обратить внимание учителей на то, что большое число ошибок в расчетах учащихся при решении задач на массовую долю вещества в растворе связано с некорректной записью данных и их последующим использованием. Например, фразу в условии задачи « $150 \text{ г } 5\%$ -го раствора гидроксида натрия» неверно записывают в данных как  $m(\text{NaOH}) = 150 \text{ г}$  и в дальнейшем при решении задачи ошибочно используют эту величину как массу растворенного вещества. При записи данных следует указать, что это масса именно **раствора**  $m(\text{р-ра NaOH})$  или просто  $m(\text{р-ра})$ .

Существует несколько основных подходов к решению задач на массовую долю вещества в растворе. Первый заключается в поэтапном расчете массы растворенного вещества, массы растворителя, массы раствора и т. д.

### Задача 1

Какая масса уксусной кислоты содержится в  $150 \text{ г}$  столового уксуса с массовой долей кислоты  $3,5\%$ ?

**Дано:**

$$m(\text{раствора}) = 150 \text{ г}$$

$$w(\text{кислоты}) = 3,5\%$$

**Найти:**

$$m(\text{кислоты}) \text{ — ?}$$

**Р е ш е н и е**

Массу растворенной кислоты находим по основной формуле:

$$w(\text{кислоты}) = \frac{m(\text{кислоты})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\% \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m(\text{кислоты}) = \frac{w(\text{кислоты}) \cdot m(\text{раствора})}{100\%} =$$

$$= 150 \text{ г} \cdot 0,035 = 5,25 \text{ г}.$$

### Задача 2

В 400 мл воды растворили 112 л аммиака  $\text{NH}_3$  (н. у.). Рассчитать массовую долю растворенного вещества в полученном растворе.

**Дано:**

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 400 \text{ мл}$$

$$V(\text{NH}_3) = 112 \text{ л}$$

**Найти:**

$$w(\text{NH}_3) \text{ — ?}$$

**Р е ш е н и е**

1. Найдем количество вещества аммиака:

$$\nu(\text{NH}_3) = \frac{V(\text{NH}_3)}{V_m} = \frac{112 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 5 \text{ моль.}$$

2. Рассчитаем массу растворенного аммиака:

$$m(\text{NH}_3) = \nu(\text{NH}_3) \cdot M(\text{NH}_3) = 5 \text{ моль} \cdot 17 \text{ г/моль} = 85 \text{ г.}$$

3. Найдем массу воды:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = V(\text{H}_2\text{O}) \cdot \rho(\text{H}_2\text{O}) = 400 \text{ мл} \cdot 1 \text{ г/мл} = 400 \text{ г.}$$

4. Рассчитаем массу полученного раствора:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{NH}_3) = 400 \text{ г} + 85 \text{ г} = 485 \text{ г.}$$

5. Вычислим массовую долю аммиака в полученном растворе:

$$w(\text{NH}_3) = \frac{M(\text{NH}_3)}{m(\text{р-ра})} \cdot 100\% = \frac{85 \text{ г}}{485 \text{ г}} \cdot 100\% = 17,5\%.$$

### Задача 3

Какую массу карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  необходимо растворить в 100 мл 10%-го раствора этого вещества (плотность 1,11 г/мл), чтобы получить раствор с массовой долей соли 15%?

**Дано:**

$$V_1(\text{р-ра}) = 100 \text{ мл}$$

$$\rho_1(\text{р-ра}) = 1,11 \text{ г/мл}$$

$$w_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 10\%$$

$$w_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 15\%$$

**Найти:**

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) \text{ — ?}$$

**Р е ш е н и е**

1. Найдем массу исходного раствора:

$$\begin{aligned} m_1(\text{р-ра}) &= V_1(\text{р-ра}) \cdot \rho_1(\text{р-ра}) = \\ &= 100 \text{ мл} \cdot 1,11 \text{ г/мл} = 111 \text{ г.} \end{aligned}$$

2. Вычислим массу карбоната натрия в первом растворе:

$$m_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m_1(\text{р-ра}) \cdot w_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 111 \text{ г} \cdot 0,1 = 11,1 \text{ г.}$$

3. Пусть масса добавленного  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  равна  $x$  г. Тогда масса карбоната натрия в полученном растворе будет равна

$$m_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) = m_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) + x \text{ (г)},$$

а общая масса полученного раствора станет равной

$$m_2(p-ra) = m_1(p-ra) + x \text{ (г)}.$$

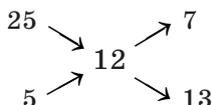
4. Для второго раствора верно равенство:

$$\begin{aligned} w_2(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= \frac{m_2(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m_2(p-ra)} \cdot 100\% = \\ &= \frac{m_1(\text{Na}_2\text{CO}_3) + x}{m(p-ra) + x} \cdot 100\% = 15\%. \end{aligned}$$

Решая последнее уравнение относительно  $x$ , получим  $x = 6,53$  г.

Второй способ решения задач, связанных с приготовлением растворов смешением двух компонентов (вода, чистые вещества, растворы), получил название «правило смешения», или «метод креста». Этот метод используется только в классах с предпрофильной подготовкой.

В левых углах воображаемого прямоугольника записывают массовые доли вещества в обоих смешиваемых компонентах (например, 25 и 5%), в центре — массовую долю вещества в полученном растворе (например, 12%), в правых углах прямоугольника — разности между полученной и исходными концентрациями по абсолютной величине ( $25 - 12 = 13$ ,  $12 - 5 = 7$ ). Массовые доли можно брать как в процентах, так и в долях единицы:



Числа в правых углах прямоугольника 7 и 13 показывают отношение масс соответственно 25%-го и 5%-го растворов, которые нужно смешать для получения 12%-го раствора.

Если одним из компонентов для получения раствора является вода, в соответствующем левом углу прямоугольника пишут 0, если чистое вещество — 100, если кристаллогидрат — массовую долю безводного вещества в кристаллогидрате. В одном из положений «креста» может быть искомая величина  $x$ .

#### **Задача 4**

Какую массу 7%-го раствора хлорида натрия необходимо добавить к 200 г 20%-го раствора, чтобы массовая доля  $\text{NaCl}$  в полученном растворе была равна 15%?

**Дано:**

$$m_1(\text{р-ра}) = 200 \text{ г}$$

$$w_1(\text{NaCl}) = 20\%$$

$$w_2(\text{NaCl}) = 7\%$$

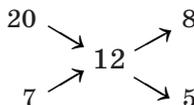
$$w_3(\text{NaCl}) = 15\%$$

**Найти:**

$$m_2(\text{р-ра}) \text{ — ?}$$

**Р е ш е н и е**

1. В соответствии с правилом смешения получаем:



Следовательно, 20% -й и 7% -й растворы нужно смешать в соотношении 8 : 5.

