

**Разработка рабочих программ
по учебному предмету
«Химия» и организация
деятельности обучающихся в
соответствии с требованиями
ФГОС (на примере УМК
В. В. Еремина, Н. Е. Кузьменко,
В. И. Теренина, А. А. Дроздова,
В. В. Лунина)**

**Керимов В.Ю.
доцент кафедры общей химии
Химического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова**

Федеральные государственные образовательные стандарты общего образования

1. Приказ Минобрнауки России от 17.12.2010 № 1897 (ред. от 31.12.2015) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования" (Зарегистрировано в Минюсте России 01.02.2011 №19644).

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_110255.

2. Приказ Минобрнауки России от 17.05.2012 N 413 (ред. от 31.12.2015) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования" (Зарегистрировано в Минюсте России 07.06.2012 N 24480).

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_131131.

ФГОС среднего общего образования

4. Методологической основой Стандарта является **системно-деятельностный подход**, который обеспечивает:

формирование готовности обучающихся к саморазвитию и непрерывному образованию;

проектирование и конструирование развивающей образовательной среды организации, осуществляющей образовательную деятельность;

активную учебно-познавательную деятельность обучающихся;

построение образовательной деятельности с учетом индивидуальных, возрастных, психологических, физиологических особенностей и здоровья обучающихся.

ФГОС среднего общего образования

Стандарт является основой для:

разработки примерных основных образовательных программ среднего общего образования;

разработки программ учебных предметов, курсов, учебной литературы, контрольно-измерительных материалов;

проведения государственной итоговой и промежуточной аттестации обучающихся;

построения системы внутреннего мониторинга качества образования в организации, осуществляющей образовательную деятельность.

ФГОС среднего общего образования

6. Стандарт устанавливает требования к результатам освоения обучающимися основной образовательной программы:

личностным, включающим готовность и способность обучающихся к саморазвитию и личностному самоопределению, сформированность их мотивации к обучению и целенаправленной познавательной деятельности, системы значимых социальных и межличностных отношений, ценностно-смысловых установок, отражающих личностные и гражданские позиции в деятельности, правосознание, экологическую культуру, способность ставить цели и строить жизненные планы, способность к осознанию российской гражданской идентичности в поликультурном социуме;

метапредметным, включающим освоенные обучающимися межпредметные понятия и универсальные учебные действия (регулятивные, познавательные, коммуникативные), способность их использования в познавательной и социальной практике, самостоятельность в планировании и осуществлении учебной деятельности и организации учебного сотрудничества с педагогами и сверстниками, способность к построению индивидуальной образовательной траектории, владение навыками учебно-исследовательской, проектной и социальной деятельности;

предметным, включающим освоенные обучающимися в ходе изучения учебного предмета умения, специфические для данной предметной области, виды деятельности по получению нового знания в рамках учебного предмета, его преобразованию и применению в учебных, учебно-проектных и социально-проектных ситуациях, формирование научного типа мышления, владение научной терминологией, ключевыми понятиями, методами и приемами.

ФГОС среднего общего образования

Требования к предметным результатам освоения базового курса «Химии» должны отражать:

1) сформированность представлений о месте химии в современной научной картине мира; понимание роли химии в формировании кругозора и функциональной грамотности человека для решения практических задач;

2) владение основополагающими химическими понятиями, теориями, законами и закономерностями; уверенное пользование химической терминологией и символикой;

3) владение основными методами научного познания, используемыми в химии: наблюдение, описание, измерение, эксперимент; умение обрабатывать, объяснять результаты проведенных опытов и делать выводы; готовность и способность применять методы познания при решении практических задач;

4) сформированность умения давать количественные оценки и проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям;

5) владение правилами техники безопасности при использовании химических веществ;

6) сформированность собственной позиции по отношению к химической информации, получаемой из разных источников;

7) для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья овладение основными доступными методами научного познания;

8) для слепых и слабовидящих обучающихся овладение правилами записи химических формул с использованием рельефно-точечной системы обозначений Л. Брайля.

ФГОС среднего общего образования

Требования к предметным результатам освоения углубленного курса «Химии» должны включать требования к результатам освоения базового курса и дополнительно отражать:

- 1) сформированность системы знаний об общих химических закономерностях, законах, теориях;
- 2) сформированность умений исследовать свойства неорганических и органических веществ, объяснять закономерности протекания химических реакций, прогнозировать возможность их осуществления;
- 3) владение умениями выдвигать гипотезы на основе знаний о составе, строении вещества и основных химических законах, проверять их экспериментально, формулируя цель исследования;
- 4) владение методами самостоятельного планирования и проведения химических экспериментов с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием; сформированность умений описания, анализа и оценки достоверности полученного результата;
- 5) сформированность умений прогнозировать, анализировать и оценивать с позиций экологической безопасности последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с переработкой веществ.

ФГОС среднего общего образования

18.2.2. Рабочие программы учебных предметов, курсов, в том числе внеурочной деятельности должны обеспечивать достижение планируемых результатов освоения основной образовательной программы.

Рабочие программы учебных предметов, курсов, в том числе внеурочной деятельности разрабатываются на основе требований к результатам освоения основной образовательной программы с учетом программ, включенных в ее структуру.

Рабочие программы учебных предметов, курсов должны содержать:

- 1) планируемые результаты освоения учебного предмета, курса;**
- 2) содержание учебного предмета, курса;**
- 3) тематическое планирование с указанием количества часов, отводимых на освоение каждой темы.**

ПООП среднего общего образования

ПРИМЕРНАЯ ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Одобрена решением федерального
учебно-методического объединения
по общему образованию
(протокол от 28 июня 2016 г. № 2/16-з)**

ПООП среднего общего образования

Предметные результаты

В результате изучения учебного предмета «Химия» на уровне среднего общего образования:

Выпускник на базовом уровне научится:

- раскрывать на примерах роль химии в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека;
- демонстрировать на примерах взаимосвязь между химией и другими естественными науками;
- раскрывать на примерах положения теории химического строения А.М. Бутлерова;
- понимать физический смысл Периодического закона Д.И. Менделеева и на его основе объяснять зависимость свойств химических элементов и образованных ими веществ от электронного строения атомов;
- объяснять причины многообразия веществ на основе общих представлений об их составе и строении;

ПООП среднего общего образования

Выпускник на базовом уровне научится:

- применять правила систематической международной номенклатуры как средства различения и идентификации веществ по их составу и строению;
- составлять молекулярные и структурные формулы органических веществ как носителей информации о строении вещества, его свойствах и принадлежности к определенному классу соединений;
- характеризовать органические вещества по составу, строению и свойствам, устанавливать причинно-следственные связи между данными характеристиками вещества;
- приводить примеры химических реакций, раскрывающих характерные свойства типичных представителей классов органических веществ с целью их идентификации и объяснения области применения;
- прогнозировать возможность протекания химических реакций на основе знаний о типах химической связи в молекулах реагентов и их реакционной способности;
- использовать знания о составе, строении и химических свойствах веществ для безопасного применения в практической деятельности;

ПООП среднего общего образования

Выпускник на базовом уровне научится:

- приводить примеры практического использования продуктов переработки нефти и природного газа, высокомолекулярных соединений (полиэтилена, синтетического каучука, ацетатного волокна);
- проводить опыты по распознаванию органических веществ: глицерина, уксусной кислоты, непредельных жиров, глюкозы, крахмала, белков – в составе пищевых продуктов и косметических средств;
- владеть правилами и приемами безопасной работы с химическими веществами и лабораторным оборудованием;
- устанавливать зависимость скорости химической реакции и смещения химического равновесия от различных факторов с целью определения оптимальных условий протекания химических процессов;
- приводить примеры гидролиза солей в повседневной жизни человека;
- приводить примеры окислительно-восстановительных реакций в природе, производственных процессах и жизнедеятельности организмов;

ПООП среднего общего образования

Выпускник на базовом уровне научится:

- приводить примеры химических реакций, раскрывающих общие химические свойства простых веществ – металлов и неметаллов;
- проводить расчеты на нахождение молекулярной формулы углеводорода по продуктам сгорания и по его относительной плотности и массовым долям элементов, входящих в его состав;
- владеть правилами безопасного обращения с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии;
- осуществлять поиск химической информации по названиям, идентификаторам, структурным формулам веществ;
- критически оценивать и интерпретировать химическую информацию, содержащуюся в сообщениях средств массовой информации, ресурсах Интернета, научно-популярных статьях с точки зрения естественно-научной корректности в целях выявления ошибочных суждений и формирования собственной позиции;
- представлять пути решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством: экологических, энергетических, сырьевых, и роль химии в решении этих проблем.

ПООП среднего общего образования

Выпускник на базовом уровне получит возможность научиться:

- иллюстрировать на примерах становление и эволюцию органической химии как науки на различных исторических этапах ее развития;
- использовать методы научного познания при выполнении проектов и учебно-исследовательских задач по изучению свойств, способов получения и распознавания органических веществ;
- объяснять природу и способы образования химической связи: ковалентной (полярной, неполярной), ионной, металлической, водородной – с целью определения химической активности веществ;
- устанавливать генетическую связь между классами органических веществ для обоснования принципиальной возможности получения органических соединений заданного состава и строения;
- устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе химических знаний.

ПООП среднего общего образования

Выпускник на углубленном уровне научится:

- раскрывать на примерах роль химии в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека, взаимосвязь между химией и другими естественными науками;
- иллюстрировать на примерах становление и эволюцию органической химии как науки на различных исторических этапах ее развития;
- устанавливать причинно-следственные связи между строением атомов химических элементов и периодическим изменением свойств химических элементов и их соединений в соответствии с положением химических элементов в периодической системе;
- анализировать состав, строение и свойства веществ, применяя положения основных химических теорий: химического строения органических соединений А.М. Бутлерова, строения атома, химической связи, электролитической диссоциации кислот и оснований; устанавливать причинно-следственные связи между свойствами вещества и его составом и строением;

ПООП среднего общего образования

Выпускник на углубленном уровне научится:

- применять правила систематической международной номенклатуры как средства различения и идентификации веществ по их составу и строению;
- составлять молекулярные и структурные формулы неорганических и органических веществ как носителей информации о строении вещества, его свойствах и принадлежности к определенному классу соединений;
- объяснять природу и способы образования химической связи: ковалентной (полярной, неполярной), ионной, металлической, водородной – с целью определения химической активности веществ;
- характеризовать физические свойства неорганических и органических веществ и устанавливать зависимость физических свойств веществ от типа кристаллической решетки;
- характеризовать закономерности в изменении химических свойств простых веществ, водородных соединений, высших оксидов и гидроксидов;

ПООП среднего общего образования

Выпускник на углубленном уровне научится:

- приводить примеры химических реакций, раскрывающих характерные химические свойства неорганических и органических веществ изученных классов с целью их идентификации и объяснения области применения;
- определять механизм реакции в зависимости от условий проведения реакции и прогнозировать возможность протекания химических реакций на основе типа химической связи и активности реагентов;
- устанавливать зависимость реакционной способности органических соединений от характера взаимного влияния атомов в молекулах с целью прогнозирования продуктов реакции;
- устанавливать зависимость скорости химической реакции и смещения химического равновесия от различных факторов с целью определения оптимальных условий протекания химических процессов;
- устанавливать генетическую связь между классами неорганических и органических веществ для обоснования принципиальной возможности получения неорганических и органических соединений заданного состава и строения;

ПООП среднего общего образования

Выпускник на углубленном уровне научится:

- подбирать реагенты, условия и определять продукты реакций, позволяющих реализовать лабораторные и промышленные способы получения важнейших неорганических и органических веществ;
- определять характер среды в результате гидролиза неорганических и органических веществ и приводить примеры гидролиза веществ в повседневной жизни человека, биологических обменных процессах и промышленности;
- приводить примеры окислительно-восстановительных реакций в природе, производственных процессах и жизнедеятельности организмов;
- обосновывать практическое использование неорганических и органических веществ и их реакций в промышленности и быту;
- выполнять химический эксперимент по распознаванию и получению неорганических и органических веществ, относящихся к различным классам соединений, в соответствии с правилами и приемами безопасной работы с химическими веществами и лабораторным оборудованием;

ПООП среднего общего образования

Выпускник на углубленном уровне научится:

- проводить расчеты на основе химических формул и уравнений реакций: нахождение молекулярной формулы органического вещества по его плотности и массовым долям элементов, входящих в его состав, или по продуктам сгорания; расчеты массовой доли (массы) химического соединения в смеси; расчеты массы (объема, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); расчеты массовой или объемной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного; расчеты теплового эффекта реакции; расчеты объемных отношений газов при химических реакциях; расчеты массы (объема, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определенной массовой долей растворенного вещества;
- использовать методы научного познания: анализ, синтез, моделирование химических процессов и явлений – при решении учебно-исследовательских задач по изучению свойств, способов получения и распознавания органических веществ;
- владеть правилами безопасного обращения с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии;

ПООП среднего общего образования

Выпускник на углубленном уровне научится:

- осуществлять поиск химической информации по названиям, идентификаторам, структурным формулам веществ;
- критически оценивать и интерпретировать химическую информацию, содержащуюся в сообщениях средств массовой информации, ресурсах Интернета, научно-популярных статьях с точки зрения естественно-научной корректности в целях выявления ошибочных суждений и формирования собственной позиции;
- устанавливать взаимосвязи между фактами и теорией, причиной и следствием при анализе проблемных ситуаций и обосновании принимаемых решений на основе химических знаний;
- представлять пути решения глобальных проблем, стоящих перед человечеством, и перспективных направлений развития химических технологий, в том числе технологий современных материалов с различной функциональностью, возобновляемых источников сырья, переработки и утилизации промышленных и бытовых отходов.

ПООП среднего общего образования

Выпускник на углубленном уровне получит возможность научиться:

- формулировать цель исследования, выдвигать и проверять экспериментально гипотезы о химических свойствах веществ на основе их состава и строения, их способности вступать в химические реакции, о характере и продуктах различных химических реакций;
- самостоятельно планировать и проводить химические эксперименты с соблюдением правил безопасной работы с веществами и лабораторным оборудованием;
- интерпретировать данные о составе и строении веществ, полученные с помощью современных физико-химических методов;
- описывать состояние электрона в атоме на основе современных квантово-механических представлений о строении атома для объяснения результатов спектрального анализа веществ;
- характеризовать роль азотосодержащих гетероциклических соединений и нуклеиновых кислот как важнейших биологически активных веществ;
- прогнозировать возможность протекания окислительно-восстановительных реакций, лежащих в основе природных и производственных процессов.

**Учебно-методический
комплекс по химии
авторского коллектива МГУ
(издательство «Дрофа»)**

**В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко,
В.И. Теренин, А.А. Дроздов,
В.В. Лунин**

Состав УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»)

1. Учебники

(на бумажном и электронном носителе)

2. Рабочие программы

(на электронном носителе)

3. Методические пособия для учителя

(на электронном носителе)

4. Рабочие тетради

(на бумажном и электронном носителе)

**Учебники по химии
авторского коллектива
МГУ**

(издательство «Дрофа»)

**В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко,
В.И. Теренин, А.А. Дроздов,
В.В. Лунин**

Учебники по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»)

- ❑ Химия. 8 класс: учебник / В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко, А.А. Дроздов, В.В. Лунин; под ред. проф. Н.Е. Кузьменко и акад. РАН В.В. Лунина. – М.: Дрофа, 2016. – 268, [4] с.: ил.
- ❑ Химия. 9 класс: учебник/ В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко, А.А. Дроздов, В.В. Лунин. – М.: Дрофа, 2015. – 256 с.: ил.

**Рекомендованы Министерством образования и
науки Российской Федерации**

**УМК по химии
авторского коллектива МГУ
(издательство «Дрофа»):
к Учебнику 9 класса**

Глава 6. «Начальные сведения об органических соединениях»

находятся на сайте издательства «Дрофа» по ссылке

files.drofaru/site/DROFA_Eremin_9.pdf

УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»)

- ❑ **Химия. 10 класс. Базовый уровень: учебник / В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко, В.И. Теренин, А.А. Дроздов, В.В. Лунин; под ред. проф. Н.Е. Кузьменко и акад. РАН В.В. Лунина. – М.: Дрофа, 2013. – 192 с.: ил.**
- ❑ **Химия. 11 класс. Базовый уровень : учебник/ В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко, А.А. Дроздов, В.В. Лунин; под ред. проф. Н. Е. Кузьменко и акад. РАН В. В. Лунина. – М.: Дрофа, 2014. – 224 с.: ил.**

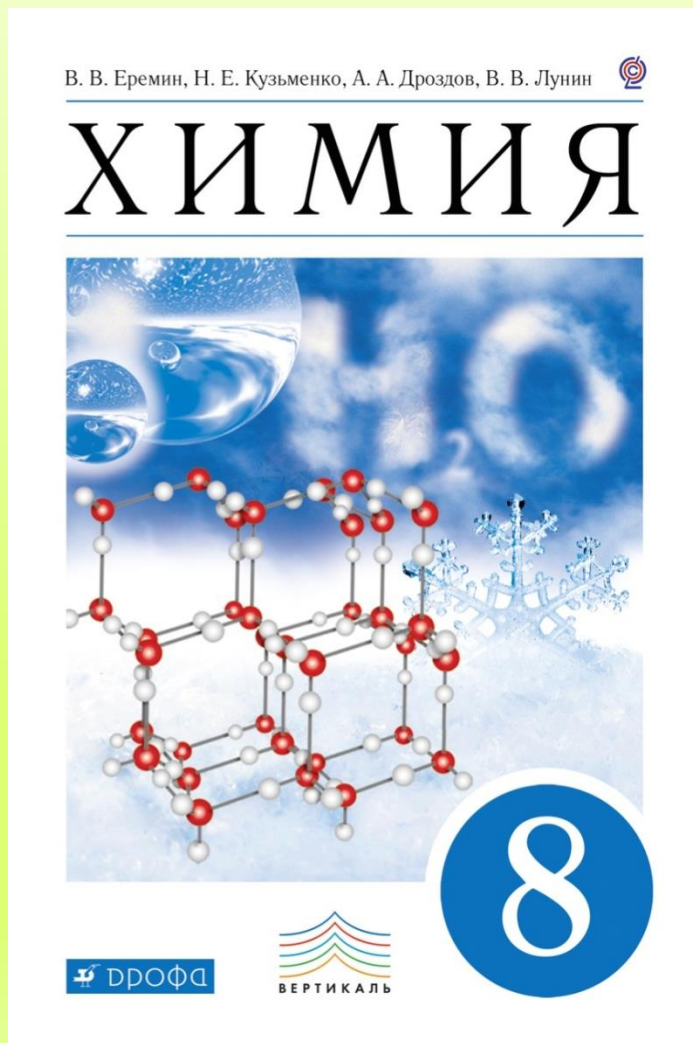
Рекомендованы Министерством образования и науки Российской Федерации

УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»)