2. Зная, что масса 20% -го раствора равна 200 г, составим пропорцию:

$$8 : 5 = 200 : x.$$

$$\text{Отсюда } x = \frac{200 \cdot 5}{8} = 125 \text{ (г)}.$$

## Тема «Расчеты по уравнениям химических реакций»

Учитель подчеркивает, что уравнения химических реакций не только дают информацию об исходных веществах и полученных продуктах взаимодействия. Они также позволяют рассчитать количество этих веществ, их массу или объем.

Химические реакции проводят для того, чтобы получить нужное вещество. Если масса продукта задана, по уравнению реакции можно рассчитать массы реагентов, которые потребуются для его получения. Напротив, зная количество исходного вещества, несложно рассчитать, сколько продукта взаимодействия из него получится.

Можно предложить следующую последовательность действий при решении задач на расчет по химическому уравнению.

1. Составить уравнение химической реакции.

2. Подчеркнуть формулы веществ, массы (объемы, число молей) которых даны в условии задачи, и формулы веществ, массы (объемы, число молей) которых требуется рассчитать.

3. Над формулами подчеркнутых веществ надписать их массы (объемы, число молей) или  $x$  с размерностями.

4. Под формулами подчеркнутых веществ подписать число молей по уравнению реакции (т. е. соответствующие коэффициенты).

5. Рассчитать количество данного вещества.

6. По коэффициентам в уравнении реакции рассчитать количество искомого вещества.

7. Найти массу или объем искомого вещества.

Проиллюстрируем приведенный алгоритм решения задач на расчет по химическим уравнениям несколькими примерами.

### Задача 1

Какой объем водорода (н. у.) можно получить при взаимодействии цинка массой 6,5 г с раствором серной кислоты?

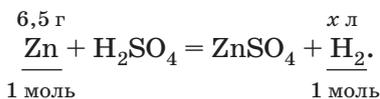
Дано:

$$m(\text{Zn}) = 6,5 \text{ г}$$

Найти:

$$V(\text{H}_2) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е



1. Рассчитаем количество вещества цинка, взятое в реакцию:

$$v(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{M(\text{Zn})} = \frac{6,5 \text{ г}}{65 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль.}$$

2. По уравнению реакции количество вещества водорода равно количеству вещества цинка:

$$v(\text{H}_2) = v(\text{Zn}) = 0,1 \text{ моль.}$$

3. Вычислим объем водорода при нормальных условиях:

$$V(\text{H}_2) = v(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,1 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 2,24 \text{ л.}$$

### Задача 2

Какие массы хлорида алюминия и нитрата серебра необходимо взять для получения 8,61 г хлорида серебра?

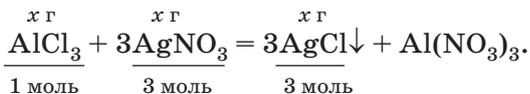
Дано:

$$m(\text{AgCl}) = 8,61 \text{ г}$$

Найти:

$$m(\text{AlCl}_3) \text{ — ?}$$

Р е ш е н и е



1. Рассчитаем количество вещества хлорида серебра:

$$v(\text{AgCl}) = \frac{m(\text{AgCl})}{M(\text{AgCl})} = \frac{8,61 \text{ г}}{143,5 \text{ г/моль}} = 0,06 \text{ моль.}$$

2. По уравнению реакции количество вещества нитрата серебра равно количеству вещества хлорида серебра:

$$v(\text{AgNO}_3) = v(\text{AgCl}) = 0,06 \text{ моль.}$$



1. Рассчитаем количество вещества алюминия:

$$\nu(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{5,4 \text{ г}}{27 \text{ г/моль}} = 0,2 \text{ моль.}$$

2. Найдем количество вещества выделяющегося водорода:

$$\nu(\text{H}_2) = \frac{3}{2} \nu(\text{Al}) = \frac{3}{2} \cdot 0,2 \text{ моль} = 0,3 \text{ моль.}$$

3. Вычислим количество вещества кислорода, требуемого для сжигания водорода:

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{1}{2} \nu(\text{H}_2) = \frac{1}{2} \cdot 0,3 \text{ моль} = 0,15 \text{ моль.}$$

4. Найдем объем необходимого кислорода при н. у.:

$$V(\text{O}_2) = \nu(\text{O}_2) \cdot V_m = 0,15 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 3,36 \text{ л.}$$

Будьте внимательны при переходе от действия 2 к действию 3. Обратите внимание, что изменять число молей водорода не следует: сколько его получилось по первой реакции, столько и взято во вторую, несмотря на различные коэффициенты перед этим веществом в первом и втором уравнениях.

Часто в задачах на расчет по химическому уравнению в качестве усложняющего элемента используется понятие массовой доли вещества в растворе.

Если в виде раствора берется исходное вещество, мы не рекомендуем надписывать над его подчеркнутой формулой ни объем раствора, ни массу раствора, ни его концентрацию. Лучше предварительно определить массу растворенного вещества, тогда задача сводится к примерам, рассмотренным выше.

#### Задача 4

Какую массу сульфата бария можно получить при добавлении избытка раствора сульфата натрия к 17,86 мл 26% -го раствора хлорида бария плотностью 1,12 г/мл?

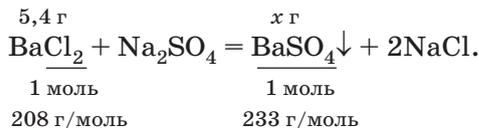
**Дано:**

$$\begin{aligned} V(\text{р-ра}) &= 17,86 \text{ мл} \\ \omega(\text{BaCl}_2) &= 26\% \\ \rho(\text{р-ра}) &= 1,12 \text{ г/мл} \end{aligned}$$

**Найти:**

$$m(\text{BaSO}_4) \text{ — ?}$$

**Р е ш е н и е**



1. Рассчитаем массу исходного раствора:

$$m(\text{р-ра}) = V(\text{р-ра}) \cdot \rho(\text{р-ра}) = 17,86 \text{ мл} \cdot 1,12 \text{ г/мл} = 20 \text{ г.}$$

2. Найдем массу хлорида бария в растворе:

$$m(\text{BaCl}_2) = \frac{m(\text{р-ра}) \cdot w(\text{BaCl}_2)}{100\%} = \frac{20 \text{ г} \cdot 20\%}{100\%} = 5,2 \text{ г.}$$

3. Вычислим количество вещества хлорида бария, взятого в реакцию:

$$\nu(\text{BaCl}_2) = \frac{m(\text{BaCl}_2)}{M(\text{BaCl}_2)} = \frac{5,2 \text{ г}}{208 \text{ г/моль}} = 0,025 \text{ моль.}$$

4. Определим количество вещества образующегося сульфата бария:

$$\nu(\text{BaSO}_4) = \nu(\text{BaCl}_2) = 0,025 \text{ моль.}$$

5. Найдем массу образующегося сульфата бария:

$$\begin{aligned} m(\text{BaSO}_4) &= \nu(\text{BaSO}_4) \cdot M(\text{BaSO}_4) = \\ &= 0,025 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 5,825 \text{ г.} \end{aligned}$$

## **Тема «Решение расчетных задач по уравнениям химических реакций с участием веществ, содержащих примеси»**

Этот тип задач решается в полном соответствии с алгоритмом решений для задач на растворы. Учителю только следует подчеркнуть, что для нахождения массовой доли чистого вещества в образце необходимо из 100% вычесть массовую долю примесей (%), а затем умножить массу образца на массовую долю основного вещества.

В уравнении реакции над подчеркнутой формулой реагента следует надписывать массу чистого вещества, а не массу образца.

Если в условии задачи встречаются слова «технический», «примесь», «образец», это признаки того, что задача относится к рассматриваемому типу. И здесь очень важно различать понятия «чистое вещество» и «вещество с примесью». В частности, фраза в условии задачи «100 г карбоната кальция, содержащего 2% примесей» записывается в условии так:

$$\begin{aligned} m(\text{образца}) &= 100 \text{ г} \\ w(\text{прим.}) &= 2\% \end{aligned}$$

Ошибочна будет запись  $m(\text{CaCO}_3) = 100$  г, поскольку дана масса не чистого карбоната кальция, а вещества, содержащего примеси, т. е. технического образца.

Разберем пример.

### Задача

Какой объем соляной кислоты с массовой долей  $\text{HCl}$  20% ( $\rho = 1,1$  г/мл) потребуется для растворения 42,5 г оксида алюминия, содержащего 4% примесей?

**Дано:**

$$\begin{aligned}w(\text{HCl}) &= 20\% \\ \rho(\text{р-ра}) &= 1,1 \text{ г/мл} \\ m(\text{образца}) &= 42,5 \text{ г} \\ w(\text{прим.}) &= 4\%\end{aligned}$$

**Найти:**

$$V(\text{р-ра}) - ?$$

**Решение**

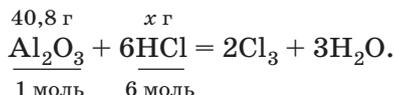
1. Определим массовую долю чистого вещества — оксида алюминия:

$$w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 100\% - 4\% = 96\%.$$

2. Найдем массу чистого оксида алюминия:

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 42,5 \text{ г} \cdot 0,96 = 40,8 \text{ г}.$$

3. Запишем уравнение реакции:



4. Найдем количество вещества оксида алюминия:

$$\nu(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{m(\text{Al}_2\text{O}_3)}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{40,8 \text{ г}}{102 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}.$$

5. Найдем количество вещества хлороводорода:

$$\frac{\nu(\text{HCl})}{\nu(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{6}{1}, \text{ следовательно,}$$

$$\nu(\text{HCl}) = \frac{\nu(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot 6}{1} = 0,4 \text{ моль} \cdot 6 = 2,4 \text{ моль}.$$

6. Вычислим массу прореагировавшего хлороводорода:

$$m(\text{HCl}) = \nu(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) = 2,4 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 87,6 \text{ г}.$$

7. Найдем массу соляной кислоты:

$$m_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{w(\text{HCl})} \cdot 10\% = \frac{87,6 \text{ г}}{20\%} \cdot 10\% = 438 \text{ г}.$$

8. Найдем объем соляной кислоты:

$$V_{\text{р-ра}}(\text{HCl}) = \frac{m_{\text{р-ра}}(\text{HCl})}{\rho_{\text{р-ра}}(\text{HCl})} = \frac{438 \text{ г}}{1,1 \text{ г/моль}} = 398,2 \text{ мл}.$$

# Методические рекомендации по проведению химического эксперимента

**Источники информации о химическом эксперименте.** Этому разделу в нашем пособии уделено особое внимание, так как методических изданий по проблеме школьного химического эксперимента немного. По-прежнему классической литературы подобного рода остаются следующие источники:

1. <http://him.1september.ru/article.php?ID=200404601>
2. *Вивюрский В. Я.* Методика химического эксперимента в средней школе // Химия. — 2003. — № 27, 28, 30, 31, 36, 38—40, 43, 45; 2004. — № 5, 8, 11, 17, 19, 21, 24.
3. *Жилин Д. М.* Химический эксперимент в российских школах. <http://www.chem.msu.su/rus/books/2011/estestv-obraz/zhilin.pdf>
4. *Верховский В. Н., Смирнов А. Д.* Техника химического эксперимента. — М.: Просвещение, 1975.
5. *Грабецкий А. А., Назарова Т. С.* Кабинет химии. — М.: Просвещение, 1983.
6. Кабинет химии // Нормативные документы, инструкции, методические указания. — М.: МИОО, 2007.
7. *Коновалов В. Н.* Техника безопасности при работах по химии. — М.: Просвещение, 1980.
8. *Маршанова Г. Л.* Техника безопасности в школьной химической лаборатории: сборник инструкций и рекомендаций. — М.: АРКТИ, 2002.
9. *Габриелян О. С. и др.* Химический эксперимент в школе. 8 класс. — М.: Дрофа, 2010.

Нетрудно заметить, что наиболее известное издание В. Н. Верховского, А. Д. Смирнова издавалось более 40 лет назад. Тем не менее химия остается экспериментальным предметом. Значение химического эксперимента все возрастает, равно как и требования соблюдения правил безопасности к его проведению, оснащённости, хранению и утилизации использованных реактивов. Поэтому напомним классификацию и значение школьного химического эксперимента.

**Классификация химического эксперимента по дидактическим целям, способам организации учебной деятельности и другим основаниям.** Типология химического эксперимента — это многогранная дидактическая проблема, не имеющая однозначного решения.

По месту проведения учебного химического эксперимента можно выделить три основных типа:

- *школьный эксперимент*, который проводится на базе школьного кабинета химии или школьной лаборатории в рамках обозначенных в рабочей программе демонстраций лабораторных и практических работ;

- *внешкольный эксперимент*, который выполняется на базе лаборатории другого учебного заведения (ссуза, вуза), научно-исследовательского или производственного учреждения (экологической службы, промышленного предприятия, аптеки, станций водоочистки и т. д.) в рамках выполнения индивидуального или исследовательского проекта;

- *домашний эксперимент*, выполняемый в домашних условиях, для проведения которого выбираются безопасные, но продолжительные по времени эксперименты, например выращивание кристаллов поваренной соли.