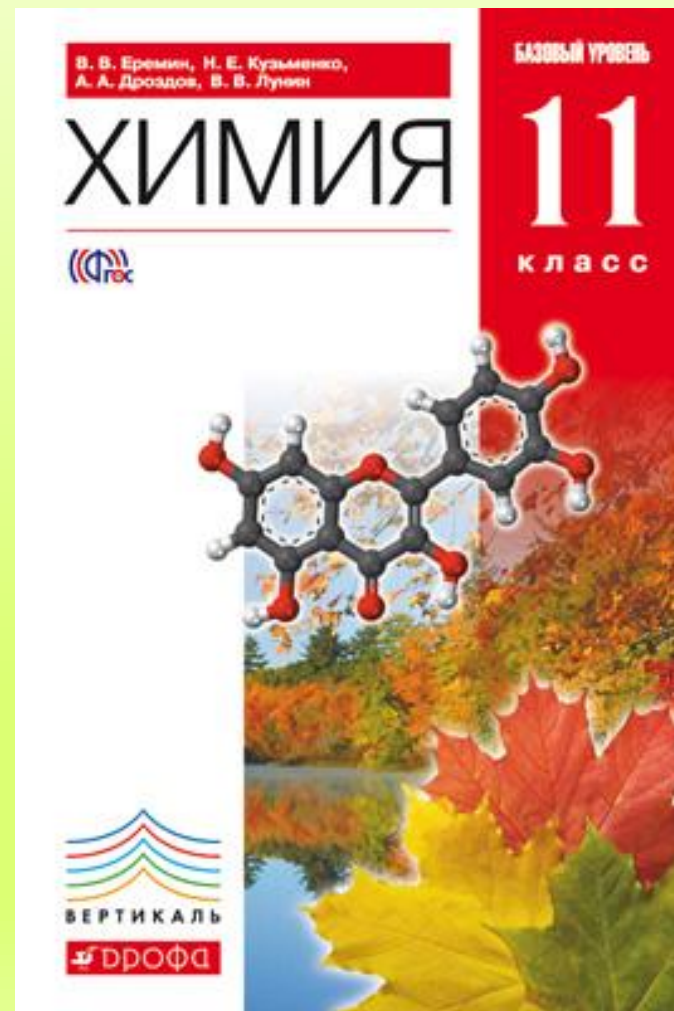
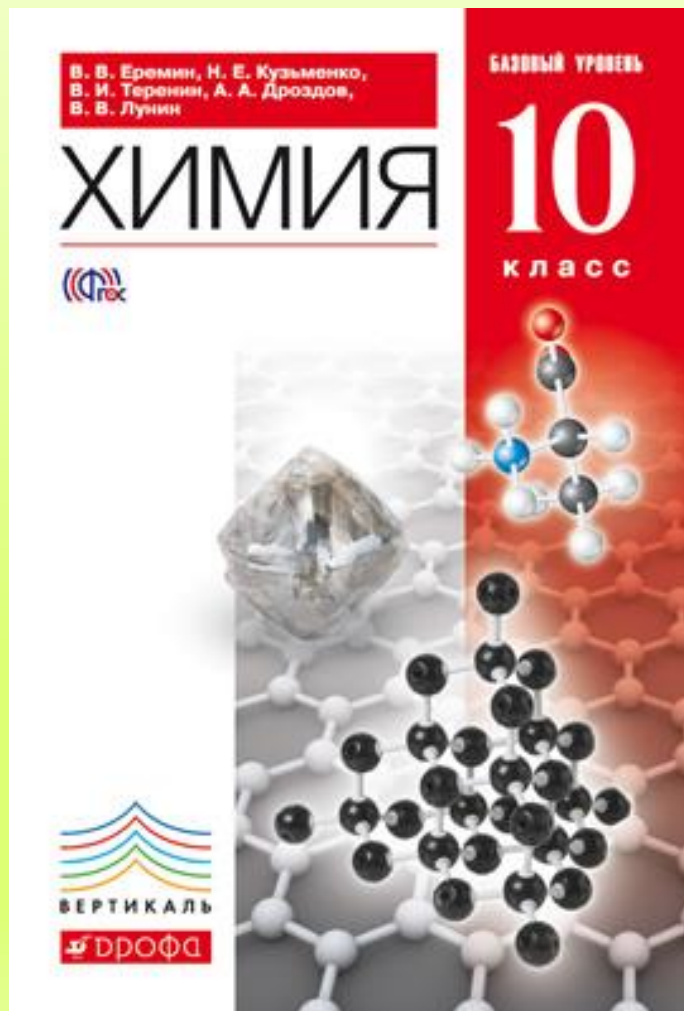
- ☐ **Химия. 10 класс. Углублённый уровень: учебник / В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко, В.И. Теренин, А.А. Дроздов, В.В. Лунин. – М.: Дрофа, 2014. – 446 с.: ил.**
- ☐ **Химия. 11 класс. Углублённый уровень : учебник/ В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко, А.А. Дроздов, В.В. Лунин. – М.: Дрофа, 2016. – 478 с.: ил.**

Рекомендованы Министерством образования и науки Российской Федерации

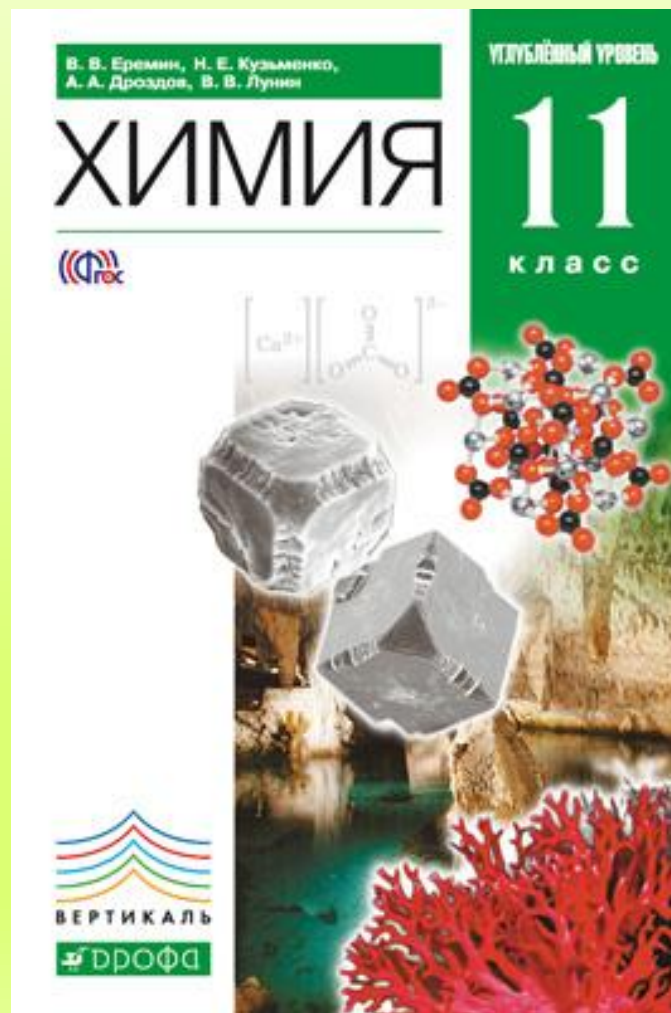
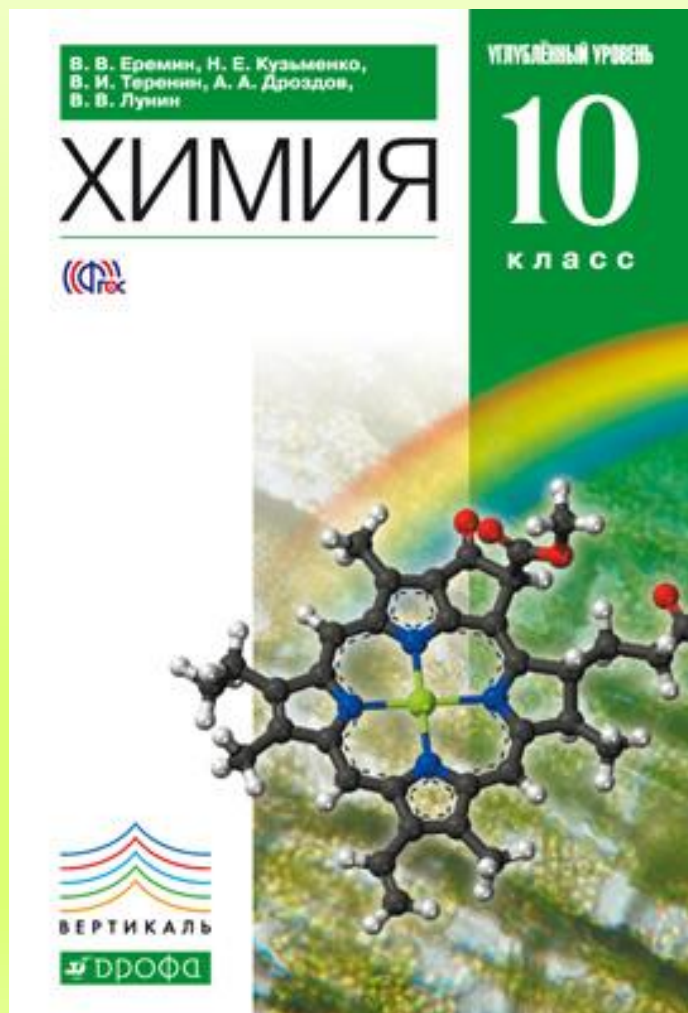
УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Учебники 8 и 9 классов



УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Учебники 10-11 базовый уровень



УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Учебники 10-11 углублённый уровень



Учебник 8 класса: содержание (2-3 часа в неделю)

Глава 1. Первоначальные химические понятия

Глава 2. Кислород. Оксиды. Валентность

Глава 3. Водород. Кислоты. Соли

Глава 4. Вода. Растворы. Основания

Глава 5. Обобщение сведений о важнейших классах неорганических соединений

Глава 6. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

Глава 7. Строение атома. Современная формулировка Периодического закона

Глава 8. Химическая связь

Учебник 8 класса: содержание (2-3 часа в неделю)

Практикум (23 лабораторных опыта и 5 практических работ)

- **Практическая работа 1.** Правила безопасности при работе в химической лаборатории
- **Практическая работа 2.** Очистка загрязненной поваренной соли
- **Практическая работа 3.** Получение и свойства кислорода
- **Практическая работа 4.** Приготовление раствора с заданной массовой долей растворенного вещества
- **Практическая работа 5.** Экспериментальное решение задач по теме «Генетические связи между классами неорганических соединений»

Учебник 8 класса: содержание (2-3 часа в неделю)

Занимательные опыты по химии (8 опытов)

Приложения

- 1. Физические свойства некоторых веществ**
- 2. Оксиды**
- 3. Кислоты**
- 4. Основания**
- 5. Амфотерные оксиды**
- 6. Соли**
- 7. Задачи для подготовки к школьной олимпиаде в 8 классе (с решением)**

За страницами учебника (литература для дополнительного чтения и ссылки на интернет-ресурсы)

Учебник 9 класса: содержание (2-3 часа в неделю)

Глава 1. Стехиометрия. Количественные отношения в химии

Глава 2. Химическая реакция

Глава 3. Неметаллы

Глава 4. Металлы

Глава 5. Обобщение сведений об элементах и неорганических веществах

Глава 6. Начальные сведения об органических соединениях

Учебник 9 класса: содержание (2-3 часа в неделю)

Практикум (13 лабораторных опытов и 5 практических работ)

- **Практическая работа 1.** Экспериментальное решение задач по теме «Электролитическая диссоциация»
- **Практическая работа 2.** Получение аммиака и изучение его свойств
- **Практическая работа 3.** Получение углекислого газа и изучение его свойств
- **Практическая работа 4.** Экспериментальное решение задач по теме «Неметаллы»
- **Практическая работа 5.** Экспериментальное решение задач по теме «Металлы»

Учебник 9 класса: содержание (2-3 часа в неделю)

Занимательные опыты по химии (5 опытов)

Приложения

- 1. Значения pH растворов кислот, солей и оснований (0,1 моль/л)**
- 2. Значения pH некоторых физиологических жидкостей**
- 3. Значения pH некоторых растворов, используемых в быту**
- 4. Гидролиз солей**
- 5. Качественные реакции на некоторые ионы**
- 6. Условия протекания реакций ионного обмена**
- 7. Характерные степени окисления некоторых элементов**

Учебник 9 класса: содержание (2-3 часа в неделю)

Приложения

- 8.** Значения электроотрицательности химических элементов по Полингу
- 9.** Важнейшие окислители и восстановители
- 10.** Взаимодействие неметаллов с щелочами
- 11.** Получение некоторых газов
- 12.** Способы идентификации некоторых газов
- 13.** Задачи для подготовки к школьной олимпиаде в 9 классе (с решением)

Ответы к расчетным задачам

За страницами учебника (литература для дополнительного чтения и ссылки на интернет-ресурсы)

Учебник 10 класса базовый уровень: содержание (1-2 часа в неделю)

Глава 1. Основные понятия органической химии

Глава 2. Углеводороды

Глава 3. Кислород- и азотсодержащие органические соединения

Глава 4. Высокомолекулярные вещества

Практикум (12 лабораторных опытов и 2 практические работы)

■ **Практическая работа 1.** Распознавание пластмасс.

■ **Практическая работа 2.** Распознавание волокон.

О проектной деятельности (приведена памятка для ученика по проектной деятельности и темы проектов и исследований)

О дискуссиях (приведены темы для обсуждения)

Учебник 10 класса базовый уровень: содержание (1-2 часа в неделю)

Приложения

1. Качественные реакции на некоторые органические вещества (1 таблица)
2. Общепринятые названия некоторых типов органических реакций (1 таблица)
3. Некоторые именные реакции в органической химии (1 таблица)
4. Сравнение свойств этана, этилена, ацетилен и бензола (1 таблица)
5. Химические свойства алканов (1 схема)
6. Химические свойства алкенов (1 схема)
7. Химические свойства ароматических углеводородов (1 схема)

Учебник 10 класса базовый уровень: содержание

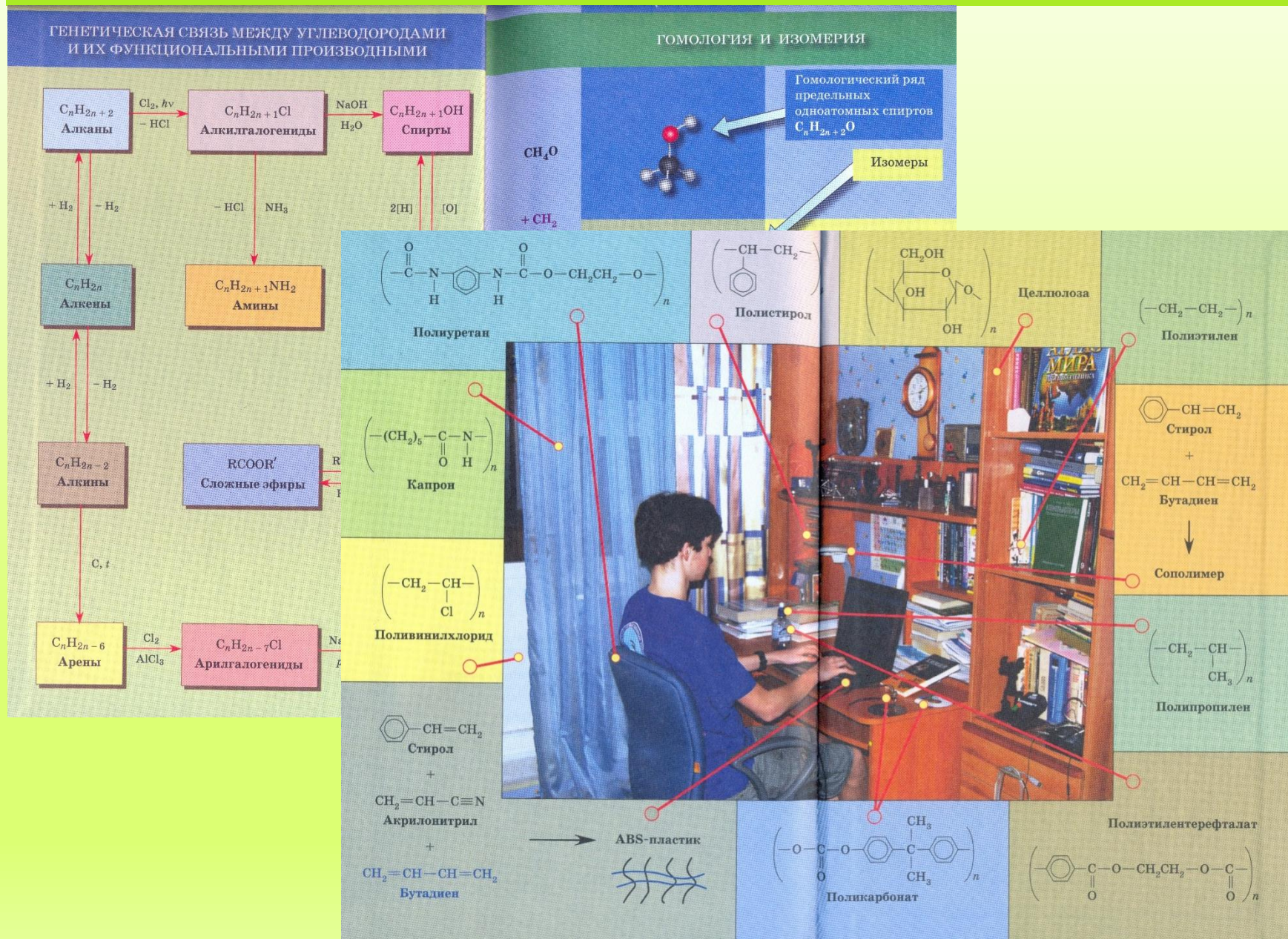
Приложения

- 8.** Химические свойства спиртов (1 схема)
- 9.** Химические свойства альдегидов (1 схема)
- 10.** Химические свойства карбоновых кислот (1 схема)
- 11.** Химические свойства аминов (1 схема)
- 12.** Распознавание важнейших пластиков (1 таблица)
- 13.** Распознавание волокнистых материалов (1 таблица)
- 14.** Важнейшие полимеры, получаемые из алкенов и их производных (1 таблица)

Ответы на задания

За страницами учебника (Список дополнительной литературы и интернет-ресурсы)

Учебник 10 класса базовый уровень



Учебник 10 класса базовый уровень

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Классификация производных углеводов по функциональным группам

Таблица 3

Классы соединений	Функциональная группа	Примеры соединений
Спирты и фенолы	—ОН гидроксил	C_2H_5-OH , C_6H_5-OH
Альдегиды и кетоны	$\begin{array}{c} \text{—C—} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ карбонил	$CH_3-CH_2-C(=O)H$, $CH_3-C(=O)-CH_3$
Карбоновые кислоты	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—OH} \end{array}$ карбоксил	$H-C(=O)OH$, $CH_3-C(=O)OH$
Амины	$-NH_2$ аминогруппа	CH_3-NH_2 , $C_2H_5-NH_2$

Обратите внимание на карбоксильную группу $COOH$, входящую в молекулы карбоновых кислот. Формально она состоит из двух групп — карбонильной $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{—C—} \end{array}$ и гидроксильной $-OH$, но на самом деле её свойства не складываются из свойств этих двух групп. Здесь проявляется взаимное влияние атомов в молекуле.

Большинство сложных органических веществ содержит несколько функциональных групп. Такие вещества называют полифункциональными — они обладают очень разнообразными химическими свойствами.

А чем отличаются друг от друга соединения одного класса, почему их свойства хоть и похожи, но несколько различаются? А вот здесь проявляется роль углеродного скелета. Разные соединения, входящие в состав одного класса, могут отличаться друг от друга не только химической активностью,

22

Основные классы органических соединений

но и агрегатным состоянием, растворимостью и другими физическими свойствами.

Разные представители одного класса имеют одинаковые функциональные группы, но отличаются друг от друга или углеродным скелетом, или положением функциональной группы в этом скелете. Если они содержат одинаковое число атомов углерода, то их называют изомерами, если разное — *гомологами*.

Глава 3. КИСЛОРОД- И АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Высшие спирты (начиная с $C_{12}H_{25}OH$) при комнатной температуре — твердые вещества.

Растворение этилового спирта в воде сопровождается уменьшением общего объема. Так, при смешивании 100 мл этанола и 100 мл воды образуется не 200, а 197 мл раствора. Причина этого заключается в образовании прочных водородных связей между молекулами спирта и воды.

Вопросы и задания

1. Какое свойство спиртов определяет их способность к образованию межмолекулярных связей? Как эта способность сказывается на физических свойствах спиртов?
2. Метан CH_4 и метанол CH_3OH отличаются по составу на один атом кислорода. Сравните их физические и химические свойства, объясните различие.
3. Сколько существует спиртов состава $C_4H_{10}O$? Напишите их структурные формулы. Сколько из них первичных?
4. Определите молекулярную формулу спирта, содержащего 21,6% кислорода по массе.

§ 10 Химические свойства и получение спиртов

Химические свойства спиртов рассмотрим на примере этилового спирта. Натрий реагирует с этиловым спиртом, как и с водой, — с выделением водорода (рис. 36). При этом происходит замещение атома водорода спиртовой группы на металл:

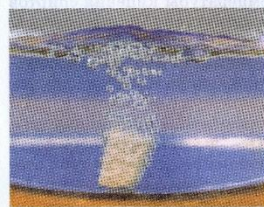
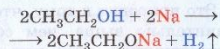


Рис. 36. Взаимодействие натрия с этиловым спиртом



Образующийся этилат натрия представляет собой белый порошок, разлагающийся водой.