По дидактическим целям различают:

- 1) *иллюстративный эксперимент*, который на практике иллюстрирует то или иное теоретическое положение школьного курса химии (может выполняться в форме лабораторного опыта учащимися или демонстрацией учителем);

- 2) *эвристический*, или *познавательный*, *эксперимент*, который служит источником химического знания или применяется в качестве средства формирования проблемной ситуации на уроке химии;

- 3) *контролирующий эксперимент*, который является средством проверки сформированности у учащихся практических умений и навыков при проведении ученического эксперимента и при выполнении заданий части С3, С4 КИМов ОГЭ;

- 4) *исследовательский эксперимент*, который проводят учащиеся в процессе выполнения индивидуального проекта.

По **форме организации** химический эксперимент делится на два типа:

- *учительский*, или *демонстрационный*, *эксперимент*;
- *ученический эксперимент*, который подразделяется на лабораторные опыты и практические работы.

Рассмотрение этой классификации химического эксперимента позволяет убедиться в том, что его типология носит относительный характер. Так, дидактические цели у каждого типа химического эксперимента отличаются.

**Демонстрационный эксперимент.** Проведение демонстраций в основном служит практическим подтверждением сообщаемых учителем теоретических сведений. С помощью демонстраций учащиеся не только знакомятся с химическим оборудованием и правилами обращения с веще-

ствами, но и формируют и совершенствуют свои умения наблюдать, анализировать, сравнивать, выдвигать и подтверждать или опровергать гипотезы, делать выводы. Демонстрационный эксперимент проводит учитель и иногда учащийся, специально подготовленный для этого. При этом учитель обязательно проводит репетицию — пробный эксперимент перед уроком, убеждаясь в готовности реактивов и оборудования для успешной его реализации.

Таким образом, дидактической целью демонстрационного эксперимента можно считать **знакомство** учащихся с новыми химическими понятиями и способами действия при изучении свойств веществ. Основная деятельность учащихся при проведении химического эксперимента сводится к целенаправленному наблюдению.

Важнейшими задачами демонстрационного эксперимента являются:

- изучение нового материала;
- создание представлений о химических объектах;
- формирование новых химических понятий;
- изучение правил техники безопасности при работе с оборудованием и реактивами;
- иллюстрация теоретических представлений по химии;
- постановка и разрешение проблемной ситуации.

Требования к демонстрационному эксперименту, которые впервые были сформулированы еще В. Н. Верховским:

- 1) обозреваемость (обеспечение видимости всеми учащимися);
- 2) наглядность (обеспечение правильного восприятия учащимися);
- 3) безукоризненная техника исполнения;
- 4) безопасность для учащихся и учителя;
- 5) оптимальность методики эксперимента (сочетание словесного описания и визуальных эффектов);
- 6) надежность (эксперимент должен быть выполнен без срывов);
- 7) выразительность (раскрытие сущности объекта при минимальной затрате усилий и средств);
- 8) эмоциональность;
- 9) убедительность (однозначность объяснения, достоверность);
- 10) кратковременность;
- 11) эстетичность оформления;
- 12) простая техника исполнения;
- 13) доступность для понимания;
- 14) предварительная подготовка эксперимента;
- 15) репетиция методики эксперимента.

В. Я. Вивюрский отмечает, что демонстрационный эксперимент проводят в следующих случаях:

— если в распоряжение учащихся невозможно предоставить необходимое количество оборудования;

— высокая сложность опыта, его ученики сами провести не могут;

— учащиеся не владеют необходимой техникой эксперимента;

— опыты с небольшим количеством вещества не дают нужного эффекта;

— опыт представляет опасность;

— необходимо сэкономить время на уроке<sup>1</sup>.

В настоящее время произошли существенные изменения в проведении демонстрационного эксперимента. Среди причин:

- снижение количества часов на изучение химии;
- недостаточное оснащение химических лабораторий оборудованием и реактивами;

- усиление озабоченности проблемами безопасности при проведении химических опытов;

- развитие компьютерных технологий обучения;

- частичная деградация культуры химического эксперимента в школе.

Нередко реальный эксперимент заменяется видеороликами, проведением реакций в виртуальных химических лабораториях<sup>2</sup>. Возникает вопрос: насколько оправдана такая практика?

Анализ исследований по этому вопросу позволяет сделать вывод, что полная замена реального эксперимента виртуальным или видеоэкспериментом недопустима, так как при этом у учащихся не происходит формирование навыков безопасного обращения с веществами, создается впечатление искусственности результата, особенно при использовании виртуальных лабораторий. Вместе с тем стоит отметить, что в ряде случаев использование хорошо поставленных и грамотно прокомментированных видеоопытов оправдано. Например, при демонстрации опасных экспериментов: реакций горения щелочных металлов, взрыва метана, растворения оксидной пленки на поверхности алюминия с помощью раствора хлорида ртути (II) и др.

<sup>1</sup> См.: Вивюрский В. Я. Методика химического эксперимента в средней школе // Химия. — 2003. — № 27, 28, 30, 31, 36, 38—40, 43, 45; 2004. — № 5, 8, 11, 17, 19, 21, 24.

<sup>2</sup> См.: <http://www.chem.msu.su/rus/books/2011/estestv-obraz/zhilin.pdf>; Жилин Д. М. Химический эксперимент в российских школах.

**Лабораторные опыты или работы.** Основной дидактической целью лабораторного эксперимента является **освоение** учащимися учебного материала на основании практического выполнения химических опытов. Лабораторные опыты или работы являются ученическим экспериментом, который проводится под руководством учителя. В отличие от демонстрационного эксперимента, лабораторные опыты позволяют формировать практические умения учащихся работать с посудой, реактивами, лабораторным оборудованием. При этом лабораторные опыты предполагают краткий эксперимент и изучение отдельных сторон химического объекта на протяжении 3—5 мин. В исключительных случаях они могут проводиться в течение более продолжительного времени урока (15—20 мин) и предполагают более широкое изучение химического объекта. Так, например, в виде лабораторного опыта может быть проведена реакция цинка с соляной кислотой с целью получения и собирания водорода и доказательства его наличия, а в виде более продолжительной лабораторной работы — исследование свойств кислот в свете теории электролитической диссоциации, где этот же опыт будет одним из процессов, иллюстрирующих свойства кислот.

Необходимо помнить о том, что не всякий лабораторный эксперимент эффективнее демонстрационного, так как на проведение большого количества лабораторных опытов требуется больше времени, причем продолжительность лабораторной работы непосредственно зависит от качества сформированных экспериментальных умений у учащихся. Подготовка лабораторных опытов должна производиться еще тщательнее, чем демонстрационных. Это связано с тем, что небрежность и упущение могут привести не только к нарушению дисциплины на уроке, но и к нарушениям правил техники безопасности, что недопустимо.

Основные задачи, которые призван решить лабораторный эксперимент, аналогичны задачам, стоящим перед демонстрациями. Отличие состоит только в том, что при проведении лабораторного эксперимента ставится задача по формированию у учащихся экспериментальных умений. Лабораторные работы не предполагают обязательной оценки знаний учащихся.