При действии на спирты бромоводорода происходит замещение OH -группы спирта на атом брома. Так, при кипячении этилового спирта с бромоводородной кисло-

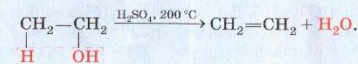
64

Химические свойства и получение спиртов

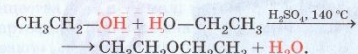
той образуется бромэтан, пары которого конденсируются в виде тяжелых маслянистых капель:



При нагревании спиртов с концентрированной серной или фосфорной кислотой происходит *дегидратация* — отщепление воды. При сильном нагревании от каждой молекулы спирта отрывается по одной молекуле воды и образуется алкен:



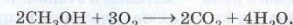
Если смесь спирта с концентрированной серной кислотой нагревать до температуры не выше $150^\circ C$, то молекула воды отщепляется от двух молекул спирта и образуется диэтиловый эфир:



Это вещество принадлежит к классу *простых эфиров*, молекулы которых состоят из двух углеводородных радикалов, соединенных атомом кислорода: $R-O-R$.

Диэтиловый эфир (называемый иногда серным эфиром, так как он образуется при действии на этиловый спирт концентрированной серной кислотой) представляет собой легколетучую жидкость, практически нерастворимую в воде. В отличие от этанола, эфир не реагирует с натрием: в его составе нет OH -группы, атом водорода которой может замещаться на металл. Диэтиловый эфир используют в медицине при пломбировании зубов, поэтому его запах ассоциируется у многих с кабинетом стоматолога.

Спирты легко окисляются. Д. И. Менделеев, изучавший водные растворы этилового спирта, установил, что они горят на воздухе при содержании спирта более 50% по объему. При сгорании спиртов образуются углекислый газ и вода:

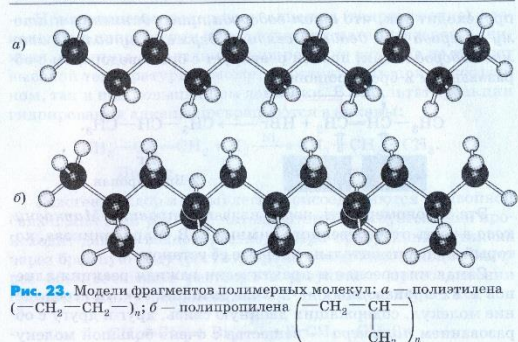


Менее сильные окислители, такие как оксид меди (II) или перманганат калия, отнимают от молекулы спирта два атома водорода. Продукт такой реакции называют альдегид-

65

Учебник 10 класса базовый уровень

Глава 2. УГЛЕВОДОРОДЫ



Из полистирола изготавливают пластиковую посуду, футляры для компакт-дисков, ручек и телефонов, пеналы и др. Этот полимер — более хрупкий, но лучше пропускает свет.

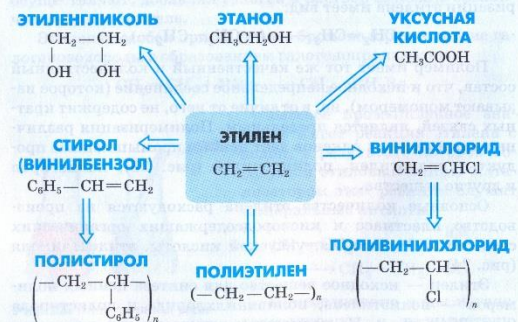


Рис. 24. Применение этилена

44

Этиленовые углеводороды



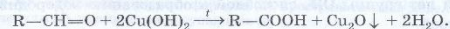
Рис. 25. Изделия из полимеров: полиэтилена (а), полипропилена (б), поливинилхлорида (в), полистирола (г)

45



Принято считать, что реакция «серебряного зеркала» служит качественной реакцией на альдегидную группу (рис. 50). Однако, в отличие от большинства других качественных реакций, она очень «капризна» — красивое серебряное зеркало удаётся получить далеко не всегда. В руках неопытного экспериментатора серебро осаждается из раствора в виде мелкого чёрного осадка.

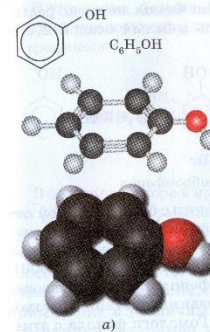
Для определения альдегидной группы в веществе удобнее использовать синий осадок гидроксида меди (II), который получают сразу перед проведением опыта, действуя на соль меди раствором щёлочи. В присутствии альдегида синий гидроксид меди (II) восстанавливается, постепенно превращаясь в красный оксид меди (I) Cu_2O :



82

Фенол

спиртов, мо-
и этиленгли-
чтобы полу-
та?
100 кг глище-
окисильная
та ароматич-
первого



Альдегиды и кетоны

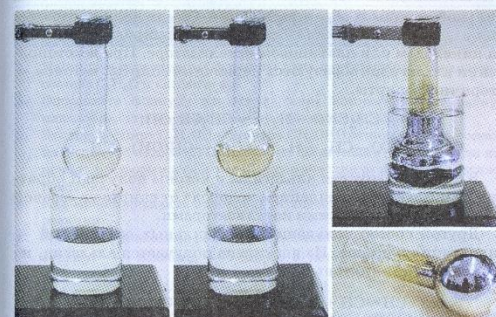


Рис. 50. Реакция «серебряного зеркала»

Если реакцию проводить при нагревании, иногда удаётся осадить оксид меди (I) в виде медно-красного зеркала, покрывающего изнутри стенки сосуда.

В отличие от альдегидов, кетоны окисляются только очень сильными окислителями: они не дают реакции «серебряного зеркала» и не восстанавливают гидроксид меди (II).

При присоединении двух атомов водорода к молекуле альдегида или кетона происходит восстановление карбо-

Михаил Григорьевич
Кучеров (1850–1911)

Русский химик-органик. Окончил Петербургский земледельческий институт. Большая часть работ Кучерова относится к области прикладной химии, он много занимался анализом состава вин и других спиртных напитков. В области фундаментальной науки он исследовал свойства непредельных углеводородов. В 1881 г. Кучеров открыл реакцию каталитического присоединения воды к ацетиленовым углеводородам в присутствии солей ртути. Эта реакция долгое время лежала в основе промышленного получения уксусного альдегида и уксусной кислоты из ацетилена.



83

воде фено-

анических
Если в вод-
ислый газ
осадок

CO_3 ;

влияет на
акциях
зми реаг-
енола про-
углеводоро-
агирует ни

75

45

Учебник 10 класса базовый уровень

Глава 3. КИСЛОРОД- И АЗОТСОДЕРЖАЩИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Некоторые реакции аминов происходят с участием углеводородных радикалов. Так, анилин легко вступает в реакции замещения в бензольном кольце. Подобно фенолу, он реагирует с бромной водой, образуя белый осадок 2,4,6-триброманилина:



При сгорании аминов образуются углекислый газ, азот и вода. Окисление анилина раствором перманганата калия приводит к образованию красителя анилинового чёрного.

Простейшие амины (метиламин, диметиламин, диэтиламин) используют для получения различных лекарственных препаратов. Анилин служит сырьём для производства анилиновых красителей, лекарственных веществ. 1,6-Диаминогексан в огромных количествах применяют в производстве полимерного волокна *найлона*.



Николай Николаевич Зинин
(1812—1880)

Русский химик-органик. Окончил физико-математический факультет Казанского университета, работал в Казани и Санкт-Петербурге. Изучая методы направленного окисления и восстановления органических соединений, открыл метод получения ароматических аминов (реакция Зинина). Впервые синтезировал этим методом анилин (1842) и другие ароматические амины, заложив основы производства синтетических красителей. Большое внимание учёный уделял достижениям химии в промышленности, в том числе и военной. Он разработал метод синтеза нитроглицерина из глицерина с использованием концентрированной азотной кислоты.

Научную работу Зинин успешно сочетал с общественными обязанностями. Он выступил организатором Русского химического общества и стал его первым президентом. Зинин основал большую научную школу, из которой вышел выдающийся российский химик А. М. Бутлеров. Научные заслуги Н. Н. Зинина были признаны химиками всего мира. Знаменитый немецкий химик А. В. Гофман говорил: «Если бы Зинин не сделал ничего более, кроме превращения нитробензола в анилин, то и тогда его имя осталось бы записанным золотыми буквами в истории химии».

114

Вопросы и задания

1. Напишите формулы всех аминов, молекулы которых содержат 7 атомов водорода. Укажите тип каждого амина.
2. Установите формулу амина, содержащего 19,2% (масс.) азота.
3. Простейший амин (метиламин) — газ, а простейший спирт (метанол) — жидкость. Чем это вызвано?
4. Как отличить метиламин от метана?
5. Как отличить раствор метиламина от раствора анилина? Укажите реагент и признак реакции.
6. Предложите способ получения метиламина из метана с использованием неорганических реагентов по схеме:



Определите вещество X.

7. Напишите уравнения реакций по схеме: амин \rightarrow соль \rightarrow амин \rightarrow углекислый газ.
 8. При восстановлении 100 г нитробензола получили вдвое меньшую массу анилина. Рассчитайте выход реакции восстановления.
 9. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующей схеме превращений:
- $$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}.$$
10. В двух пробирках находятся водные растворы фенола и анилина. Назовите по одному веществу, которое: а) реагирует с обоими веществами; б) реагирует только с анилином; в) реагирует только с фенолом. Напишите уравнения реакций.
 11. Какая масса осадка образуется при действии на 9,3 г анилина избытка бромной воды?
 12. Подготовьте сообщение о жизни и деятельности Н. Н. Зинина.

§ 22 Аминокислоты

Многие биологически активные молекулы содержат несколько химически различных функциональных групп, способных взаимодействовать между собой или с функциональными группами других молекул. Вы уже знакомы с глюкозой, которая проявляет свойства как многоатомных спиртов, так и альдегидов. Другой важный пример бифункциональных природных соединений — *аминокислоты*. В состав аминокислот входят аминогруппа $-\text{NH}_2$ и карбоксильная группа $-\text{COOH}$.

Изменение кислотности среды, действия излучения (рис. 72). Денатурация бывает обратимой и необратимой. Пример необратимой денатурации — свёртывание яичных белков при варке яиц. Необратимая денатурация может быть также вызвана образованием нерастворимых веществ при действии на белки солей тяжёлых металлов — свинца или ртути.

Другое химическое свойство белков — способность к гидролизу в кислой среде или под действием ферментов. При

124

Аминокислоты

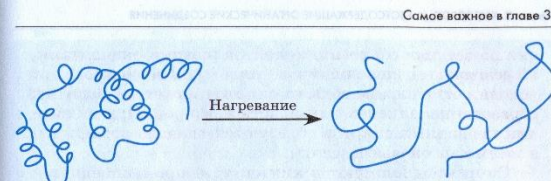


Рис. 72. Денатурация белка при нагревании

гидролизе пептидные связи разрываются и происходит расщепление пептидной цепи с образованием белков с меньшей молекулярной массой или аминокислот, составляющих белок.

Белки жизненно необходимы любому организму и являются поэтому важнейшей составной частью продуктов питания. В процессе пищеварения белки под действием ферментов гидролизуются до аминокислот, которые служат исходным сырьём для синтеза других белков, необходимых данному организму. Существуют такие аминокислоты, которые организм не в состоянии синтезировать сам и получает их только с пищей. Эти аминокислоты называют незаменимыми. Из 20 аминокислот, составляющих белки, незаменимыми являются 8.

Вопросы и задания

1. Какие функции выполняют в организме белки? Перечислите некоторые из них и приведите примеры.
2. Что представляют собой первичная и вторичная структуры белков?
3. Сколько аминокислотных остатков содержит белок, изображённый на рисунке 69?
4. Что такое денатурация белков? Какие факторы её вызывают?
5. Обратима или нет денатурация белка, происходящая при варке яиц? Объясните.

Самое важное в главе 3

Спирты — производные углеводов, в которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильную группу (ОН-группу). Спирты — очень слабые кислоты,

125

Учебник 10 класса базовый уровень

они не вступают в реакцию нейтрализации с щелочами, но реагируют с щелочными металлами. В зависимости от условий отщепление воды от спиртов может приводить к образованию алкенов или простых эфиров. При окислении первичных спиртов образуются сначала альдегиды, а затем карбоновые кислоты.

Спирты используют в химической промышленности для производства лекарственных препаратов и применяют как растворители органических веществ.

Многоатомные спирты — этиленгликоль и глицерин — по химическим свойствам подобны одноатомным спиртам. Образование интенсивной синей окраски в реакции со свежеосаждённым гидроксидом меди (II) — качественная реакция на многоатомные спирты. Многоатомные спирты применяют как антифризы, растворители, исходные вещества для производства синтетических волокон и пластмасс.

Фенол — органическое вещество, в котором гидроксильная группа связана с бензольным кольцом. Фенол — более сильная кислота, чем спирты: он реагирует не только с щелочными металлами, но и с щелочами. Реакции замещения в бензольном кольце фенола протекают значительно легче, чем в ароматических углеводородах. Фенол используется для производства лаков, красок и пластмасс.

Альдегиды — соединения, в которых карбонильная группа >C=O связана с одним углеводородным радикалом и атомом водорода. В **кетонах** карбонильная группа соединена с двумя углеводородными радикалами. При восстановлении альдегидов и кетонов образуются спирты. Реакции окисления характерны для альдегидов, которые легко окисляются в карбоновые кислоты, например под действием аммиачного раствора оксида серебра (реакция «серебряного зеркала»).

Карбоновые кислоты — соединения, содержащие карбоксильную группу COOH . Для них характерны все обычные свойства кислот. Карбоновые кислоты реагируют со спиртами с образованием сложных эфиров. В химические реакции может вступать не только карбоксильная группа, но и углеводородный радикал. Карбоновые кислоты находят широкое применение в органическом синтезе, в производстве синтетических и искусственных волокон, лекарственных препаратов.

Сложные эфиры — производные карбоновых кислот, в которых гидроксильная группа OH замещена группой OR . Главное химическое свойство сложных эфиров — способность к гидролизу. При гидролизе молекула сложного эфира разрушается и образуются кислота и спирт, из которых был получен сложный эфир. Сложные эфиры являются хорошими растворителями для многих органических веществ. Они находят применение в медицине и парфюмерии.

Жиры — сложные эфиры трёхатомного спирта глицерина и карбоновых кислот. Предельные жиры при обычных

Глава 4. ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВЕЩЕСТВА



Рис. 80. Корпус телефонного аппарата, выполненный из бакелита

Термоактивные полимеры, в отличие от термопластичных, при нагревании разлагаются. При этом происходит необратимое изменение их структуры, а в некоторых случаях и разрушение. К числу термопластов относят смолы, получаемые конденсацией. В начале XX в. был разработан синтез фенолформальдегидной смолы (бакелита) из фенола и формальдегида. Бакелит — твёрдый, трудногорючий, жёсткий и прочный материал с прекрасными изоляционными свойствами. Ранее в смеси с наполнителем (слюдой, древесными опилками) он широко использовался для создания корпусов телефонных аппаратов, деталей машин, выключателей (рис. 80). При нагревании бакелит разлагается, выделяя высокотоксичные пары фенола. Поэтому в настоящее время фенолформальдегидные смолы заменяют на сходные по строению и свойствам аминопласты. Их получают поликонденсацией формальдегида с мочевиной и различными аминами. Аминопласты широко применяют в производстве фанеры, мебели, слоистых пластиков.

Волокна — это тонкие непрядёные нити, используемые для изготовления тканей. Ткань состоит из переплетённых нитей, расположенных продольными и поперечными рядами. Более рыхлое вязаное полотно, образованное одной системой нитей, закрученных в петли, называют трикотажем (рис. 81).

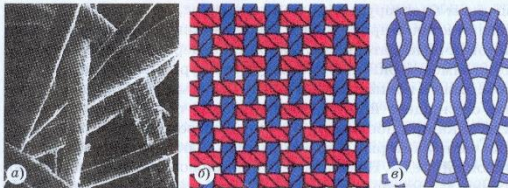


Рис. 81. Нить под микроскопом (а), ткань (б), трикотаж (в)

Нанесением на ткань полимерного покрытия, сделанного из полиуретана или полипропилена, получают материал, называемый искусственной кожей.

Различают природные (лён, хлопок, шерсть) и химические волокна. К природным волокнам относят хлопок и лён. Оба этих волокна представляют собой целлюлозу. Другим примером природного волокна служит шёлк — белок, производимый гусеницей тутового шелкопряда. Шёлковую нить (как и шерсть) легко отличить от хлопчатобумажного волокна по неприятному запаху палёной кожи, появляющемуся при её поджигании.

Химические волокна получают продавливанием раствора или расплава полимера через фильеры, имеющие вид колпачков с многочисленными узкими отверстиями (рис. 82). Волокна, получаемые при химической переработке природных полимеров, называют **искусственными**, а производимые из синтетических полимеров — **синтетическими**.

Примерами искусственных волокон служат вискоза и ацетатное волокно (искусственный шёлк), получаемые из

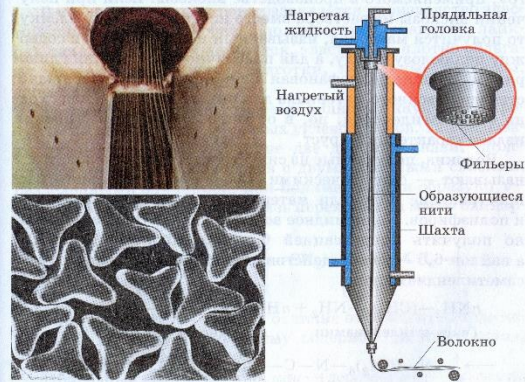


Рис. 82. Схема производства волокна пропусканием раствора через фильеры

Учебник 10 класса базовый уровень

Практикум

Лабораторные опыты

Составление моделей алканов

1. Составьте модели всех изомеров пентанов по формулы веществ в тетради и дайте их названия.

2. Составьте модели: а) 2,2-диметилбутан. Зарисуйте формулы веществ в

3. Составьте модель одного изомера 1,2-метилпропана. Зарисуйте формулы и дайте их названия.

Взаимодействие алканов с бромом

В две пробирки налейте по 1 мл ген-бромную воду. Изменение окраски брома-хлоридом из водного слоя в органический. Одну судят по исчезновению окраски. Другую держите на солнечный свет, а другую оберните держите в темноте. Сделайте вывод об условиях реакции бромирования алканов.

Составление моделей неопредельных уг

1. Составьте модели всех изомеров соответствующих формулы веществ в тетради и дайте их названия.

2. При помощи моделей продемонстрируйте вращение вокруг кратной связи. Какую пространственную изомерию алкенов?

3. Составьте модели: а) 2-метилбутена-бутена-2. Зарисуйте формулы веществ в те

Свойства этилового спирта

1. Налейте в пробирку 1 мл этанола. Опустите в него пробирку с раствором. Прилейте к спирту примерно равное количество воды. Перемешайте. Сделайте вывод о растворимости вещества.

2. К полученному раствору добавьте одна капля перманганата калия и перемешайте.

О проектной деятельности

Приглашаем вас принять самое школьной проектной деятельности. как на уже полученные вами знания вые, которые ещё предстоит приобрести деятельности — решение определённых задач, возникающих в результате общества. Решить проблему — значит, мые знания и умения из различных источников реальный и осязаемый результат проблемных ситуаций, с которыми мы не относимся к отдельным областям на комплексный, междисциплинарный характер, полностью индивидуально, но гораздо коллективе.

В чём состоит проект? В его основе каждый из которых начинается на 1) проектирование (планирование), 2) продукт, 3) презентация. Иногда 4) Это портфолио проекта, т. е. папка, в рабочие материалы проекта, в том числе отчёты.

Выполнение проекта начинается с вый по разрешению проблемы, иными рования самого проекта. В плане дол чень конкретных действий с указани лиц, ответственных за выполнение. В могут быть сразу спланированы от н При работе в коллективе все участни браться, обсудить план действий и чё ду собой обязанности.

О дискуссиях

Слово «дискуссия» происходит от латинского *discussio*, что означает «рассмотрение, исследование». Так называют обсуждение какого-либо вопроса или проблемы для достижения взаимоприемлемого решения. Дискуссия близка полемике, в ходе которой обе стороны по очереди высказывают утверждения и обсуждают их, двигаясь к истине. Таким образом, любая дискуссия направлена на поиск истины, нахождение выхода из проблемной ситуации. Для этого каждой стороне нужно тщательно и беспристрастно исследовать точки зрения других участников, постараться увидеть проблему со стороны оппонента, позволять другим участникам представлять аргументы «за» или «против» по обсуждаемому вопросу. Каждый участник дискуссии должен понимать, что, возможно, любая точка зрения, в том числе и его, может оказаться ошибочной. Проводя дискуссию, чётко формулируйте свои мысли, грамотно используйте терминологию. Отстаивая свою точку зрения, не впадайте в спор, приводите аргументы, не перебивая других участников дискуссии. Уважайте мнение любого человека, даже если оно не совпадает с вашим. Приводя аргументы, помните, что они должны быть вескими и относиться к делу.

Бывает, что у дискуссии есть ведущий — в этом случае он отвечает за её содержание, управляет её течением, даёт слово различным участникам или отбирает его в случае нарушения правил. Роль ведущего — очень ответственная, она тре-

Учебник 10 класса базовый уровень

Приложения

Приложение 1

Качественные реакции на некоторые органические вещества

Вещество	Реактив, условие	Признаки реакции
Этилен	Раствор KMnO_4 , H^+	Обесцвечивание раствора в результате образования $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$
	Br_2 <i>aqua</i>	Обесцвечивание раствора в результате образования $\text{HOCH}_2-\text{CH}_2\text{Br}$
Этанол	Прокалённая медная проволока (CuO)	Восстановление оксида меди (II) до меди, выделение паров CH_3CHO
	$\text{I}_2 + \text{NaOH}(\text{Na}_2\text{CO}_3)$	При нагревании образование жёлтого осадка иодоформа CHI_3
Глицерин	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	Ярко-синий раствор глицерата меди (II)
Фенол	Br_2 <i>aqua</i>	Белый осадок трибромфенола
	Раствор FeCl_3	Фиолетовое окрашивание
Формальдегид	$\text{Cu}(\text{OH})_2$, t	Жёлтый осадок CuOH , переходящий в красный осадок Cu_2O
	Аммиачный раствор оксида серебра Ag_2O	«Серебряное зеркало»

163

16

Приложение 2

Общепринятые названия некоторых типов органических реакций

Название	Определение	Пример
Гидрирование	Присоединение водорода	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6$
Дегидрирование	Отщепление водорода	$\text{C}_6\text{H}_{12} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2$
Гидратация	Присоединение воды	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
Дегидратация	Отщепление воды	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$
Хлорирование	Взаимодействие с хлором (присоединение или замещение)	$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$, $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$
Гидрохлорирование	Присоединение хлороводорода	$\text{C}_2\text{H}_4 + \text{HCl} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$
Нитрование	Взаимодействие с азотной кислотой (замещение водорода на нитрогруппу NO_2)	$\text{CH}_4 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{CH}_3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Окисление	Присоединение кислорода или потеря электронов	$\text{C}_2\text{H}_4 + [\text{O}] + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$

Приложение 2

Приложение 3

Некоторые именные реакции в органической химии

Название	Описание	Пример
Реакция Вюрца	Взаимодействие алкилгалогенидов с натрием	$2\text{CH}_3\text{Cl} + 2\text{Na} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_6 + 2\text{NaCl}$
Реакция Коновалова	Нитрование алканов	$\text{C}_2\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Реакция Кучерова	Гидратация алкинов	$\text{C}_2\text{H}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{CH}_3\text{CHO}$
Реакция Зелинского	Тримеризация ацетилена в бензол	$3\text{C}_2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{C}_{60}, t} \text{C}_6\text{H}_6$
Реакция Зинина	Восстановление нитросоединений в амины	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 \xrightarrow{+\text{Zn} + \text{HCl} - \text{H}_2\text{O}} \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$
Реакция Лебедева	Синтез бутадиена-1,3 из этанола	$2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \xrightarrow{\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3} \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$

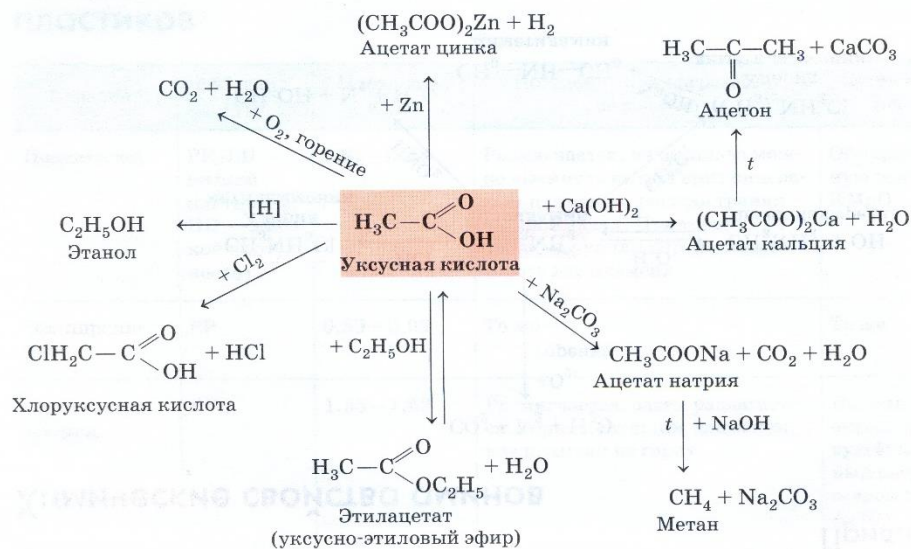
Приложение 3

167

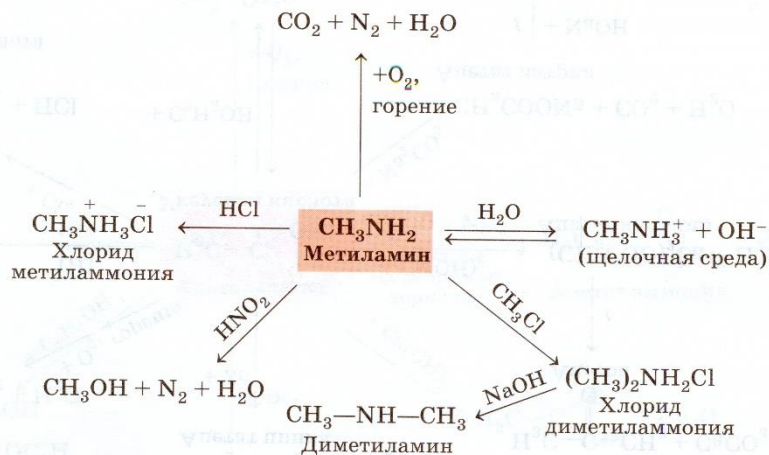
Учебник 10 класса базовый уровень

Приложение 10

Химические свойства карбоновых кислот



Химические свойства аминов



Учебник 11 класса базовый уровень: содержание (1-2 часа в неделю)

Глава 1. Вещество (строение атома, химическая связь, Периодический закон, растворы, электролитическая диссоциация).

Глава 2. Химические реакции (расчет по уравнениям реакций, реакции ионного обмена, качественные реакции, окислительно-восстановительные реакции, электролиз).

Глава 3. Неорганическая химия.

Глава 4. Научные основы химического производства.

Глава 5. Химия в жизни общества

Учебник 11 класса базовый уровень: содержание (1-2 часа в неделю)

Практикум (13 лабораторных опытов и 2 практические работы)

- **Практическая работа 1.** Решение экспериментальных задач по теме «Химические реакции».
- **Практическая работа 2.** Получение медного купороса.

Проектная деятельность (приведена темы проектов и исследований)

Приложения

- 1.** Название, формулы кислот и кислотных остатков (1 таблица)
- 2.** Качественные реакции на некоторые ионы (1 таблица)

Учебник 11 класса базовый уровень: содержание (1-2 часа в неделю)

Приложения

- 3.** Экологические требования к автомобильным бензинам и к дизельному топливу (2 таблицы)

За страницами учебника (Список дополнительной литературы и интернет-ресурсы)

Ответы на задания

Учебник 11 класса базовый уровень

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	ГРУППЫ																	
		А I В		А II В		А III В		А IV В		А V В		А VI В		А VII В		VIII В			
1	1	Н 1,0079 1s ¹ Водород												Н 1,0079 1s ¹ Водород					
2	2	Li 6,941 2s ¹ Литий		Be 9,01218 2s ² Бериллий		B 10,81 2s ² 2p ¹ Бор		C 12,011 2s ² 2p ² Углерод		N 14,0067 2s ² 2p ³ Азот		O 15,9994 2s ² 2p ⁴ Кислород		F 18,9984 2s ² 2p ⁵ Фтор		Ne 20,179 2s ² 2p ⁶ Неон			
3	3	Na 22,9898 3s ¹ Натрий		Mg 24,305 3s ² Магний		Al 26,9815 3s ² 3p ¹ Алюминий		Si 28,0855 3s ² 3p ² Кремний		P 30,9738 3s ² 3p ³ Фосфор		S 32,06 3s ² 3p ⁴ Сера		Cl 35,453 3s ² 3p ⁵ Хлор		Ar 39,948 3s ² 3p ⁶ Аргон			

Относительная атомная масса

Символ

Порядковый (атомный) номер

Конфигурация валентных электронов

Распределение электронов по уровням

Название

4	4	K ¹⁹ 39,0983 4s ¹ Калий		Ca ²⁰ 40,08 4s ² Кальций		Sc ²¹ 44,0559 3d ¹ 4s ² Скандий		Ti ²² 47,88 3d ² 4s ² Титан																											
	5	Cu ³⁰ 63,546 3d ¹⁰ 4s ¹ Медь		Zn ³⁰ 65,39 3d ¹⁰ 4s ² Цинк		Ga ³¹ 69,72 4s ² 4p ¹ Галлий		Ge ³² 72,59 4s ² 4p ² Германий																											
5	6	Rb ³⁷ 85,468 5s ¹ Рубидий		Sr ³⁸ 87,62 5s ² Стронций		Y ³⁹ 88,9059 4d ¹ 5s ² Иттрий		Zr ⁴⁰ 91,22 4d ² 5s ² Цирконий																											
	7	Ag ⁴⁷ 107,868 4d ¹⁰ 5s ¹ Серебро		Cd ⁴⁸ 112,41 4d ¹⁰ 5s ² Кадмий		In ⁴⁹ 114,82 5s ² 5p ¹ Индий		Sn ⁵⁰ 118,69 5s ² 5p ² Олово																											
6	8	Cs ⁵⁵ 132,905 6s ¹ Цезий		Ba ⁵⁶ 137,33 6s ² Барий		La* ⁵⁷ 138,905 5d ¹ 6s ² Лантан		Hf ⁷² 178,49 5d ² 6s ² Гафний																											
	9	Au ⁷⁹ 196,967 5d ¹⁰ 6s ¹ Золото		Hg ⁸⁰ 200,59 5d ¹⁰ 6s ² Ртуть		Tl ⁸¹ 204,383 6s ² 6p ¹ Таллий		Pb ⁸² 207,2 6s ² 6p ² Свинец																											
7	10	Fr ⁽²²³⁾ 7s ¹ Франций		Ra ⁽²²⁶⁾ 7s ² Радий		Ac** ⁽²²⁷⁾ 6d ¹ 7s ² Актиний		Rf ⁽²⁶¹⁾ 6d ² 7s ² Резерфордий																											
	ФОРМУЛА ВЫСШЕГО ОКСИДА										R ₂ O		RO		R ₂ O ₃		RO ₂																		
ФОРМУЛА ЛЕГЧЕГО ВОДОРОДНОГО СОЕДИНЕНИЯ																		RH ₄																	

*Лантаноиды

58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd
140,12	140,908	140,908	140,908	140,908	140,908	140,908	140,908	140,908	140,908	140,908	140,908	140,908	
4f ¹ 5s ¹ 6s ²	4f ³ 5s ¹ 6s ²	4f ⁴ 5s ¹ 6s ²	4f ⁵ 5s ¹ 6s ²	4f ⁶ 5s ¹ 6s ²	4f ⁷ 5s ¹ 6s ²	4f ⁷ 5s ¹ 6s ²	4f ⁷ 5s ¹ 6s ²	4f ⁷ 5s ¹ 6s ²	4f ⁷ 5s ¹ 6s ²	4f ⁷ 5s ¹ 6s ²	4f ⁷ 5s ¹ 6s ²	4f ⁷ 5s ¹ 6s ²	
Церий	Прозеодим	Неодим	Прометий	Самарий	Европий	Гадолий							

**Актиноиды

90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm
232,038	(231)	236,029	(237)	235	(237)	(244)	(243)	(243)	(247)				
6d ² 7s ²	5f ⁶ 6d ¹ 7s ²	5f ⁶ 6d ¹ 7s ²	5f ⁶ 6d ¹ 7s ²	5f ⁷ 7s ²	5f ⁷ 7s ²	5f ⁷ 7s ²	5f ⁷ 7s ²	5f ⁷ 7s ²	5f ⁶ 6d ¹ 7s ²				
Торий	Протактиний	Уран	Нептуний	Плутоний	Америций	Кюрий							

ТАБЛИЦА РАСТВОРИМОСТИ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	Be ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Ba ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Hg ²⁺	Ag ⁺
OH ⁻		P	P	P	P	H	H	M	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H
F ⁻	P	P	M	P	P	P	P	H	M	M	P	H	M	M	H	P	—	—
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	—	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	P	M	H
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	H	—	H	H
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
S ²⁻	P	P	P	P	P	—	—	—	P	—	H	—	H	—	H	H	H	H
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	—	M	H	H	—	M	—	H	—	H	—	H	H
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	P	P	M	H	P	P	P	P	P	H	P	P	M
PO ₄ ³⁻	P	P	M	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
SiO ₃ ²⁻	H	—	H	P	P	—	H	H	H	—	H	—	H	—	H	—	—	—
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	—	H	H	H	—	H	—	H	—	H	—	H	H
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	P	—	P	—	P	P	—	M
MnO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	—	P	—	—	—	H	H	P	H
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	—	P	P	H	—	H	P	—	—	H	H	H	H
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	—	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

P — растворимые (более 1 г в 100 г H₂O)

M — малорастворимые (от 0,01 до 1 г в 100 г H₂O)

H — нерастворимые (менее 0,01 г в 100 г H₂O)

— — не существуют или не могут быть выделены из водного раствора

Все данные приведены для температуры 20 °C

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ

Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Be	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Ni	Sn	Pb	(H ₂)	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-------------------	----	----	----	----	----

Учебник 11 класса базовый уровень

Глава 1. Вещество

Свойства простых и сложных соединений с различными типами химической связи

Таблица 1

Состав вещества	Химическая связь	Разница ЭО	Кристаллическая решётка	Свойства вещества	Примеры
Металл + неметалл	Ионная	Высокая	Ионная	Тугоплавкие вещества без запаха, многие растворимы в воде	NaCl, Na ₂ CO ₃
Неметалл + неметалл	Ковалентная	Низкая или нулевая	Атомная	Тугоплавкие вещества без запаха, нерастворимы в воде	Алмаз C, кварц SiO ₂
			Молекулярная	Легкоплавкие вещества, могут обладать запахом	I ₂ , C ₆ H ₁₂ O ₆
Металл + металл	Металлическая	Низкая или нулевая	Металлическая	Вещества с металлическим блеском	Fe, Na, Al, Cu

ные соединения неметаллов, кислород, озон, водород и другие газы.

Ионные соединения представляют собой твёрдые тугоплавкие вещества без запаха, часто хорошо растворимые в воде. Они имеют *ионную кристаллическую решётку*, в узлах которой чередуются положительно и отрицательно заряженные ионы (рис. 11, а). Примерами ионных соединений служат оксиды металлов (CaO, Al₂O₃), щёлочи (NaOH, Ca(OH)₂) и соли (NaCl, K₂S, K₂SO₄, NH₄Cl).

Вещества с ковалентными связями бывают двух типов. К первому принадлежат вещества с *атомной кристаллической решёткой* (рис. 11, б) (алмаз C, кремний Si, кварц SiO₂). Они состоят из атомов, связанных друг с другом в бес-

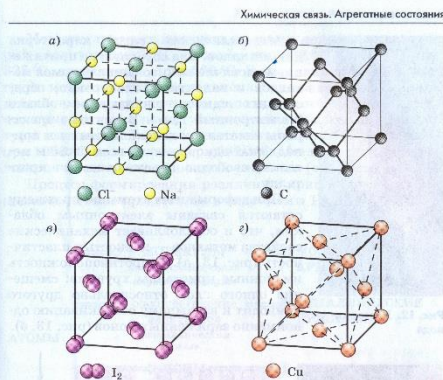


Рис. 11. Типы кристаллических решёток: а — ионная; б — атомная; в — молекулярная; г — металлическая

конечный трей. Атомы атомные кристаллы, первые вещества кристаллическую решётку. С другой стороны, в этом молекулярных веществах при жидкости (и C₆H₁₂O₆), газы (CH₄) или лег. Многие из них являются жидкими (рис. 11, в).

Глава 1. Вещество

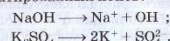
Классификация электролитов

Таблица 5

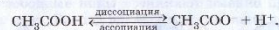
ЭЛЕКТРОЛИТЫ	
сильные ($\alpha > 10\%$)*	слабые ($\alpha < 10\%$)*
Кислоты HCl, H ₂ SO ₄ , HNO ₃	Кислоты H ₂ CO ₃ , H ₂ SiO ₃ , H ₂ S, CH ₃ COOH
Щёлочи NaOH, KOH, Ca(OH) ₂ , Ba(OH) ₂	Водный раствор аммиака NH ₃ · H ₂ O, нерастворимые в воде основания Al(OH) ₃ , Fe(OH) ₃
Соли	Вода

* Степень диссоциации в растворе с концентрацией 0,1 моль/л.

Сильные электролиты диссоциируют практически необратимо, и их водных растворов не содержатся исходных молекул или негидратированных ионов:



Диссоциация слабых электролитов обратима, т. е. одновременно с ней протекает и противоположный процесс — ассоциация:



В растворах слабых электролитов преобладают не ионы, а недиссоциированные молекулы. Именно этим, например, объясняется, что растворы уксусной кислоты сохраняют запах даже при сильном разбавлении водой.

Теория электролитической диссоциации была разработана шведским химиком Сванте Аррениусом. Основываясь на этой теории, можно дать определения важнейших классов неорганических соединений (табл. 6).

Важнейшие классы неорганических соединений

Таблица 6

Название	Определение	Примеры	Уравнение диссоциации
Оксиды	Неэлектролиты, состоят из атомов элемента и кислорода	CaO — оксид кальция, P ₂ O ₅ — оксид фосфора (V)	Не диссоциируют в водных растворах, некоторые взаимодействуют с водой

Электролитическая диссоциация. Кислотность среды. Индикаторы

Продолжение табл. 6

Название	Определение	Примеры	Уравнение диссоциации
Кислоты	Электролиты, при диссоциации образуют катионы водорода	H ₂ SO ₄ — серная кислота,	$\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
		HNO ₃ — азотная кислота,	$\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$
		HCl — соляная кислота,	$\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
		H ₂ CO ₃ — угольная кислота,	$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$
		H ₃ PO ₄ — фосфорная кислота,	$\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons 3\text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$
		CH ₃ COOH — уксусная кислота,	$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$
Основания	Электролиты, при диссоциации образуют гидроксид-анионы. Растворимые в воде основания называют щелочами	H ₂ C ₂ O ₄ — щавелевая кислота	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$
		NaOH — гидроксид натрия,	$\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
		KOH — гидроксид калия,	$\text{KOH} \rightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$
		Ca(OH) ₂ — гидроксид кальция,	$\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
		Ba(OH) ₂ — гидроксид бария,	$\text{Ba(OH)}_2 \rightarrow \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^-$
		Cu(OH) ₂ — гидроксид меди (II),	$\text{Cu(OH)}_2 \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^-$

Учебник 11 класса базовый уровень

Глава 1. ВЕЩЕСТВО

резанными из неё тонкими полосками (индикаторная бумага). Окраску полоски сравнивают со шкалой, аналогичной представленной на рисунке 27.