**Практические работы** являются обязательной составной частью любой рабочей программы по химии. Они обычно проводятся после изучения отдельных тем или разделов учебного курса. Основной целью практических работ является **закрепление** знаний и **совершенствование** экспериментальных умений. Практическая работа — учебная работа

учащихся, требующая большей самостоятельности, чем лабораторные опыты. Это связано с тем, что учащимся дома предлагается ознакомиться с содержанием работ и порядком их проведения, повторить теоретический материал, имеющий непосредственное отношение к работе. Самостоятельное выполнение работы требует от ученика дисциплины, собранности, ответственности. Роль преподавателя на практических работах заключается в наблюдении за правильностью выполнения опытов и соблюдением учащимися правил техники безопасности, за порядком на их рабочем месте и, в случае необходимости, оказании им индивидуально-дифференцированной помощи.

**Практикумы**, которые получили довольно широкое применение в современном преподавании школьной химии, обычно включают несколько практических работ по одному из разделов курса. Так, например, в курсе химии О. С. Габриеляна для основной школы предусмотрено выполнение двух практикумов в 8 классе и двух практикумов в 9 классе. Такая организация ученического эксперимента позволяет сформировать у учащихся более обобщенные знания и практические умения.

Практические работы оформляются и записываются в специальных тетрадях, которые хранятся в кабинете химии и предполагают оценку знаний учащихся. Следовательно, у практических работ есть еще одна важная дидактическая задача — контроль за уровнем сформированности экспериментальных знаний и практических умений учащихся.

Особое место в ученическом химическом эксперименте приобретает такая форма проведения практических работ, как **решение экспериментальных задач** по химии. Особенно актуальной эта форма становится сейчас, когда мысленный эксперимент включен в содержание контрольно-измерительных материалов ОГЭ и ЕГЭ, а с 2014 г. вторая модель КИМов для проведения государственной итоговой аттестации по химии включает реальный эксперимент. Задачи такого типа могут быть выполнены во время проведения лабораторных и практических работ. Они могут выполняться индивидуально, в группах или всеми учащимися одновременно. Умение решать экспериментальные задачи — важнейшее качество, позволяющее учащемуся научиться решать также и расчетные задачи любого уровня сложности, поскольку любая расчетная задача включает в себя экспериментальное содержание, и от того, насколько учащиеся могут представить описанные в тексте задачи процессы, зависит их успешность в решении таких задач.

В формате ЕГЭ выполнение заданий повышенной сложности КИМов по химии относится по-прежнему к мысленному эксперименту.

*Мысленный эксперимент* как метод активизации познавательной деятельности учащихся приобретает все большую актуальность, и преподаватели химии испытывают определенные затруднения в практике личного преподавания. Это, вероятнее всего, объясняется отсутствием информации о нем в многочисленной и разнообразной методической литературе по химии и при подготовке будущих преподавателей химии в вузах и университетах. Очевидно, поэтому мысленный эксперимент, в котором заложены большие возможности развития абстрактного мышления учащихся, в практике обучения химии используется мало. Такое положение могло быть в какой-то мере оправданным и терпимым, когда реальный химический эксперимент проводился постоянно в течение всех лет обучения химии в школе.

В настоящее время, когда обедняется содержание реального химического эксперимента в силу изменившихся требований к правилам техники безопасности в школьных химических кабинетах (лабораториях), а также потому, что многие реактивы, оборудование и принадлежности в них отсутствуют, реальный эксперимент применяется все реже, а то и вовсе не проводится. Встает вопрос о необходимости шире использовать мысленный эксперимент как альтернативу реальному. Поскольку мысленный эксперимент проводится теоретически, для него требуется очень мало времени. В этот короткий промежуток времени происходит активная мыслительная деятельность: ставится цель опыта, создается проблема, выдвигается гипотеза, определяются пути поиска и решения проблемы. При отсутствии реактивов и оборудования учащиеся обсуждают теоретически ход выполнения опыта и его результаты, делают выводы. Роль преподавателя при проведении мысленного эксперимента очень ответственна. Он внимательно следит за правильностью рассуждений учащихся и выступает арбитром, оценивает возможность реализации предложенного учениками пути выполнения опыта и получение конечного результата.

Мысленный, или умственный, эксперимент — это определенный прием теоретического мышления, включающий в себя такие приемы умственной деятельности, как анализ, синтез, индукция, дедукция, абстрагирование и конкретизация. Такой эксперимент — это представление учащимися в уме без наблюдения на опыте тех или иных процессов, ко-

торые характеризуют свойства веществ, условия их получения, а также предсказания в уме тех результатов, к которым мог бы привести реальный эксперимент. Следовательно, мысленный эксперимент проводится с идеализированным объектом в идеализированных условиях.

В тех случаях, когда в кабинете химии есть все необходимое для проведения реального эксперимента, учащиеся свои теоретические предположения проверяют практически. Таким образом, мысленный эксперимент можно проводить как в чистом виде, т. е. без опытов, так и в тесном единстве с реальным экспериментом. В обоих случаях мысленный эксперимент активизирует познавательную деятельность учащихся и всячески заслуживает того, чтобы быть в «копилке» методов и приемов, которыми пользуется учитель химии в своей работе.

Таким образом, рассмотренные выше типы эксперимента по месту его проведения могут быть отнесены к школьному химическому эксперименту и представляют собой единую систему демонстрационных, лабораторных опытов и практических работ, способствующих повышению удельного веса самостоятельной учебной работы учащихся в процессе изучения химии.

По количеству используемых в эксперименте реактивов различают:

1) *макромасштабный эксперимент*, или *эксперимент, проводимый макрометодом* (при его проведении используются твердые вещества массой более 100 мг, а растворы — объемом более 3 мл);

2) *полумикромасштабный эксперимент*, или *эксперимент, проводимый полумикрометодом* (при его проведении используются твердые вещества массой 10—100 мг, а растворы — объемом 0,5—3 мл);

3) *микромасштабный эксперимент*, или *эксперимент, проводимый микрометодом* (при его проведении используются твердые вещества массой 0,1—10 мг, а растворы — объемом 0,05—0,5 мл, поэтому такой метод называют также капельным).

Микроэксперимент и полумикроэксперимент в школьной практике иногда объединяют в *метод работы с малыми количествами реактивов*.

В настоящее время все большую актуальность приобретают учебно-исследовательские проекты учащихся, структура которых аналогична серьезным научным исследованиям и предполагает получение конкретного учебного продукта (эссе, доклад, реферат, презентация и пр.).

Выполнение старшекласниками обязательного **индивидуального проекта** предусмотрено новыми образовательными стандартами.