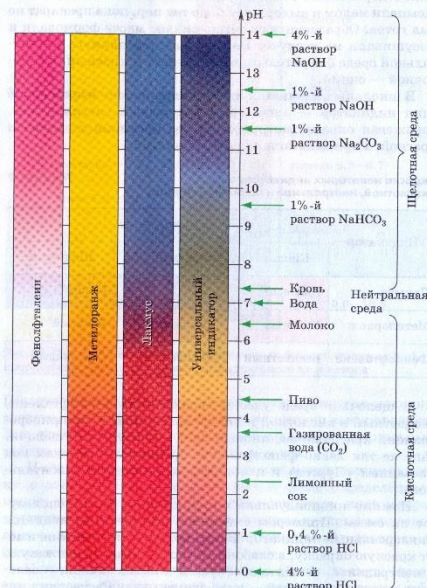


Рис. 27. Окраска индикаторов в различных средах

Электролитическая диссоциация. Кислотность сред. Индикаторы

Вопросы и задания

- Какие электролиты называют сильными, слабыми? Приведите примеры.
- В отдельные столбики выпишите из приведённого перечня формулы неэлектролитов, сильных электролитов, слабых электролитов: NaCl, Na₂S, H₂S, NaOH, Fe, Fe₂O₃, FeCl₃, Fe(OH)₃, CH₃COOH, HCl, KOH, NH₄Cl, CH₃COONa, CH₄, NaHCO₃, C, CO₂, H₂CO₃.
- Что называют кислотностью среды?
- pH слюны человека составляет примерно 5,5. Какой среде это соответствует?
- Какие вещества из перечисленных ниже в водных растворах имеют: а) нейтральную; б) кислую; в) щелочную реакцию среды? Соляная кислота, гидроксид калия, вода, карбонат натрия, хлорид алюминия, хлорид аммония, нитрат натрия.
- Кислотные дожди, как правило, наносят вред окружающей среде. Могут ли они быть полезны? Приведите примеры.
- Какие вещества называют индикаторами?
- Раствор неизвестного вещества реагирует с железом с выделением водорода. Предложите окраску лакмуса в этом растворе.

Самое важное в главе 1

Предметом изучения химии являются вещества и их свойства. Мельчайшая частица вещества — атом. Атом состоит из электронов и положительно заряженного ядра, состоящего из протонов и нейтронов. Важнейшая характеристика химического элемента — заряд ядра его атома, т. е. число протонов в ядре. Электроны в атоме различаются по энергии и занимают различные энергетические уровни. В образовании химических связей принимают участие лишь внешние электроны, называемые валентными.

Атомы могут быть объединены в молекулы либо образовывать протяжённые цепи, сетки, каркасы. Связи внутри молекул — ковалентные, а у веществ молекулярного строения могут быть ковалентными (атомные кристаллы), ионными (ионные кристаллы), металлическими (металлические кристаллы). Периодический закон Д. И. Менделеева формулирует основные закономерности изменения свойств. Свойства химических элементов, а также форма и свойства образуемых ими простых веществ и соединений находятся в периодической зависимости от заряда ядра.

иния, мы допустили ошибку присутствующих реакции показывающих реагирующих вещества в химии выдерживающее $6,02 \cdot 10^{23}$ атомов алюминия содержащий соляной кислоты в 1 моль хлорида и в три раза больше — $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул показывает, что соляной кислоты с 3 моль водорода. От 3 моль водорода. Как (молярная масса M) атомной массы M_r . Масса водорода равна 2 , а кислорода — 16 . Аналогично:

$\text{H}_2 = 2 \text{ г/моль}$;
 $\text{O}_2 = 32 \text{ г/моль}$;
 $\text{Cl}_2 = 71 \text{ г/моль}$.

гидрогенизирует 54 г Al , 6 моль HCl , 3 моль H_2 — исходных веществ всегда равна массе продуктов реакции ($54 \text{ г} + 219 \text{ г} = 267 \text{ г} + 6 \text{ г}$).

Пример. Найдём массу водорода, выделившегося при взаимодействии $10,8 \text{ г}$ алюминия с соляной кислотой. Масса вещества связана с его количеством соотношением $m = \nu M$, где m — масса в г, ν — количество вещества в молях, а M — молярная масса вещества в г/моль.

Таким образом,

$$\nu(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})} = \frac{10,8 \text{ г}}{27 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль.}$$

Согласно уравнению реакции, 2 моль алюминия реагируют с соляной кислотой с образованием 3 моль водорода. Это можно записать в виде отношения:

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

$$\nu(\text{H}_2) = \frac{3\nu(\text{Al})}{2} = \frac{3 \cdot 0,4}{2} = 0,6 \text{ моль.}$$

Уравнения химических реакций и расчёты по ним

Отсюда легко определить массу водорода:

$$m(\text{H}_2) = \nu(\text{H}_2) \cdot M(\text{H}_2) = 0,6 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 1,2 \text{ г.}$$

Для упрощения решения можно в соотношении

$$\frac{\nu(\text{Al})}{2} = \frac{\nu(\text{H}_2)}{3}$$

выразить количества вещества через массы:

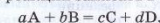
$$\nu(\text{Al}) = \frac{m(\text{Al})}{M(\text{Al})}, \quad \nu(\text{H}_2) = \frac{m(\text{H}_2)}{M(\text{H}_2)};$$

получаем

$$\frac{m(\text{Al})}{2M(\text{Al})} = \frac{m(\text{H}_2)}{3M(\text{H}_2)}, \quad \frac{m(\text{Al})}{2 \cdot 27} = \frac{m(\text{H}_2)}{3 \cdot 2},$$

откуда $m(\text{H}_2) = \frac{3 \cdot 2 \cdot m(\text{Al})}{2 \cdot 27} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10,8}{2 \cdot 27} = 1,2 \text{ г.}$

Если уравнение реакции записать в общем виде:



обозначив прописными буквами формулы веществ, а строчными — коэффициенты, то соотношения между количествами всех веществ, участвующих в реакции и образующихся в результате неё, имеет вид

$$\frac{\nu(A)}{a} = \frac{\nu(B)}{b} = \frac{\nu(C)}{c} = \frac{\nu(D)}{d},$$

или

$$\frac{m(A)}{aM(A)} = \frac{m(B)}{bM(B)} = \frac{m(C)}{cM(C)} = \frac{m(D)}{dM(D)}.$$

Для газообразных веществ удобнее измерять не массу, а объём. Согласно закону Авогадро, 1 моль любого газа при заданных температуре и давления занимает один и тот же объём. Эту величину принято называть молярным объёмом газа, при нормальных условиях (0°C и давлении 1 атм , т. е. $101\,325 \text{ Па}$) она равна $22,4 \text{ л}$:

$$V_m = 22,4 \text{ л/моль.}$$

Объём газа, вступившего в реакцию или выделившегося в результате неё, соотносится с молярным объёмом так же, как масса вещества с его молярной массой:

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}.$$

Учебник 11 класса базовый уровень

Глава 2. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

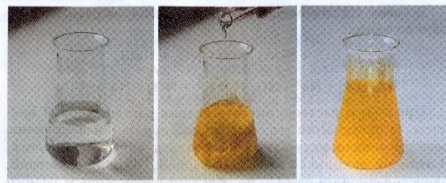


Рис. 29. Образование осадка иодида свинца

того иодида свинца PbI_2 при смешивании двух бесцветных растворов — иодида калия и нитрата свинца (рис. 29):

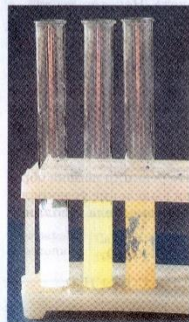
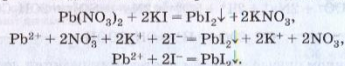


Рис. 30. Образование осадков хлорида, бромид и иодида серебра

Некоторые реакции, идущие с образованием осадков, используют для обнаружения в растворе неизвестных ионов. Область химии, занимающаяся определением качественного и количественного состава неизвестных веществ, называется *аналитической химией*. Качественный анализ отвечает на вопрос, из атомов каких элементов состоит то или иное вещество, а количественный анализ позволяет определить соотношение атомов, образующих соединение, а также ответить на вопрос, сколько того или иного вещества содержится в данном образце. В основе качественного определения некоторых ионов лежат реакции, заканчивающиеся образованием осадков. Например, при действии на хлорид, бромид и иодид натрия

Реакции ионного обмена. Качественные реакции

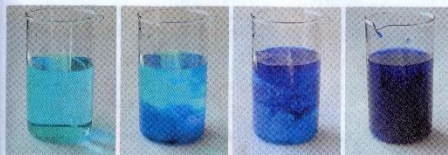
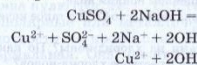


Рис. 31. Осаждение гидроксида меди (II) и его растворение в растворе аммиака

раствором нитрата серебра выпадают творожистые осадки солей — хлорида, бромид и иодида серебра (рис. 30). Все они нерастворимы в кислотах и на воздухе темнеют. Хлорид серебра белого цвета (слева), бромид — бледно-желтого, а иодид — желтый (справа). Идентифицировать присутствие этих ионов можно с помощью лакмуса и фенолфталеина. Реактивом на ион Cu^{2+} является гидроксид меди (II), который образуется из раствора $Cu(OH)_2$ синего цвета:



При добавлении аммиака осадок приобретает ярко-синий цвет. С некоторыми другими катионами при выполнении качественных реакций (см. приложение 2).

Вопросы и задания

1. Что выражает сокращённое ионное уравнение реакции?
2. С какими из перечисленных веществ реагирует нитрат калия, нитрат серебра?

Глава 2. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

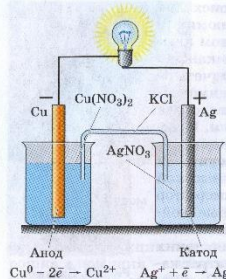
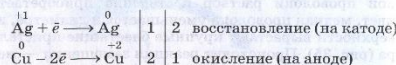


Рис. 36. Схема медно-серебряного гальванического элемента

На серебряном электроде ионы серебра восстанавливаются, происходит выделение серебра. Медный электрод постепенно растворяется — атомы меди окисляются до ионов, которые переходят в раствор.



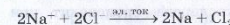
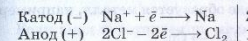
Электрод, на котором происходит восстановление, называют *катодом*, а электрод, на котором происходит окисление, — *анодом*. Легко заметить, что уравнение реакции ничем не отличается от опыта с медной проволокой, погружённой в раствор серебряной соли. Собрав гальванический элемент, нам удалось разделить процессы окисления и восстановления в пространстве и тем самым создать направленное движение электронов — электрический ток. Описанная реакция не позволяет получить больших значений электродвижущей силы и поэтому не используется в промышленности. Однако она наглядно демонстрирует принцип, по ко-

Окислительно-восстановительные реакции. Электролиз

тому действуют современные гальванические элементы (рис. 37).

Процессы, происходящие на электродах при работе гальванического элемента, можно осуществлять и в обратном направлении при пропускании электрического тока. Химические реакции, протекающие в растворах и расплавах электролитов под действием электрического тока, называются *электролизом*. При электролизе катод заряжен отрицательно, а анод положительно. С этим связано и название ионов — положительно заряженные ионы (катионы) движутся к катоду, а отрицательно заряженные (анионы) — к аноду.

Электролиз расплавов солей приводит к восстановлению металла на катоде и к окислению аниона кислотного остатка на аноде. Галогениды ионов на аноде окисляются до простых веществ. В качестве примера рассмотрим электролиз расплава поваренной соли (рис. 38).



На катоде На аноде

Данный процесс используют в промышленности для получения металлического натрия. Промышленный реактор



Рис. 37. Гальванические элементы (батареи)

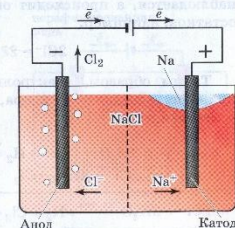


Рис. 38. Электролиз расплава поваренной соли

Учебник 11 класса базовый уровень

Глава 3. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Сов неорганических соединений обобщены в разделе «Приложения», а генетическая связь между различными классами неорганических веществ представлена на рисунке 41.

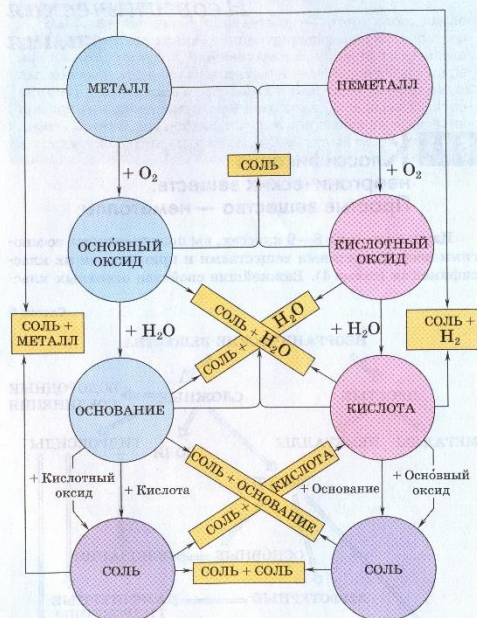


Рис. 41. Генетическая связь между различными классами неорганических соединений

Классификация неорганических веществ. Простые вещества — неметаллы

Простые вещества, как и элементы, разделяют на неметаллы и металлы. Элементы-неметаллы расположены в конце периодов и имеют электронную конфигурацию внешнего слоя, близкую к конфигурации ближайшего инертного газа или равную ей.

Например, элемент кислород имеет электронную конфигурацию $1s^2 2s^2 2p^4$. До завершения внешнего энергетического уровня ему не хватает двух электронов, принимая их, он проявляет степень окисления -2 . В целом атомам элементов-

Глава 3. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

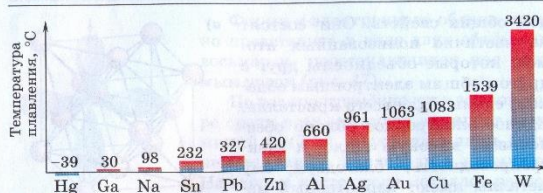


Рис. 50. Температуры плавления некоторых металлов

металл — ртуть — при комнатной температуре представляет собой жидкость, вольфрам плавится при 3420°C (рис. 50).

Большинство металлов имеют серебристо-белую окраску, лишь некоторые окрашены в тот или иной характерный цвет: медь — в красный, золото — в жёлтый (рис. 51).

Термин «цветные металлы» нельзя воспринимать буквально, он относится ко всем металлам, за исключением железа и его сплавов, называемых чёрными металлами. Цвет металла зависит также от степени его измельчения. Очень мелкие порошки большинства металлов кажутся чёрными.

Наибольшей химической активностью обладают щелочные металлы. Так называют элементы главной подгруппы I группы — литий Li, натрий Na, калий K, рубидий Rb, цезий Cs, франций Fr. Щелочные металлы энергично реагируют с кислородом, поэтому их хранят под слоем керосина или в запаянных ампулах. Хуже всего вступают в реакции благородные металлы — серебро, золото, рутений, родий, палладий, осмий, иридий, платина. Они не окисляются на воздухе.

Чугун — сплав железа с углеродом, содержащий углерод (от 2 до 6% C) в виде твёрдого раствора, а также кристаллы графита и цементита — карбида железа Fe_3C . Чугун тугоплавок — он плавится при температуре выше 1100°C . Различают несколько видов чугуна, отличающихся по свойствам. Белый чугун обладает высокой хрупкостью и весь идёт на переработку в сталь. Серый чугун используется для изготовления маховых колёс, радиаторов водяного отопления. Добавка в расплав чугуна небольшого количества магния

Простые вещества — металлы. Физические свойства металлов. Сплавы



Рис. 51. Простые вещества — металлы: а — алюминий; б — золото; в — цинк; г — серебро; д — ртуть; е — свинец; ж — медь; з — натрий; и — олово

значительно повышает его прочность, такой сплав идёт на изготовление коленчатых валов двигателей.

У большинства веществ при плавлении плотность уменьшается, исключение составляют вода и чугун. Всем известно, что лёд легче воды: он плавает на её поверхности. Аналогично, расплавленный чугун при кристаллизации немного расширяется — увеличивается в объёме. Это позволяет использовать его для литья изделий. Из чугуна отливали пушки, скульптуру. Всем известна чугунная ограда Летнего сада в Петербурге (рис. 52, а). Центр чугунного литья в России —

Учебник 11 класса базовый уровень

Глава 3. НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Вопросы и задания

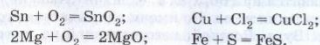
1. Дайте общую характеристику элементов-металлов. Укажите их положение в Периодической системе.
2. Какой металл имеет наиболее низкую температуру плавления? Какое применение металла основано на этом свойстве?
3. Составьте электронные конфигурации атомов Na, Al, K, Fe. Укажите максимальную степень окисления каждого элемента.
4. Какие элементы называют переходными? Приведите примеры.
5. Что называют сплавом? Приведите пример, показывающий, что свойства сплава отличаются от свойств его компонентов.
6. Как вы думаете, почему бронзовый век наступил раньше железного века?
7. На каком свойстве чугуна основано чугунолитей?
8. Используя текст параграфа, заполните таблицу.

Название сплава	Примерный состав	Свойства	Применение

9. Если дотронуться до поверхности изделий из металла и дерева, то металл покажется более холодным, хотя на самом деле оба изделия имеют одинаковую температуру. О каком физическом свойстве металлов это свидетельствует?
10. При изготовлении электрических проводов используются медь или алюминий. Медь более предпочтительна, хотя она дороже. Как вы думаете, почему?

§ 13 Химические свойства металлов

В химических реакциях металлы выступают в роли восстановителей, т. е. повышают степень окисления. Следовательно, они легко вступают в реакции с окислителями, например неметаллами — хлором, кислородом, серой. При этом образуются соответственно хлориды, оксиды, сульфиды, например:



Однако разные металлы проявляют восстановительные свойства в неодинаковой степени. Наибольшей химической активностью обладают щелочные металлы, расположенные

Химические свойства металлов



Рис. 56. Ряд стандартных

в главной подгруппе легко окисляются кислородом воды, часто со взрывом. В природе встречаются в соединениях с щелочными металлами и барий. В отличие от щелочных металлов окисляются на воздухе, образуя оксиды, в которых степень окисления равна +1.

По химической природе металлы расположены в ряд стандартных электрохимических потенциалов, составленный включён также неметаллы слева направо. Металлы (до цинка), вытесня-

Поместим в кристаллический натрий. Металл начинает двигаться по поверхности в результате реакции в результате в размере, скорость той же реакции по оксид натрия. Об окислении малинового оксида железа:



Глава 4. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

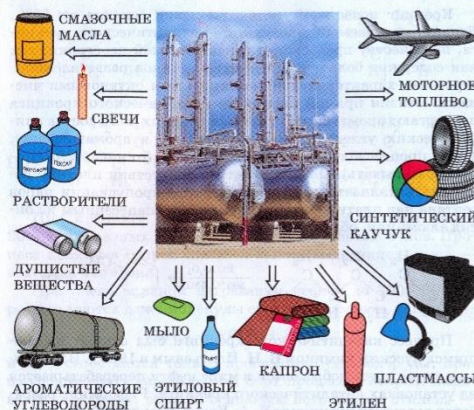


Рис. 88. Продукты, производимые из нефти

из нефти получают каучук, резину, пластмассы, спирт, уксусную кислоту, мыло, моющие средства, душистые вещества, лекарственные препараты и многое другое (рис. 88).

Вопросы и задания

1. Что такое нефть? Каково её происхождение?
2. Почему нефть и получаемые из неё бензин, керосин, соляровое масло, вазелин не имеют химической формулы?
3. Как разделяют нефть на фракции? Что называют мазутом; гудроном?
4. Приведите формулы трёх углеводородов, входящих в состав бензина. Дайте их названия.
5. Что называют крекингом; риформингом? С какой целью их проводят?
6. Понятнее/яснее, какой бензин используют ваши знакомые для заправки автомобиля. Какой бензин наилучший? Что определяет качество бензина?

Природный газ и энергетика

7. В чём сходство и в чём различие термического и каталитического крекинга? Какой из них позволяет получать бензин более высокого качества?
8. Бензин прямой перегонки не рагрует с бромной водой, а бензин, полученный в результате термического крекинга, обесцвечивает её. Почему?
9. Какие из приведённых уравнений описывает процесс крекинга, а какое – риформинга:
$$\text{C}_{20}\text{H}_{42} \rightarrow \text{C}_8\text{H}_{14} + \text{C}_{12}\text{H}_{28}$$
$$\text{C}_{12}\text{H}_{26} \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8 + 4\text{H}_2$$
10. В состав какой фракции входит углеводород 3,3,4-триметилгексан? Изобразите его форму этого соединения.

§ 19 Природный газ и энергетика

Другой важнейший источник углеводородного сырья — *природный газ*, главной составной частью которого (до 98%) является метан. В качестве примесей в нём содержится этан, пропан, бутаны, азот, сероводород и ряд других газов. Природный газ легче воздуха, он не имеет цвета и запаха¹.

Как и нефть, природный газ образовался под землей из животных и растительных остатков под действием высоких температур и огромных давлений. По разведанным запасам природного газа наша страна занимает первое место в мире. Каждый год в России добывают около 600 млрд м³ газа — это примерно четверть от мирового объема добычи (рис. 89).

Большое количество природного газа использует химическая промышленность. Из метана получают ацетилен, технический углерод (сажу) и

¹ При транспортировке и хранении газа к нему добавляют мизерные количества меркаптанов — веществ с резким, неприятным запахом. Это делается для того, чтобы по запаху можно было обнаружить утечку газа.

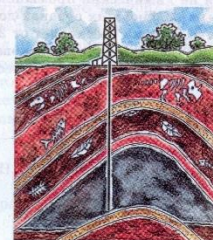


Рис. 89. Добыча природного газа

Учебник 11 класса базовый уровень

Тестовые задания к главе 1

Тестовые задания к главе 1

- Одинаковую электронную конфигурацию имеют
1) ионы Mg^{2+} и O^{2-} 3) ион F^- и атом Ar
2) ионы Na^+ и K^+ 4) атомы O и S
- Кислород образует ионные связи в
1) SO_2 2) CaO 3) O_2 4) H_2O_2
- В каком из соединений степень окисления серы наибольшая?
1) $KHSO_3$ 2) H_2S 3) SCl_2 4) Al_2S_3
- Водородные связи не образуются между молекулами
1) этанола и воды 3) этанола и этана
2) этанола и метанола 4) этанола и этанола
- В каком из соединений массовая доля кислорода наибольшая?
1) оксид азота (I) 3) оксид азота (II)
2) вода 4) оксид углерода (IV)
- В каком из соединений молярная доля водорода такая же, как и в воде?
1) серная кислота 3) аммиак
2) сероводород 4) азотная кислота
- Сколько граммов 10%-й азотной кислоты можно получить разбавлением 200 г 63%-го раствора HNO_3 ?
1) 31,7 2) 126 3) 1260 4) 3170
- Какое из соединений кислорода имеет наибольшую температуру плавления?
1) H_2O 2) CO_2 3) Al_2O_3 4) P_2O_5
- Среди перечисленных формул:
А) CO_2 В) CaO Д) SO_3
Б) NO Г) H_2O Е) CrO_3
кислотным оксидам соответствуют
1) АВД 2) ВГЕ 3) БВГ 4) АДЕ
- В каком ряду увеличивается высшая степень окисления элемента?
1) $Ca \rightarrow Sr \rightarrow Ba$ 3) $P \rightarrow S \rightarrow Cl$
2) $F \rightarrow Cl \rightarrow Br$ 4) $P \rightarrow As \rightarrow Sb$

Тестовые задания к главе 2

- Какая схема превращения соответствует процессу окисления?
1) $ClO_3^- \rightarrow Cl^-$ 3) $ClO_3^- \rightarrow Cl_2$
2) $Cl_2 \rightarrow Cl^-$ 4) $ClO^- \rightarrow ClO_3^-$
- Нитрование бензола относится к реакциям
1) замещения 3) присоединения
2) разложения 4) этерификации
- Наличие сульфат-ионов в растворе можно определить с помощью раствора
1) $Ba(NO_3)_2$ 3) $NaNO_3$
2) $Cu(NO_3)_2$ 4) $Zn(NO_3)_2$
- Объём (н. у.) кислорода, израсходованного на полное сжигание 100 л (н. у.) этана, равен
1) 150 л 3) 350 л
2) 200 л 4) 400 л
- Оксид углерода (IV) взаимодействует с
1) оксидом фосфора (V) 3) кислородом
2) оксидом кальция 4) азотной кислотой
- Как хлороводородная кислота, так и гидроксид натрия реагируют с
1) серой 3) медью
2) алюминием 4) фосфором

Учебник 11 класса базовый уровень

Практикум

В этом разделе приведены описания лабораторных опытов и практических работ. Лабораторные опыты проводят на уроках химии при ознакомлении с новым материалом, а практические работы — на отдельных, отведённых для этого уроках. Выполнение каждой практической работы требует предварительной домашней подготовки. Перед уроком прочитайте описание эксперимента, познакомьтесь со свойствами веществ, запишите уравнения реакций. Это позволит вам сэкономить время на уроке. Выполняя работу, не забывайте соблюдать технику безопасности, а после окончания работы — вымыть посуду и убрать рабочее место. Помните, что при пользовании спиртовкой длинные волосы должны быть собраны в пучок или спрятаны под головным убором. Полученные вами вещества сдавайте учителю.

Правила техники безопасности при работе в кабинете химии

- Не трогайте вещества, посуду и не приступайте к работе без разрешения учителя;
- не смешивайте незнакомые вам вещества;
- для ознакомления с запахом вещества склянку держите на расстоянии 15—20 см от лица и лёгкими движениями руки направляйте воздух от отверстия на себя;
- не наливайте и не смешивайте реактивы вблизи лица;
- при нагревании направляйте отверстие пробирки в сторону от себя и соседей;
- при попадании едких веществ на кожу смойте их под сильной струёй воды. Если на кожу попала кислота, обработайте место ожога слабым раствором соды, а при попадании щёлочи — слабым раствором борной или уксусной кислоты;
- если кислота или щёлочь попали в глаза, немедленно промойте их под струёй воды, наклонившись над раковиной, затем необходимо обратиться к врачу;

Проектная деятельность

Темы проектов и исследований

1. Средство от гололёда

В крупных городах зимой улицы посыпают солью — поваренной солью или хлоридом кальция. В соль добавляют поверхностно-активные вещества. Как влияет соль на среду нашего обитания — зелёные насаждения вдоль дорог, лапы домашних животных, подошвы обуви? Чем это вызвано? Можно ли заменить используемые составы на менее вредные для окружающей среды, но также помогающие бороться с гололёдом?

2. Производим индикаторы

Известно, что сок черники или свёклы меняет свою окраску подобно лакмусу. Чем это вызвано? Найдите другие плоды и листья растений, сок которых можно использовать в качестве индикатора.

3. Собираем материалы об учёных-химиках родного края

Выясните, какие учёные-химики жили в вашем городе, районе, области. Соберите биографические сведения о них, а также подготовьте рассказ об их важнейших достижениях в науке. Выясните, какие исторические места связаны с их жизнью и деятельностью. Уточните сведения об этих учёных в местном краеведческом музее.

4. Неорганический сад

Найдите в Интернете описание опыта «Неорганический сад» и осуществите его в школьном кабинете химии под руководством учителя. Жидкое стекло можно приобрести в хозяйственном магазине. Подготовьте фото- и видеотчёт о неорганических садах, образующихся при добавлении в раствор силикатного клея различных солей.

5. Готовим состав для снятия ржавчины

Известно, что железо от ржавчины очищают при помощи ортофосфорной кислоты. Как это объяснить? Можно ли заменить её другими кислотами или солями фосфорной кислоты?

6. Химия засолки огурцов

Изучите литературу и выясните, сколько поваренной соли предлагают добавлять в воду при засолке огурцов. Проведите тестовые засолки огурцов с использованием растворов поваренной соли различной концентрации. Определите, в каком диапазоне концентраций происходит засолка, какая концентрация поваренной соли оптимальна. Аналогичным образом можно изучить и квашение капусты.

7. Переработка мусора

Соберите сведения о различных видах переработки мусора. Выясните, какие из них используют в вашем городе, районе, области. Посетите предприятия по сбору и переработке мусора, находящиеся поблизости. Представьте фото- и видеотчёт об экскурсии. Не забудьте отметить преимущества и недостатки каждого метода переработки отходов.

Учебник 11 класса базовый уровень

Приложения

Приложение 1

Названия, формулы кислот и кислотных остатков

Кислота	Формула кислоты	Название и формула иона кислотного остатка	Примеры солей
Азотистая	HNO_2	Нитрит (NO_2^-)	NaNO_2
Азотная	HNO_3	Нитрат (NO_3^-)	NaNO_3
Кремнивая	H_2SiO_3	Силикат (SiO_3^{2-})	Na_2SiO_3
Метафосфорная	HPO_3	Метафосфат (PO_3^-)	NaPO_3
Ортофосфорная	H_3PO_4	Ортофосфат (PO_4^{3-}) Гидрофосфат (HPO_4^{2-}) Дигидрофосфат (H_2PO_4^-)	Na_3PO_4 Na_2HPO_4 NaH_2PO_4
Серная	H_2SO_4	Сульфат (SO_4^{2-}) Гидросульфат (HSO_4^-)	Na_2SO_4 NaHSO_4
Сернистая	H_2SO_3	Сульфит (SO_3^{2-}) Гидросульфит (HSO_3^-)	Na_2SO_3 NaHSO_3
Сероводородная	H_2S	Сульфид (S^{2-}) Гидросульфид (HS^-)	Na_2S NaHS
Соляная (хлороводородная)	HCl	Хлорид (Cl^-)	NaCl
Угльная	H_2CO_3	Карбонат (CO_3^{2-}) Гидрокарбонат (HCO_3^-)	Na_2CO_3 NaHCO_3
Уксусная	CH_3COOH	Ацетат (CH_3COO^-)	CH_3COONa

208

Приложение 2

Приложение 2

Качественные реакции на некоторые ионы

Ион	Реактив	Наблюдения
P^+	Индикаторы	Изменение цвета раствора
Li^+	Пламя	Окрашивание пламени в красный цвет
Na^+	Пламя	Окрашивание пламени в желтый цвет
K^+	Пламя	Окрашивание пламени в фиолетовый цвет
NH_4^+	KOH	Появление запаха аммиака
Ca^{2+}	Пламя	Окрашивание пламени в кирпично-красный цвет
	Na_2CO_3	Выпадение белого осадка, растворимого в кислотах
Ba^{2+}	Пламя	Окрашивание пламени в желто-зеленый цвет
	H_2SO_4	Выпадение белого осадка, нерастворимого в кислотах
Al^{3+}	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Выпадение студенистого белого осадка, растворимого в щелочи
	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	Выпадение студенистого белого осадка, появление запаха сероводорода
Zn^{2+}	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Выпадение студенистого белого осадка, растворимого в щелочи
	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	Выпадение студенистого белого осадка без образования сероводорода
Cu^{2+}	KOH	Выпадение голубого осадка, растворимого в аммиаке
Fe^{2+}	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	Выпадение синего осадка

Приложения

Приложение 3

Экологические требования к автомобильному бензину

Таблица 1

	Евро-2	Евро-4
Содержание серы, мг/кг, макс.	500	50
Содержание бензола, % об., макс.	5	1
Содержание свинца, мг/л, макс.	10	5
Содержание углеводородов, % об., макс.:		
ароматические	Не нормируется	35
олефиновые	Не нормируется	18
Октановое число:		
по исследовательскому методу, мин.	80	95
по моторному методу, мин.	76	85

Экологические требования к дизельному топливу

Таблица 2

	Евро-2	Евро-3	Евро-4
Содержание серы, мг/кг, макс.	500	350	50
Содержание полициклических ароматических углеводородов, % масс., макс.	Не нормируется	11	11
Цетановое число, мин.	45	51	51

220

Характерные черты учебников и УМК 10 и 11 классов. Уровень базовый

- ★ **Реальная химия.**
- ★ Каждая глава заканчивается **кратким резюме «Самое важное»** и **Тестовыми заданиями.**
- ★ **Много вопросов, задач и упражнений.**
К задачам в учебниках даны ответы.
- ★ Лабораторные опыты и практические задания вынесены в раздел **«Практикум»** (12 в 10 классе и 13 в 11 классе).
- ★ Большое число **иллюстраций** (85 в 10 классе и 124 в 11 классе)
- ★ Отличное **оформление.** Цветовая передача окрасок растворов высокого уровня.
- ★ Информативные **приложения.**

Учебник 10 класса углубленный уровень: содержание (3-6 часов в неделю)

Глава 1. Повторение и углубление знаний.

Глава 2. Основные понятия органической химии.

Глава 3. Углеводороды.

Глава 4. Кислородсодержащие органические соединения

Глава 5. Азот- и серосодержащие органические соединения

Глава 6. Биологически активные вещества

Глава 7. Синтетические высокомолекулярные соединения

Учебник 10 класса углубленный уровень: содержание

Практикум (12 практических работ).

- **Практическая работа 1.** Определение качественного состава органического вещества.
- **Практическая работа 2.** Получение метана, изучение его свойств.
- **Практическая работа 3.** Получение ацетилена и опыты с ним.
- **Практическая работа 4.** Получение этилена и собирание его в газометр.
- **Практическая работа 5.** Синтез дибромэтана.
- **Практическая работа 6.** Свойства скипидара.
- **Практическая работа 7.** Возгонка нафталина.

Учебник 10 класса углубленный уровень: содержание

Практикум (12 практических работ).

- **Практическая работа 8.** Образование иодоформа.
- **Практическая работа 9.** Получение акролеина.
- **Практическая работа 10.** Получение изоамилацетата.
- **Практическая работа 11.** Синтез красителя анилинового голубого.
- **Практическая работа 12.** Серебрение.

Дополнительные опыты и синтезы (5 опытов и синтезов)

Проектная деятельность

Дискуссии

За страницами учебника (Список дополнительной литературы и интернет-ресурсы)

Учебник 10 класса углубленный уровень: содержание

Приложения

- 1.** Названия наиболее распространённых заместителей
- 2.** Качественные реакции на некоторые органические вещества (1 таблица)
- 3.** Распознавание важнейших пластиков (1 таблица)
- 4.** Распознавание волокнистых материалов (1 таблица)

Учебник 10 класса. Углубленный уровень

значит, цинк взят в избытке, а расчёт ведём по хлороводороду, который прореагирует полностью.

В соответствии с уравнением $v(\text{HCl}) : v(\text{ZnCl}_2) = 2 : 1$

$v(\text{ZnCl}_2) = \frac{0,1 \text{ моль}}{2} = 0,05 \text{ моль}$. Коэффициенты перед формулами ZnCl_2 и H_2 одинаковы, поэтому количества этих веществ равны:

$v(\text{H}_2) = v(\text{ZnCl}_2) = 0,05 \text{ моль}$.

Найдём массы продуктов:

$m = \nu M$; $m(\text{ZnCl}_2) = 0,05 \text{ моль} \cdot 136 \text{ г/моль} = 6,8 \text{ г}$;

$m(\text{H}_2) = 0,05 \text{ моль} \cdot 2 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ г}$.

Ответ. $m(\text{ZnCl}_2) = 6,8 \text{ г}$; $m(\text{H}_2) = 0,1 \text{ г}$.

При проведении реакции на практике получается продуктов меньше, чем можно ожидать согласно химическому уравнению. Эффективность данной химической реакции характеризуют величиной «выхода продукта» (обозначается греческой буквой η — «эта»). Выход продукта — это отношение практически полученной массы (объёма, количества) вещества к массе (объёму, количеству), которая должна получиться в соответствии с теоретическим расчётом по уравнению реакции:

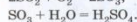
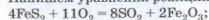
$$\eta = \frac{m_{\text{пр}}}{m_{\text{теор}}} \cdot 100\%, \text{ или } \eta = \frac{V_{\text{пр}}}{V_{\text{теор}}} \cdot 100\%, \text{ или } \eta = \frac{\nu_{\text{пр}}}{\nu_{\text{теор}}} \cdot 100\%.$$

Практически полученная масса продукта всегда меньше или равна рассчитанной теоретически, поэтому всегда $\eta \leq 100\%$. Полное превращение исходных веществ в продукты реакции соответствует 100%-му выходу.

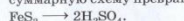
Задача 2. Определите массу серной кислоты, которую можно получить из 1000 кг пирита FeS_2 , если суммарный выход продуктов всех реакций составляет 70%.

Решение.

Напишем уравнения реакций:



Из уравнений видно, что теоретически все атомы S из пирита FeS_2 переходят в серную кислоту H_2SO_4 . Из 1 моль FeS_2 теоретически можно получить 2 моль H_2SO_4 . Таким образом, вместо всей последовательности уравнений реакций можно записать суммарную схему превращения с коэффициентами:



Из этой схемы следует, что рассчитанное теоретически количество вещества H_2SO_4 в два раза больше, чем количество вещества FeS_2 :

$$\nu_{\text{теор}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2\nu_{\text{теор}}(\text{FeS}_2) = 2 \cdot 1000 \text{ кг/120 кг/моль} = 16,7 \text{ кмоль}.$$

Теоретическая масса серной кислоты составляет:

$$m_{\text{теор}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu \cdot M; m_{\text{теор}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 16,7 \text{ кмоль} \cdot 98 \text{ кг/моль} = 1637 \text{ кг}.$$

Для нахождения практически полученной массы вещества необходимо умножить теоретическое значение на выход продукта реакции:

$$m_{\text{пр}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = m_{\text{теор}}(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \eta;$$

$$m_{\text{пр}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1637 \text{ кг} \cdot 0,7 = 1146 \text{ кг}.$$

Ответ. $m_{\text{пр}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1146 \text{ кг}$.

Если в смеси веществ происходит несколько реакций, то для расчётов применяют такие же способы, но учитывают, что химические реакции протекают независимо друг от друга.

Задача 3. Смесь хлорида и бромида натрия общей массой 5,43 г растворили в воде. При действии избытка нитрата серебра на полученный раствор выпадает осадок массой 11,38 г. Рассчитайте массовые доли солей в исходной смеси.

Решение.

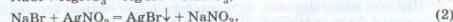
Стандартный способ решения расчётных задач на установление состава смеси состоит в том, чтобы обозначить количества веществ через неизвестные переменные и составить для них систему уравнений.

Пусть $\nu(\text{NaCl}) = x$ моль, $\nu(\text{NaBr}) = y$ моль. Выразим через количества веществ массу смеси:

$$m(\text{NaCl}) + m(\text{NaBr}) = m(\text{смеси});$$

$$58,5x + 103y = 5,43.$$

С нитратом серебра реагируют обе соли, при этом в осадок выпадают хлорид и бромид серебра:



В реакции (1) из x моль NaCl образовалось x моль AgCl , а в реакции (2) из y моль NaBr — y моль AgBr . Суммарная масса выпавших осадков:

$$m(\text{AgCl}) + m(\text{AgBr}) = m(\text{осад.});$$

$$143,5x + 188y = 11,38.$$

Решая систему двух уравнений, находим: $x = 0,04$, $y = 0,03$.

Это пример *полярной* ковалентной связи. Молекула, в которой разделяются центры положительного и отрицательного зарядов, называется *диполем*. Полярная связь образуется между атомами с различной, но не сильно различающейся электроотрицательностью, например между различными неметаллами, а также в ионах (NO_3^- , CH_3COO^-). Особенно много ковалентных полярных соединений среди органических веществ.