**Проектная деятельность** — самостоятельная творческая деятельность, результатом которой является информационный продукт — оформленный проект, обладающий новизной.

В работе над проектом можно выделить шесть этапов.

Первый этап — *подготовка*: формулирование темы проекта, его цели и задач, определение источников информации (список литературы, сайты Интернета, средства масс-медиа и др.) для достижения этих целей и решения поставленных задач.

Второй этап — *планирование*: выбор способов отбора и анализа информации, разработка плана действий; выдвижение гипотез, которые будут подтверждены или опровергнуты в ходе работы над проектом.

Третий этап — *исследование*: разработка методики проведения эксперимента и ее реализация в процессе выполнения проекта.

Четвертый этап — *подведение итогов и формулирование выводов*: анализ собранной теоретической и экспериментальной информации, оформление результатов проекта и формулировка выводов.

Пятый этап — *представление результатов*: подготовка презентации, выступление с основными идеями проведенной работы, участие в научной дискуссии.

Шестой этап — *рефлексия*: самооценка и оценка результатов и процесса проведения исследования учителем, одноклассниками и общественностью.

Учитель может дать следующие рекомендации старшекласникам, выполняющим индивидуальный исследовательский проект.

Определите тему проекта, составьте список литературы и других источников информации, поставьте цели, которые вы должны достичь в ходе выполнения работы, и задачи, которые необходимо решить. Сформулируйте гипотезу исследования. Согласуйте тему, источники информации, цели, задачи и гипотезу с преподавателем — руководителем проекта. Разработайте совместно с ним план теоретического и экспериментального исследования для достижения целей и решения поставленных задач. Проведите эксперимент, проанализируйте его результаты. Соотнесите их с целями и задачами и определите, были ли они решены. Оформите результаты и выводы. Выберите форму презентации исследования одноклассников или коллег по ученической конференции.

**Значение химического эксперимента.** В заключение еще раз рассмотрим дидактическую роль, которую играет эксперимент в процессе изучения химии.

Как известно, познание начинается с ощущения и восприятия конкретных предметов, явлений, процессов, фактов и переходит затем к обобщению и абстрагированию. Химическое понятие — это обобщенные знания о существенных признаках химических явлений и процессов, которые формируются на основе личного восприятия. Его анализ дает возможность установить существенные закономерности протекания химических процессов. Используя различные типы химического эксперимента, учитель способствует конкретизации абстрактных теоретических знаний о химических веществах и процессах.

Химический эксперимент помогает учащимся наполнять усваиваемые ими химические понятия живым, конкретным содержанием, видеть в отдельных фактах общие закономерности.

Химический эксперимент способствует развитию самостоятельности, повышает интерес к химии, так как в процессе его выполнения учащиеся убеждаются не только в практическом значении такой работы, но и имеют возможность творчески применять свои знания.

Химический эксперимент развивает мышление, умственную активность учащихся. Он является критерием истинности выдвинутых теоретических предположений. Как известно, в умственном развитии ведущую роль играет теория, но подтверждается она экспериментом, практикой.

Опыт работы учителей химии показывает, что одна из причин отставания в учебе — затруднение, вызванное переходом от наглядных образов к абстрактным понятиям. Систематическое проведение экспериментов, в ходе осмысления которых учащиеся совершенствуют эту мыслительную операцию, способствует повышению успеваемости по химии.

Полученные практические умения и экспериментальные навыки учащиеся используют не только для самостоятельного и активного овладения химическими знаниями в школе, но и после ее окончания в другом учебном заведении и в процессе самообразования.

Таким образом, химический эксперимент в определенной мере способствует формированию активной жизненной позиции и успешной реализации индивидуальной образовательной траектории выпускниками школы.

**Кабинет химии как средство экспериментального обучения.** В 8 классе ученики впервые проводят уроки в специальном кабинете, где требуется строгое соблюдение правил

поведения и работы при выполнении химического эксперимента.

Напомним учителю основные требования к проведению уроков в кабинете химии.

В каждом кабинете (лаборатории) химии обязательно должен быть плакат с правилами техники безопасности для учащихся.

Учитель химии и лаборант также должны соблюдать особые правила для размещения и хранения реактивов и оборудования.

**Требования правил безопасности при размещении и хранении химреактивов и оборудования.** Приобретение реактивов сверх нормативов, предусмотренных Типовыми перечнями, запрещается. Излишки реактивов кабинета химии разрешается передавать в пределах данного образовательного учреждения в кабинеты биологии, физики и другие в соответствии с Типовыми перечнями для этих кабинетов. Передача реактивов сторонним организациям, а также уничтожение излишков реактивов осуществляются в зависимости от массы вещества и местных условий в соответствии с инструкцией.

Хранить реактивы в химическом кабинете (лаборатории) следует в соответствии с их принадлежностью к той или иной группе хранения и с учетом их особых свойств (табл. 10).

Таблица 10

### Группы хранения реактивов

Номер группы	Общие свойства веществ данной группы	Примеры веществ	Условия хранения в школе
I	Взрывчатые вещества	В Типовых перечнях не значатся	Вносить в здание школы запрещено
II	Выделяют при взаимодействии с водой легковоспламеняющиеся газы	Литий, натрий, кальций, магний металлические; карбид кальция	В лаборантской, в шкафу под замком или вместе с легковоспламеняющимися жидкостями
III	Самовозгораются на воздухе при неправильном хранении	В Типовых перечнях не значатся	Вносить в здание школы запрещено

Номер группы	Общие свойства веществ данной группы	Примеры веществ	Условия хранения в школе
IV	Легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ)	Диэтиловый эфир, ацетон, бензол, этиловый спирт, толуол, циклогексан, изобутиловый спирт, бензол, кислота аминокислотная, нефть сырая, формалин 40% -й и т. д.	В лаборантской в металлическом ящике или в специальной заводской упаковке
V	Легковоспламеняющиеся твердые вещества	Сера черенковая, фосфор красный, кислота бензойная, кислота пальмитиновая, кислота олеиновая, кислота стеариновая, активированный уголь, графит, парафин, сухое горючее	В лаборантской, в шкафу под замком
VI	Воспламеняющиеся (окисляющие) реактивы	Перманганат калия, азотная кислота, нитраты калия, натрия, оксид марганца (IV), пероксид водорода, нитрат алюминия, нитрат аммония	В лаборантской, в шкафу, отдельно от IV и V групп
VII	Повышенной физиологической активности	Бром, аммиак, бария оксид, гидроксид калия, гидроксид натрия, оксид кальция, гидроксид кальция, оксид свинца (II), дихромат аммония, нитрат бария, анилин	В лаборантской в сейфе
VIII	Малоопасные вещества и практически безопасные	Хлорид натрия, сахароза, мел, борная кислота, сульфат магния	В классе в запирающихся шкафах или в лаборантской в шкафах

Для обеспечения безопасной работы с химическим оборудованием и реактивами учитель проводит несколько видов инструктажей для учащихся по соблюдению правил техники безопасности.