Полярная ковалентная связь может образовываться по двум механизмам — обменному и донорно-акцепторному. При обменном механизме каждый из двух взаимодействующих атомов предоставляет в общее пользование равное число электронов, как это имело место в случае образования Cl_2 или HCl . При донорно-акцепторном механизме один из атомов

носит название акцепторной аммиру (донора), галь (акцеп-

я

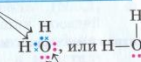
м

д

рас

ение

Общие пары электронов



Неподелённые электронные пары, не участвующие в химической связи

Геометрия молекулы определяется взаимным отталкиванием как поделённых, так и неподелённых электронных пар. Их наибольшее удаление друг от друга достигается при величине угла $109,5^\circ$, соответствующей углу в правильном тетраэдре (рис. 12, а). Однако из-за большего размера неподелённых электронных пар угол между связями $\text{H}—\text{O}—\text{H}$ в молекуле воды оказывается немного меньше — он равен $104,5^\circ$ (рис. 12, б).

Таким образом, форма молекул определяется характером орбиталей, участвующих в образовании связи, а также наличием или отсутствием неподелённых электронных пар. Так, например, молекула CO_2 — линейная (нет неподелённых электронных пар), а молекулы H_2O (рис. 12, в) и SO_2 — угловые (есть неподелённые пары).

В случае, если взаимодействующие атомы имеют сильно различающиеся значения электроотрицательностей, общая электронная пара

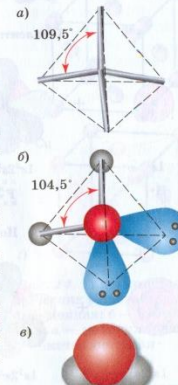


Рис. 12. Тетраэдр (а) и разные изображения молекулы воды (б, в)

Учебник 10 класса. Углубленный уровень

Соли, образованные сильной кислотой и сильным основанием, гидролизу не подвержены.

Таким образом, для предсказания характера взаимодействия соли с водой необходимо определить силу кислоты и основания, которыми она образована. Напомним, что все нерастворимые в воде основания, а также водный раствор аммиака считаются слабыми, а щёлочи — сильными. Среди кислот серная, соляная и азотная — сильные, а угольная, кремниевая, сероводородная, фосфорная, сернистая и уксусная — слабые.

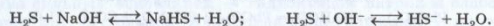
Реакции гидролиза в большинстве случаев обратимы и протекают с поглощением теплоты. Из принципа Ле Шателье следует, что равновесие эндотермической реакции смещается вправо при нагревании, увеличении концентрации исходных веществ и уменьшении концентрации продуктов реакции. Таким образом, во избежание гидролиза следует готовить разбавленные растворы солей и хранить их на холоде. Если соль гидролизует по катиону, то к её раствору добавляют немного кислоты, а если по аниону — то щёлочи.

Лабораторный опыт 3. Гидролиз солей

1. При помощи универсальной индикаторной бумаги определите pH дистиллированной воды и растворов хлорида натрия, хлорида алюминия, карбоната натрия. Обратите внимание, что вода, хранившаяся на воздухе, имеет pH примерно равный 6, что соответствует слабокислотной среде. Это обусловлено растворением в воде углекислого газа из воздуха. Кислотность каких из исследованных растворов отличается от кислотности воды? Почему? Напишите уравнения гидролиза этих солей по первой ступени в ионном и молекулярном виде.

2. Слейте растворы карбоната калия и нитрата алюминия. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции и объясните причину её протекания.

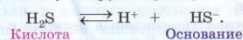
Внимательный анализ реакций нейтрализации и гидролиза обнаруживает, что эти процессы имеют общую природу, — они связаны с переносом протона, т. е. катиона H^+ . Действительно, при действии на сероводород едкой щёлочью протоны переходят от молекул H_2S к ионам OH^- , превращаясь в воду:



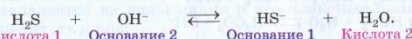
Для расстановки коэффициентов в сложных уравнениях окислительно-восстановительных реакций, протекающих в растворах, удобно использовать *метод электронно-ионного баланса*. Он также позволяет предсказывать продукты реакций. В большинстве случаев в реакции участвуют три вещества — окислитель, восстановитель и вещество, определяющее среду раствора. Многие окислители (перманганат, дихромат) наиболее активны в кислотной среде. Для её создания в реакционную смесь добавляют разбавленный раствор серной кислоты. Синтез соединений переходных металлов в

Однако эта реакция обратима. Прочитав справа налево, она означает гидролиз гидросульфида натрия и сопровождается переносом протона в обратном направлении, т. е. от молекулы H_2O к иону HS^- . Сделавшие впервые эти наблюдения химики И. Брёнстед и Т. Лоури предложили называть кислотой любую частицу (молекулу или ион), выступающую в роли донора протона, т. е. отдающую протон. Частица, служащая акцептором протона, — это основание. Таким образом, все кислотно-основные реакции в растворах можно рассматривать как процессы переноса протона от кислоты к основанию, поэтому теорию Брёнстеда—Лоури называют *протолитической*.

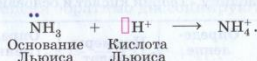
Говорят, что такие кислота и основание сопряжены, т. е. образуют общую сопряжённую пару, например,



В ходе реакции исходная кислота, отдавая протон, превращается в основание, а основание становится кислотой. Равновесие реакции смещено в сторону образования более слабой кислоты и основания:



Согласно теории Льюиса, основанием называют частицу, содержащую неподелённую электронную пару, а кислотой — частицу с вакантной орбиталью:



ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какую среду имеют водные растворы карбоната калия, хлорида цинка, нитрата кальция, хлорида аммония, силиката натрия? Напишите уравнения гидролиза в сокращённом ионном виде.
2. Как изменяется pH раствора при увеличении концентрации ионов водорода?
3. Какую соль следует добавить в воду для получения щелочной среды; кислотной среды?
4. Почему при добавлении сульфида натрия к раствору нитрата хрома(III) выпадает осадок гидроксида хрома(III)? Напишите уравнение реакции.
5. Какое вещество необходимо добавить к раствору сульфата меди(II) для предотвращения или ослабления гидролиза?
6. Какие из предложенных солей (NaI , NH_4Cl , KNO_3 , K_2SiO_3 , $ZnSO_4$, Al_2S_3 , $Al_2(SO_4)_3$, ZnF_2): а) гидролизуются по катиону; б) гидролизуются по аниону; в) гидролизуются по катиону и по аниону; г) не гидролизуются?

СХЕМА 2

Продукты восстановления перманганата калия в различных средах



Итак, в кислотной среде в реакции участвуют следующие реагенты:

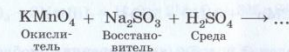
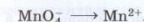
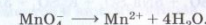


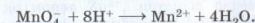
Схема полуреакции восстановления показывает, что перманганат-ионы восстанавливаются до ионов марганца(II):



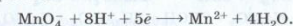
В этой схеме необходимо уравнивать число атомов кислорода. Учитывая, что реакция протекает в кислотной среде, дописав в правой части схемы формулу воды с соответствующим коэффициентом:



Изменив правую часть схемы полуреакции, мы нарушили баланс по водороду. Для его восстановления необходимо дописать в левую часть схемы восемь ионов водорода:



Теперь числа атомов каждого вида в левой и правой частях схемы полуреакции равны — материальный баланс составлен. Уравниваем заряды. Суммарный заряд в левой части схемы: $-1 + 8 = +7$, а в правой части $+2$. Таким образом, в левую часть уравнения полуреакции необходимо дописать пять электронов:



Классификация химических реакций

49

Учебник 10 класса. Углубленный уровень

Хиральность — это понятие геометрическое, а не химическое. Хиральные объекты встречаются не только в химии, но и в окружающем нас мире. Например, левая и правая руки хиральны, они являются зеркальным отображением друг друга, но не совпадают между собой (рис. 39).



Рис. 39. Рука — хиральный объект

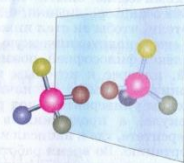


Рис. 40. Молекула с асимметрическим атомом углерода хиральна

Для того чтобы молекула была хиральна, достаточно, чтобы в ее составе был хотя бы один атом углерода, связанный с четырьмя разными заместителями, — такой атом называют *асимметрическим* (рис. 40). Если среди заместителей есть одинаковые или их число меньше четырех (за счёт кратных связей), то молекула окажется ахиральной (рис. 41).

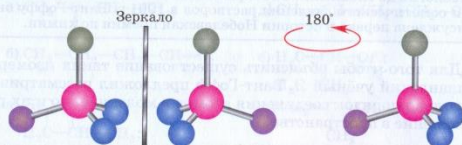


Рис. 41. Пример ахиральной молекулы. Молекула совпадает со своим зеркальным отражением

В качестве примера рассмотрим аминокислоту аланин $\text{H}_3\text{N}^+-\text{CH}-\text{COO}^-$. Центральный атом углерода связан с четырьмя разными заместителями — атомом Н и группами атомов $-\text{CH}_3$, $-\text{NH}_3^+$ и COO^- . Структурная формула представляет молекулу в плоском виде, но на самом деле молекула имеет форму тетраэдра с атомом углерода в центре. Четыре заместителя могут быть расположены вокруг этого атома двумя разными способами (рис. 42).

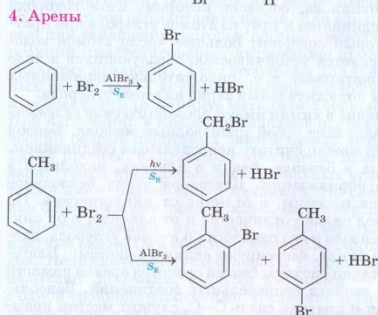
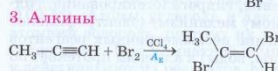
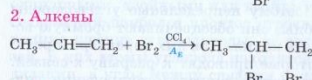
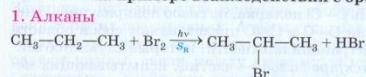


Рис. 42. Оптические изомеры аланина

Никаким вращением или поворотом в пространстве не

СХЕМА 9

Сравнение свойств различных классов углеводородов на примере взаимодействия с бромом¹

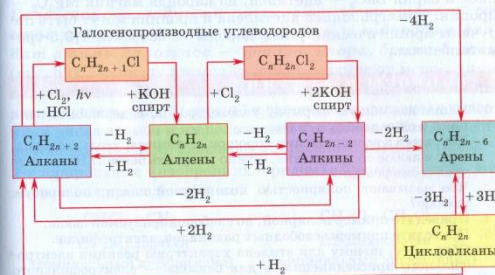


Углеводороды разных классов, но с одинаковым числом атомов углерода формально отличаются друг от друга лишь по количеству атомов водорода. Это означает, что взаимные переходы между ними протекают как *гидрирование* (присоединение водорода) и *дегидрирование* (отщепление водорода) (схема 10). Оба эти процесса представляют собой обратимую

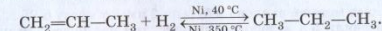
¹ S — реакция замещения (substitution); A — реакция присоединения (addition); индекс R означает свободнорадикальный механизм, а индекс E — электрофильный.

СХЕМА 10

Генетическая связь между различными классами углеводородов

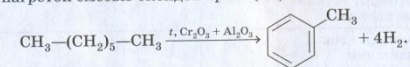


реакцию, протекающую на поверхности никеля или платины. Смещение равновесия в ту или иную сторону определяется температурой: при более низкой температуре происходит присоединение водорода, при более высокой — отщепление:

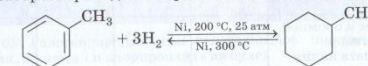


На практике переход от предельных к непредельным углеводородам часто осуществляют не путём прямого дегидрирования, а косвенно через галогенирование и дегидрогалогенирование.

Взаимные превращения между алифатическими и циклическими углеводородами осуществляются путём реакций *дегидроциклизации*. Синтез ароматических углеводородов в промышленности обычно проводят, пропуская пары алканов над нагретой смесью оксидов хрома(III) и алюминия:

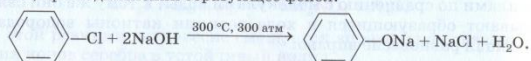


Гидрирование ароматов над платиновым или никелевым катализатором приводит к образованию циклоалканов:

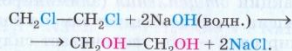


Учебник 10 класса. Углубленный уровень

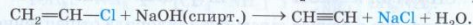
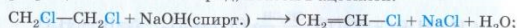
тием протекают лишь в жёстких условиях, при повышенной температуре и давлении. Так, нагревая в автоклаве смесь хлорбензола с водным раствором гидроксида натрия, получают производное, при подкислении образующее фенол:



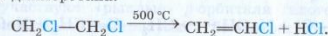
При гидролизе вицинальных дигалогенидов в водном щелочном растворе образуются вицинальные двухатомные спирты — гликоли:



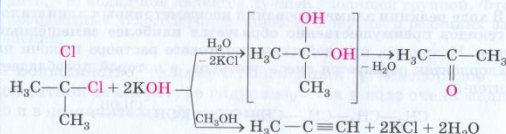
Действие спиртового раствора щёлочи на вицинальный дигалогенид происходит поэтапно. Так, 1,2-дихлорэтан последовательно превращается в винилхлорид, а затем в ацетилен:



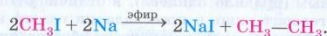
Продукты этих реакций трудно разделить, именно поэтому в промышленности хлористый винил, необходимый для производства поливинилхлорида, получают специфическим путём — пиролизом 1,2-дихлорэтана:



Геминальные дихлорпроизводные в этих условиях дают карбонильные соединения и алкены соответственно.

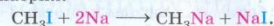


Частичный положительный заряд на атоме углерода при галогене в галогенопроизводных делает возможной реакцию этих соединений с активными металлами. Вы уже знаете, что моногалогеналканы уже при комнатной температуре взаимодействуют с натрием, превращаясь в алканы с удвоенным углеродным скелетом:

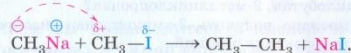


Эта реакция, впервые исследованная Вюрцем (реакция Вюрца), протекает через стадию образования **металлоорганического соединения**. Так называют **вещества, в кото-**

рых атом углерода непосредственно связан с металлом. В приведённом примере процесс происходит через образование метилнатрия:

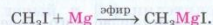


Это вещество является очень сильным нуклеофилом, так как несёт на атоме углерода большой отрицательный заряд: CH_3Na^+ . Оно атакует другую молекулу метилиодида, образуя этан:



А взаимодействие натрия с полигалогенидами, например хлороформом и четырёххлористым углеродом, происходит со взрывом. Помните, что эти растворители нельзя сушить при помощи щелочных металлов! Реакция протекает через стадию образования **дихлоркарбена** CCl_2 — реакционноспособной частицы, содержащей двухвалентный углерод.

При взаимодействии магния с кипящим эфирным раствором алкилгалогенидов получают алкилмагницийгалогениды RMgX :

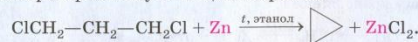


Эти вещества, называемые **реактивами Гриньяра**, обычно не выделяют, а прямо в эфирном растворе вводят в синтез. Под действием влаги магниорганические соединения мгновенно гидролизуются.

Действием порошка магния или цинка на вицинальные дигалогениды можно получить алкены:



Из дигалогенопроизводных, в которых атомы галогена находятся в изолированном положении по отношению друг к другу (разделены тремя и более атомами углерода), получают циклоалканы. Взаимодействием цинка с 1,3-дихлорпропаном в лаборатории получают циклопропан:



ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какие вещества называют электрофилами, нуклеофилами?
2. Приведите примеры реакций нуклеофильного замещения с участием галогенопроизводных углеводородов.
3. Напишите уравнения реакций бромэтана с цианидом калия, нитритом серебра, аммиаком, водным и спиртовым растворами гидроксида калия, металлическим натрием, магнием в эфире.

Галогенопроизводные углеводородов

ское действие. Раньше этим пользовались в медицине, поэтому диэтиловый эфир до сих пор называют медицинским.

Взаимодействие спиртов с активными металлами доказывает, что спирты проявляют свойства слабых кислот. Однако надо помнить, что спирты — **очень слабые кислоты**, гораздо слабее, чем любая неорганическая кислота, и даже слабее воды. Поэтому с водными растворами щелочей спирты не взаимодействуют! Лишь при добавлении в спирт твёрдой щёлочи

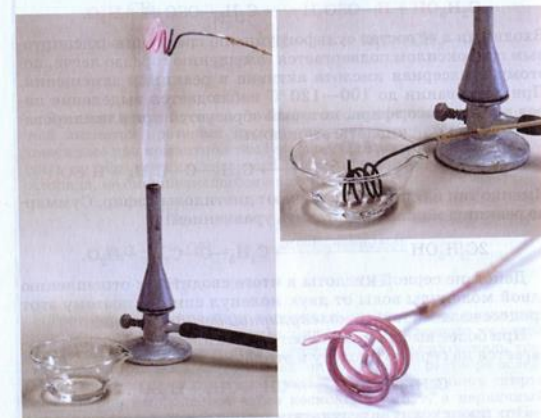


Рис. 78. Окисление этанола оксидом меди

240 ГЛАВА 4. Кислородсодержащие органические соединения

энии алкилгалогенидов. Однако, в отличие от галогенида, гидроксил является «плохой» уходящей группой. Ому добавление к этиловому спирту цианида или иодида не приводит к замещению. Реакция становится возможной при подкислении, цель которого — протонировать оксильную группу, фактически превратив её в молекулу, а она отщепляется легко. Поместим в круглодонную у, снабжённую холодильником (рис. 77), этиловый спирт и бавим к нему бромид калия. Ничего не происходит. Дом в полученную смесь серную кислоту и нагреем раствор

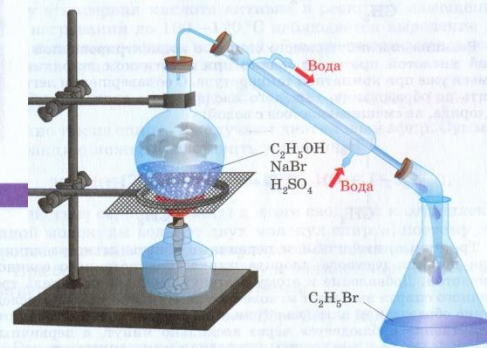


Рис. 77. Прибор для получения бромэтана

224

ГЛАВА 3. Углеводороды

225

236 ГЛАВА 4. Кислородсодержащие органические соединения

Химические свойства спиртов

237

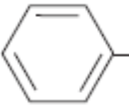
71

Учебник 10 класса.

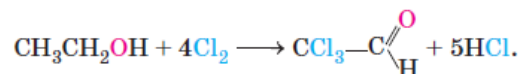
Углубленный уровень

Таблица 19

Важнейшие одноатомные спирты

Формула	Название	Т. пл., °С	Т. кип., °С
<i>Гомологический ряд предельных одноосновных спиртов</i>			
CH ₃ OH	Метанол (древесный, метиловый спирт)	-94	65
CH ₃ CH ₂ OH	Этанол (винный, этиловый спирт)	-113	78
CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH	Пропанол-1	-127	97
CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	Бутанол-1	-90	117
CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₂ OH	Пентанол-1 (амиловый спирт)	-79	138
<i>Непредельные и ароматические спирты</i>			
CH ₂ =CHCH ₂ OH	Пропен-2-ол (аллиловый спирт)	-129	34
 -CH ₂ OH	Фенилметанол (бензиловый спирт)	-15	205

гида:



В лаборатории спирты получают гидратацией алкенов, гидролизом алкилгалогенидов и при помощи других методов, с которыми вы познакомитесь позднее.

Лабораторный опыт 5. Свойства этилового спирта

1. Налейте в пробирку 1 мл этанола. Познакомьтесь с его запахом. Прилейте к спирту примерно равное количество воды. Перемешайте раствор. Сделайте вывод о растворимости этанола в воде.

2. К полученному раствору добавьте один-два кристаллика перманганата калия и перемешайте. Нагрейте раствор. Что наблюдаете? Как изменился цвет раствора? Сделайте вывод о протекании реакции.

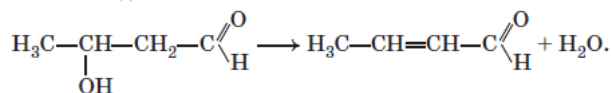
3. Соберите прибор (рис. 79). В пробирку, которая закреплена в лапке штатива, налейте 4 мл хромовой смеси (готовят смешением двух объёмов 5%-го раствора дихромата калия с одним объёмом 20%-й серной кислоты) и 2 мл этанола. Отверстие пробирки закройте пробкой со вставленной в неё газоотводной трубкой. В пробирку, служащую приёмником, налейте 2 мл воды. Нагревайте пробирку со смесью, опуская её в стакан с горячей водой. Что наблюдаете? Объясните изменение окраски дихромата. Раствор какого вещества находится в приёмнике? Напишите уравнение реакции.