Соответствующий инструктаж учитель проводит с учащимися перед или во время проведения химического эксперимента и фиксирует его в регистрационных документах (табл. 11).

Таблица 11

### Виды инструктажа по технике безопасности

<b>Вид инструктажа</b>	<b>Время или причины проведения</b>	<b>Ответственный за проведение</b>	<b>Документ для регистрации</b>
Вводный	На первом уроке химии и с каждым вновь прибывшим учащимся	Зав. кабинетом, учитель	Классный журнал
Первичный на рабочем месте	Перед практической работой — правила техники безопасности при работе в кабинете химии, и с каждым вновь прибывшим учеником	Зав. кабинетом, учитель	Классный журнал
Повторный	На первом уроке в каждом полугодии (триместре)	Зав. кабинетом, учитель	Классный журнал
Текущий	Перед проведением лабораторных и практических работ	Учитель	Фиксируется только для практических работ в классном журнале (учителем) и в тетрадях (учащимися)

Вид инструктажа	Время или причины проведения	Ответственный за проведение	Документ для регистрации
Внеплановый	В случаях: а) грубого нарушения безопасности труда; б) получения травмы; в) отсутствия на занятиях (работе) более 60 дней; г) введения в действие новых правил, инструкций по охране труда и технике безопасности	Зав. кабинетом, учитель	Классный журнал (для лаборантов и практикантов — специальный журнал)
Целевой	В случаях: а) постановки химического эксперимента на вечерах занимательной химии; б) проведения экскурсий на промышленные предприятия и в химические лаборатории	Учитель	Специальный журнал

**Тестирование по итогам инструктажа.** Для того чтобы закрепить основные сведения по соблюдению правил техники безопасности при выполнении химического эксперимента, учитель может предложить следующий тест.

1. Может ли учащийся находиться в кабинете химии до звонка на урок?

а) может

б) может, если ему не запрещает учитель

в) вход в кабинет химии разрешается только после звонка на урок

2. Где во время занятий в кабинете химии должны находиться портфели и сумки?

а) на полке, внутри ученического стола

б) в проходе между рядами

в) лежать на ученическом столе

3. Можно ли принимать пищу в кабинете химии?

а) можно

б) нельзя

в) по указанию учителя

4. Если у выданного вам электроприбора повреждена изоляция провода, нужно:

- а) попытаться починить прибор самостоятельно
- б) сообщить о неполадках учителю или лаборанту
- в) не обращать внимания на неисправность и продолжать эксперимент

5. Что должен делать учащийся, если видит, что другой ученик неправильно проводит эксперимент?

- а) сообщить об этом учителю или лаборанту
- б) сообщить об этом ученику, но ничего не говорить учителю
- в) ничего не делать

6. Нужно ли после урока химии мыть руки с мылом?

- а) вымыть обязательно
- б) по желанию
- в) по указанию учителя

7. Что делать, если случайно разлит раствор или разбита склянка с веществом?

- а) срочно все собрать и выбросить
- б) сообщить учителю или лаборанту
- в) собрать остатки реактива в чистую посуду

8. Что должен делать учащийся, если он почувствует себя плохо на занятии в кабинете химии?

- а) срочно обратиться к врачу
- б) сообщить соседу по парте и отправиться в медпункт
- в) сообщить учителю или лаборанту

9. Можно ли брать в кабинете химии реактивы для домашнего эксперимента?

- а) нельзя
- б) можно с разрешения учителя
- в) реактивы выдаются родителям по их письменному заявлению

10. Что должен делать учащийся в случае непредвиденной ситуации (пожар, наводнение и т. д.) в кабинете химии?

- а) ждать указаний учителя
- б) немедленно покинуть кабинет
- в) начать тушить пожар, ликвидировать затопление и пр.

Тест можно провести в устной или письменной форме, практиковать его проведение при проведении всех видов инструктажа. Проверять знания учащихся можно и в игровой форме, например в форме «аукциона», когда учащиеся по очереди называют различные правила техники безопасности и побеждает тот ученик, который назовет правило последним.

Аналогичные тесты и форму их проведения для остальных практических работ предлагаем учителю разработать самому.

**Документация по охране труда в кабинете химии.** При аттестации школы и педагогической аттестации учителя большое значение придается документации по охране труда в кабинете (лаборатории) химии. Назовем наиболее значимые из них (табл. 12).

Таблица 12

**Перечень документации по охране труда в кабинете химии**

Название документа
Акт-разрешение на проведение занятий в кабинете на текущий год
Удостоверение учителя о прохождении проверки знаний требований охраны труда
Журнал регистрации инструктажа учащихся по охране труда, его наличие, заполнение
Журнал регистрации операций, связанных с оборотом прекурсоров наркотических средств и психотропных веществ
Журнал учета и хранения прекурсоров наркотических средств и психотропных веществ

В заключение остановимся на использовании нагревательных приборов и планшеток для капельных реакций при работе в кабинете химии.

**Нагревательные приборы.** В лабораторной практике в качестве нагревательных приборов чаще всего используются спиртовка и газовая горелка.

Широкое распространение получил также способ нагревания небольшого количества веществ с помощью сухого горючего. Его продают в хозяйственных или спортивных магазинах в отделах для рыболовов и охотников. Температура пламени у сухого горючего выше, чем у спиртовки. Кусочек сухого горючего помещают на латунную сетку или керамическую плитку, поджигают спичкой сбоку кусочка. Недостаток такого источника нагревания состоит в сопровождении эксперимента неприятным запахом. **Задуть пламя сухого горючего категорически запрещается.** Для этого следует

воспользоваться колпачком подходящего размера из негорючего материала, например фарфоровым тиглем.

В настоящее время в школьную практику входят электронагревательные приборы (плитки, пробирко- и колбонагреватели и др.).

**Планшетки для капельных реакций** все чаще используются в образовательном процессе для работы с малым количеством веществ при выполнении ученического эксперимента полумикрометодом. Данный метод имеет ряд преимуществ: значительно сокращается время на выполнение эксперимента; расход реактивов уменьшается в сотни раз, а значит, появляется возможность использовать более дорогие реактивы; улучшаются гигиенические условия в кабинете; проведение эксперимента становится более безопасным; учащиеся приучаются к аккуратности и экономичности.

Приведем пример лабораторной работы с использованием этой техники химического эксперимента для урока «Электrolитическая диссоциация».

### ***Лабораторный опыт «Диссоциация сильных и слабых кислот»***

В углубление одной планшетки для эксперимента с малым количеством веществ капните с помощью пипетки 1—2 капли концентрированной соляной кислоты, в углубление второй — уксусной кислоты. Понюхайте по правилам техники безопасности, как пахнут кислоты. Что отмечаете?

Добавьте в каждую лунку с кислотами по 7—10 капель воды. Снова понюхайте растворы. Что отмечаете?

В концентрированной соляной кислоте имеются молекулы хлороводорода, которые из-за летучести кислоты и обуславливают ее резкий запах. При разбавлении эти молекулы полностью распадаются на ионы, и запах исчезает. Вы экспериментально можете почувствовать разницу между молекулами и ионами.

Уксусная кислота — слабая летучая кислота, также обладающая резким запахом. При разбавлении она, как слабый электролит, почти не распадается на ионы, и молекулы обуславливают сохранение запаха.

В заключение порекомендуем учителю в случае отсутствия планшеток для работы с малым количеством реактивов использовать углубления в блистерах (упаковках) от таблеток.

# Методические рекомендации по проведению практических работ

## Практическая работа «Приготовление раствора с заданной массовой долей растворенного вещества»

Несложную и хорошо знакомую ученикам (особенно тем, кто изучал химию в 7 классе) работу по приготовлению раствора с заданной массовой долей растворенного вещества можно несколько усложнить, особенно для классов с предпрофильной подготовкой.

Для ее выполнения потребуется таблица зависимости плотности растворов от массовой доли растворенного вещества (для нашей работы — это таблица для гидроксида натрия).

### Задача

Найти объем воды, необходимый для разбавления 60 мл 10%-го раствора гидроксида натрия с целью получения 4%-го его раствора.

**Дано:**

$$V(\text{р-ра NaOH}) = 60 \text{ мл}$$

$$\rho(\text{р-ра NaOH}) =$$

$$= 1,109 \text{ г/мл}$$

(по таблице)

$$w_1(\text{NaOH}) = 10\%,$$

или 0,1

$$w_2(\text{NaOH}) = 4\%,$$

или 0,04

**Найти:**

$$V(\text{H}_2\text{O}) = ?$$

**Р е ш е н и е**

1. Определим массу начального раствора гидроксида натрия:

$$\begin{aligned} m(\text{р-ра}) &= \rho(\text{р-ра}) \cdot V(\text{р-ра}) = \\ &= 1,109 \text{ г/мл} \cdot 60 \text{ мл} = 66,54 \text{ г.} \end{aligned}$$

2. Определим массу гидроксида натрия в начальном растворе:

$$\begin{aligned} m(\text{NaOH}) &= w_1 \cdot m(\text{р-ра NaOH}) = \\ &= 0,1 \cdot 66,54 \text{ г} = 6,654 \text{ г.} \end{aligned}$$

3. Конечный раствор будет содержать такое же количество гидроксида натрия, поэтому масса конечного раствора

$$m_2(\text{р-ра NaOH}) = m(\text{NaOH}); w_2 = 6,654 \text{ г} / 0,04 = 166,35 \text{ г.}$$

4. Определим массу добавленной воды. Для этого от массы конечного раствора вычтем массу начального раствора:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 166,35 \text{ г} - 66,74 \text{ г} = 99,61 \text{ г.}$$

5. Плотность воды 1 г/мл, поэтому

$$V(\text{H}_2\text{O}) = m / \rho = 99,61 \text{ мл.}$$

**О т в е т:**  $V(\text{H}_2\text{O}) = 99,61 \text{ мл.}$

### **Инструкция по выполнению практической работы**

1. Предложенный раствор гидроксида натрия поместите в мерный цилиндр, определите его плотность ареометром. По таблице определите массовую долю щелочи в растворе.

2. Рассчитайте, сколько граммов воды нужно добавить к раствору, чтобы получить 4% -й раствор.

3. Отмерьте необходимое количество воды, используя мерный цилиндр и пипетки.

4. Раствор тщательно перемешайте, налейте в мерный цилиндр и определите плотность ареометром.

5. По таблице определите процентную концентрацию полученного раствора и сравните ее с 4% -м.

Учитель может самостоятельно менять ранг видов химического эксперимента: переводить демонстрационные опыты в лабораторные работы, в свою очередь, группировать лабораторные работы в практические. Например, предлагаем работу *«Условия и признаки протекания химических реакций»*.

#### **Опыт 1. Протекание химической реакции при соприкосновении веществ**

Налейте в пробирку 4—5 мл соляной кислоты. Привяжите на нитку железную канцелярскую скрепку и опустите в кислоту. Какой признак протекания химической реакции наблюдаете? Потяните за нитку и поднимите скрепку над кислотой (не вынимая из пробирки). Что происходит?

Напишите уравнение реакции. К какому типу по признаку «число и состав исходных веществ и продуктов реакции» относят данную реакцию?

#### **Опыт 2. Протекание химической реакции при нагревании**

Поместите в пробирку немного порошка малахита. Убедитесь, что при комнатной температуре с веществом никаких изменений не происходит. Зажмите пробирку в держателе и осторожно нагревайте на пламени спиртовки. Какой признак протекания химической реакции наблюдаете? Каково условие протекания данной реакции?

Напишите уравнение данной реакции, зная, что химическая формула малахита  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ , а в результате нагревания образуются такие продукты реакции, как оксид меди (II), углекислый газ и вода. К какому типу относят данную реакцию?

#### **Опыт 3. Протекание химической реакции в присутствии катализатора**

Налейте в пробирку 2 мл раствора пероксида водорода. Убедитесь, что при обычных условиях признаков протекания

ния химической реакции не наблюдается. Добавьте в пробирку немного порошка оксида марганца (IV). Что наблюдаете? Каково условие протекания данной химической реакции? Напишите уравнение реакции. К какому типу ее относят?

#### **Опыт 4. Признаки протекания химических реакций**

Налейте в пробирку 2 мл раствора сульфата меди (II) и добавьте несколько капель раствора гидроксида натрия. Какой признак протекания химической реакции наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

К полученному осадку гидроксида меди (II) добавляйте по каплям соляную кислоту, встряхивая пробирку после каждой порции. Добейтесь получения прозрачного раствора. Какой признак протекания химической реакции наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

Налейте в пробирку 2 мл раствора карбоната натрия и добавьте к нему равный объем раствора серной кислоты. Поднесите к отверстию смоченную синюю лакмусовую бумажку. Что происходит? Какой признак протекания химической реакции между карбонатом натрия и серной кислотой наблюдаете? Почему изменяет цвет индикаторная бумага? Напишите уравнения реакций.

# Содержание

Предисловие . . . . .	3
Примерное тематическое планирование. 8 класс. . . . .	6
Методические рекомендации по отдельным темам и урокам . . . . .	40
Методические рекомендации по проведению химического эксперимента . . . . .	91
Методические рекомендации по проведению практических работ . . . . .	108