Учебник 10 класса. Углубленный уровень

Альдегиды и кетоны, содержащие атомы водорода при α -углеродном атоме, способны вступать в реакции конденсации, приводящие к усложнению углеродного скелета молекулы за счёт образования новых С—С-связей. В реакции конденсации участвуют две частицы, одна из которых находится в кетонной форме (карбонильный компонент), а другая — в енольной форме (метиленовый компонент, играющий роль нуклеофила). В результате их взаимодействия образуется гидроксикарбонильное соединение — альдоль.



Постепенно он отщепляет воду, превращаясь в непредельное карбонильное соединение:



Бутен-

Химические свойства карбониль

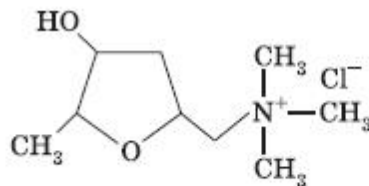


Рис. 117. Алкалоид мускарин содержится в красном мухоморе

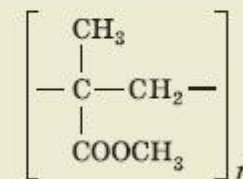
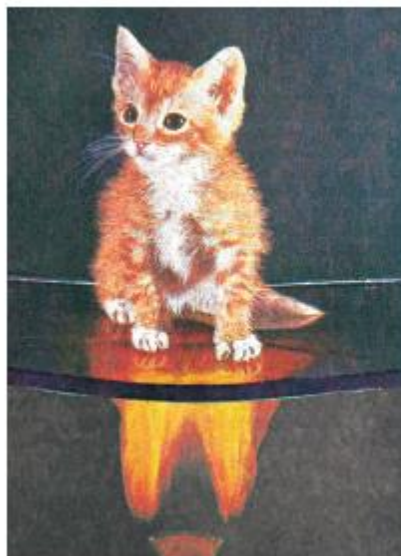


Рис. 138. Полиметилметакрилат плохо проводит тепло



Учебник 10 класса.

Углубленный уровень

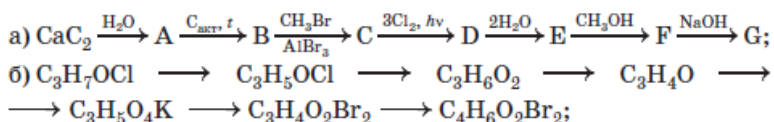
ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Напишите уравнения реакций пропионового альдегида с водородом, водой, этанолом, синильной кислотой, гидросульфитом натрия, хлором, аммиачным раствором оксида серебра, раствором перманганата калия.
2. Как получить из формальдегида бутанол-1, из ацетальдегида — бутанол-2, из ацетона — 2-метилбутанол-2? Напишите уравнения реакций.
3. Заполните таблицу, записав реакции, при помощи которых могут быть получены ацетальдегид, ацетон, ацетофенон. Учтите, что не все перечисленные карбонильные соединения могут быть получены всеми приведёнными в таблице методами.

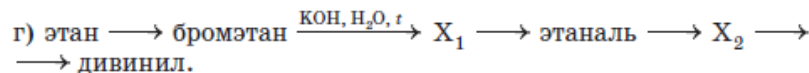
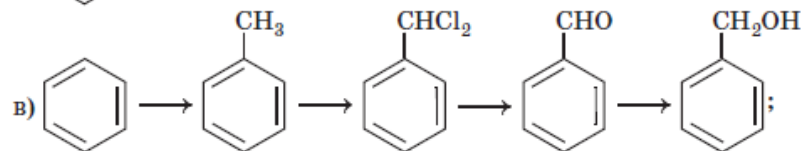
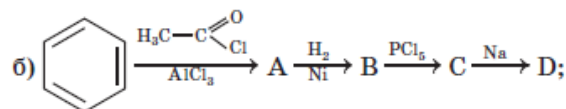
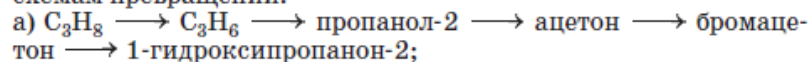
Методы получения	Ацетальдегид	Ацетон	Ацетофенон
Окисление спиртов			
Гидролиз геминальных диалогенидов			
Гидратация алкинов			
Декарбоксилирование солей карбоновых кислот			
Ацилирование аренов			

4. Как опытным путём доказать, что «медное зеркало» образует оксид меди(II), а не металлическую медь?
5. Акролеин (пропен-2-аль) — бесцветная жидкость с запахом пригорелой пищи. Напишите уравнения реакций акролеина с бромной водой, бромоводородом, синильной кислотой, водородом на никелевом катализаторе.

4. Предложите способ, как можно отличить уксусную кислоту от муравьиной.
5. Напишите уравнения реакций уксусной кислоты с этанолом, пропионовой кислоты с метанолом, муравьиной кислоты с пропанолом-2.
6. Напишите уравнения реакций 2-бромпропионовой кислоты с цианидом натрия, водным и спиртовым раствором гидроксида калия (с последующим подкислением). Назовите полученные продукты.
7. Предложите способ получения аланина (2-аминопропионовой кислоты) из пропанола-1, валерьяновой кислоты из 1-бромбутана.
8. Напишите уравнения реакций, соответствующие следующим схемам:



8. Напишите уравнения реакций, отвечающие следующим схемам превращений:



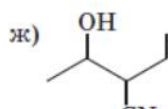
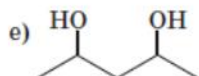
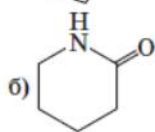
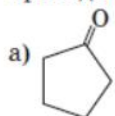
9. Расположите перечисленные соединения в порядке увеличения содержания в них енольной формы: формальдегид, ацетальдегид, ацетон, трихлоруксусный альдегид.
10. В результате альдольно-кетоновой конденсации ацетона сначала образуется диацетоновый спирт, а затем — непредельный спирт. Напишите уравнения этих реакций.

альдегид, ацетофенон
синтеза «ке-

Учебник 10 класса. Углубленный уровень

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

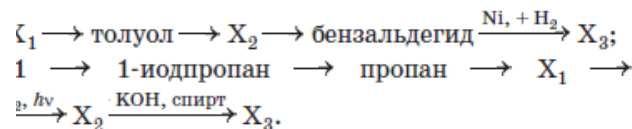
1. Изобразите *цис*- и *транс*-изомеры кротоновой (бутен-2-овой) и коричной (3-фенилпропеновой) кислот.
2. Гидратация олеиновой и элаидиновой кислот приводит к одному и тому же продукту — гидроксистеариновой кислоте. Напишите уравнение реакции.
3. Предложите объяснение того факта, что элаидиновая кислота имеет более высокую температуру плавления, чем олеиновая.
4. К каким классам относятся соединения, формулы которых приведены ниже?



какой получается его соль?

6. Какие вещества называют солями диазония, азосоединениями? Что означают термины «диазотирование», «азосочетание»?
7. Запишите уравнения реакций азосочетания между хлоридом фенилдиазония и анилином, хлоридом фенилдиазония и фенолятом натрия в растворе гидроксида натрия.
8. Запишите уравнения реакций, соответствующие следующим схемам превращений:
 - а) 1,6-дибромгексан $\xrightarrow{\text{Zn}}$ $\text{X}_1 \xrightarrow[\text{h}\nu]{\text{Cl}_2}$ $\text{X}_2 \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{11}\text{NH}_2 \longrightarrow$
 \longrightarrow анилин $\longrightarrow \text{X}_3 \longrightarrow$ 1,3-диаминобензол;
 - б) бензол $\longrightarrow \text{X}_1 \xrightarrow{\text{Fe}, \text{H}^+} \text{X}_2 \longrightarrow$ анилин $\xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{\text{Br}_2} \text{X}_3$.

- Смесь в массовых долях:
8. Предложите схему синтеза (2,4-диаминофенилазо)-*para*-бензол-сульфоислоты из бензола и неорганических веществ.
 9. При гидрировании 11,2 л паров пиррола (в пересчёте на н. у.) получили 6,2 г пирролидина. Определите выход реакции гидрирования.
 10. Расшифруйте схемы превращений:
 - а) $\text{C}_7\text{H}_8\text{KNO}_2 \leftarrow \text{C}_7\text{H}_8\text{ClNO}_2 \leftarrow \text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_4 \longrightarrow \text{C}_7\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6 \longrightarrow$
 $\longrightarrow \text{C}_9\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_6$;
 - б) $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5 \leftarrow \text{C}_4\text{H}_5\text{NO}_3 \leftarrow \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3 \longrightarrow \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4 \longrightarrow \text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$;
 - в) $\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2 \leftarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO} \leftarrow \text{C}_6\text{H}_7\text{NO} \longrightarrow \text{C}_8\text{H}_{10}\text{NO}_2\text{Cl} \longrightarrow$
 $\longrightarrow \text{C}_6\text{H}_9\text{NO}_2$.
 11. Запишите уравнения реакций, иллюстрирующие следующие схемы превращений:
 - а) $\text{C}_3\text{H}_6 \longrightarrow$ 1-хлорпропан \longrightarrow пропанол-1 $\longrightarrow \text{X} \longrightarrow$ пропанол-2 \longrightarrow изопропилацетат;
 - б) $\text{C}_3\text{H}_8 \xrightarrow{\text{Ni}, t} \text{X}_1 \longrightarrow \text{X}_2 \longrightarrow$ 1,2-дибромпропан $\xrightarrow{\text{KOH}, \text{спирт}} \text{X}_3 \longrightarrow$
 \longrightarrow ацетон;
 - в) $\text{CaC}_2 \longrightarrow \text{X}_1 \xrightarrow[t, \text{C}_{\text{акт}}]{t} \text{X}_2 \longrightarrow$ толуол $\longrightarrow \text{X}_3 \longrightarrow$ бензоат натрия;
 - г) ацетат натрия $\longrightarrow \text{X}_1 \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_4\text{O} \longrightarrow$ ацетат аммония $\text{X}_2 \longrightarrow$
 $\text{X}_1 \longrightarrow$ толуол $\longrightarrow \text{X}_2 \longrightarrow$ бензальдегид $\xrightarrow{\text{Ni}, + \text{H}_2} \text{X}_3$;



Учебник 10 класса. Углубленный уровень

ПРАКТИКУМ

В этом разделе приведены описания практических работ, выполняемых на уроках химии. Каждая работа требует предварительной домашней подготовки: прочитайте описание эксперимента, познакомьтесь со свойствами веществ, напишите уравнения реакций. Это поможет вам сэкономить время на уроке. Не забывайте, выполняя работу, соблюдать правила безопасности, а после её окончания — вымыть посуду и убрать рабочее место. Помните, что при пользовании спиртовкой длинные волосы должны быть собраны в пучок или спрятаны под головным убором. Это позволит избежать их воспламенения от контакта с открытым пламенем. Полученные вами вещества сдавайте учителю. Для хранения твёрдых веществ используют бюксы — стеклянные тонкостенные стаканчики с притёртыми крышками (рис. 146). Опыты, которые необходимо проводить в вытяжном шкафу (рис. 147), помечены символом ▲.



Рис. 146. Бюксы



Рис. 147. Проведение синтеза в вытяжном шкафу (химический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова)

Практическая работа 3. Получение бромэтана

Реактивы: этанол, 60%-й раствор серной кислоты, бромид натрия.

Оборудование и материалы: лабораторный штатив, пробирка, дугообразная трубка, резиновый шланг, спиртовка, лёд.

Соберите прибор, состоящий из пробирки и дугообразной трубки (рис. 149).

В пробирку поместите 1 мл этанола, 1 мл 60%-го раствора серной кислоты и 2 г бромида натрия.

Пробирку закрепите в лапке штатива.

Отверстие пробирки закройте пробкой со вставленной в неё стеклянной трубкой.

В дугообразную трубку поместите кусочки льда (зачем?) и добавьте 2—3 мл воды. Присоедините трубку к пробирке. Пламенем спиртовки сначала прогрейте всю пробирку, а затем осторожно нагревайте смесь. Следите, чтобы нагревание было слабым, не допускайте закипания смеси.

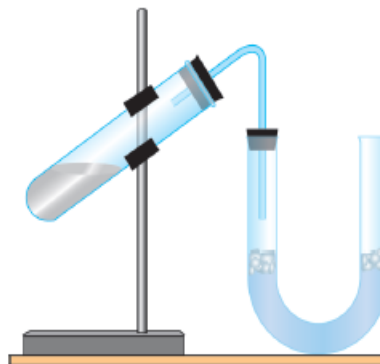


Рис. 149. Прибор для получения бромэтана

Учебник 10 класса. Углубленный уровень

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ И СИНТЕЗЫ

Определение качественного состава органического вещества

Для определения качественного состава углеводорода его нагревают с оксидом меди(II), который восстанавливается до меди, окисляя углерод, входящий в состав органического вещества, до угля и углекислого газа и связывая водород в воду. О выделении углекислого газа судят по помутнению известковой воды, а об образовании воды — по изменению окраски безводного сульфата меди(II).

Поместите в сухую пробирку примерно 1 г порошка оксида меди(II) и насыпьте немного (около 0,2 г) парафиновой стружки. Подогрейте пробирку на пламени спиртовки, добейтесь, чтобы парафин расплавился и смешался с оксидом меди. После этого закрепите пробирку горизонтально в лапке штатива (рис. 150). В среднюю часть пробирки при помощи шпателя внесите небольшое количество порошка безводного сульфата меди(II). Закройте отверстие пробирки пробкой с Г-образной газоотводной трубкой, конец которой опустите в пробирку с известковой водой. Нагрейте пробирку со смесью пламенем спиртовки. Что вы наблюдаете? Отметьте, какие изменения происходят с известковой водой и сульфатом меди(II). Сделайте вывод о качественном составе парафина.

О наличии хлора в органических веществах судят по окрашиванию пламени. Этот способ был впервые предложен русским химиком Ф. Ф. Бельштейном и носит его имя (*проба Бельштейна*). При нагревании хлорсодержащего органического вещества с оксидом меди(II) образуется летучий хлорид меди, который окрашивает пламя в характерный зелёный цвет.

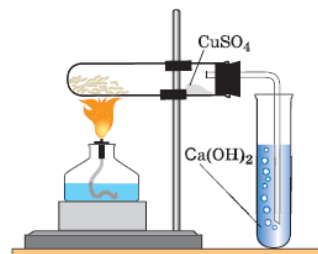


Рис. 150. Прибор для определения качественного состава парафина

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ■ ДИСКУССИИ

О проектной деятельности

Приглашаем вас принять самое активное участие в проектной деятельности. Вы будете опираться уже полученные вами знания и умения, так и на новые ещё предстоит приобрести. Цель проектной работы — решение определённых проблем или задач, возникающих в результате развития науки. Решить проблему — значит применить необходимые умения из различных областей жизни, получить и ощутимый результат. Большинство проблем, с которыми мы сталкиваемся в жизни, не относятся к областям науки, обычно они носят комплексный характер. Проект можно выполнять, но гораздо интереснее работать в коллективе.

В чём состоит проект? В его основе лежат конкретные задачи, которые начинаются на букву П: (1) проектирование (планирование), (2) поиск (поиск), (3) презентация. Иногда говорят о портфолио проекта, т. е. папка, в которой собраны материалы проекта, в том числе черновики.

Выполнение проекта начинается с планирования. Планирование — это определение целей, задач, сроков, ответственных за выполнение. Впрочем, не все проекты сразу спланированы от начала до конца. В процессе работы все участники проекта должны обсуждать план действий и чётко распределить обязанности.

Каждый проект непременно включает в себя творческую работу. Перед её осуществлением необходимо собрать исчерпывающую информацию, которая поможет осмыслению всеми участниками проекта. Это необходимо для того, чтобы не повторять уже известные темы, кто занимался этой проблемой.

Результатом работы над проектом, иначе говоря, является продукт. В общем виде это — результат работы участников проектной группы.

О дискуссиях

Слово «дискуссия» происходит от латинского *discussio*, что означает «рассмотрение, исследование». Так называют обсуждение какого-либо вопроса или проблемы для достижения взаимоприемлемого решения. Дискуссия близка полемике, в ходе которой обе стороны по очереди высказывают утверждения и обсуждают их, двигаясь к истине. Таким образом, любая дискуссия направлена на поиск истины, нахождение выхода из проблемной ситуации. Для этого каждой стороне нужно тщательно и беспристрастно исследовать точку зрения других участников, постараться увидеть проблему со стороны оппонента, позволять другим участникам представлять аргументы за или против по обсуждаемому вопросу. Каждый участник дискуссии должен понимать, что, возможно, любая точка зрения, в том числе и его, может оказаться ошибочной. Проводя дискуссию, чётко формулируйте свои мысли, грамотно используйте терминологию. Отстаивая свою точку зрения, не впадайте в спор, приводите аргументы, не перебивая других участников дискуссии. Уважайте мнение любого человека, даже если оно не совпадает с вашим. Приводя аргументы, помните, что они должны быть вескими и относиться к делу.

Бывает, что у дискуссии есть ведущий — в этом случае он отвечает за её содержание, управляет её течением, даёт слово различным участникам или отбирает его в случае нарушения правил. Роль ведущего — очень ответственная, она требует хорошей подготовки. В вашем случае ведущим, скорее всего, будет учитель, но он может предоставить это право и кому-нибудь из учащихся.

Мы предлагаем вам темы для дискуссий, в которых вы можете использовать знания, приобретённые на уроках химии. Часть этих тем напрямую относится к химии, но большинство — более широкие, хотя и предусматривают использование химических знаний. Приобретая опыт дискуссий, вы научитесь использовать фундаментальные знания, составляющие основу любого образования, в конкретных жизненных ситуациях.

Учебник 11 класса углубленный уровень: содержание (3 – 6 часов в неделю)

Глава 1. Неметаллы.

Глава 2. Общие свойства металлов.

Глава 3. Металлы главных подгрупп.

Глава 4. Металлы побочных подгрупп.

Глава 5. Строение вещества.

Глава 6. Теоретическое описание химических реакций.

Глава 7. Химическая технология.

Глава 8. Химия в повседневной жизни

Глава 9. Химия на службе общества

Глава 10. Химия в современной науке

Учебник 11 класса углубленный уровень: содержание

Практикум (10 практических работ).

- **Практическая работа 1.** Экспериментальное решение задач по теме «Галогены».
- **Практическая работа 2.** Экспериментальное решение задач по теме «Халькогены».
- **Практическая работа 3.** Получение аммиака и изучение его свойств.
- **Практическая работа 4.** Экспериментальное решение задач по теме «Элементы подгруппы азота».
- **Практическая работа 5.** Экспериментальное решение задач по теме «Металлы главных подгрупп».
- **Практическая работа 6.** Получение медного купороса.

Учебник 11 класса углубленный уровень: содержание

Практикум (10 практических работ).

- **Практическая работа 7.** Экспериментальное решение задач по теме «Металлы побочных подгрупп».
- **Практическая работа 8.** Получение соли Мора.
- **Практическая работа 9.** Скорость химических реакций. Химическое равновесие.
- **Практическая работа 10.** Крашение тканей.

Занимательные опыты и синтезы (34 опыта и синтеза)

Ответы к расчетным задачам

Приложения

За страницами учебника (Список дополнительной литературы и интернет-ресурсы)

Проектная деятельность

Темы для дискуссий

Учебник 11 класса углубленный уровень: содержание

Приложения

- 1. Теплоты образования веществ при 25 °C
(1 таблица)**
- 2. Константы диссоциации кислот и оснований
при 25 °C (1 таблица)**
- 3. Произведение растворимости веществ при 25 °C
(1 таблица)**
- 4. Некоторые пищевые добавки (1 таблица)**

Учебник 11 класса. Углубленный уровень



Рис. 3. Галогены: разрез трубы, заполненный фтором (а); колбы с хлором (б), бромом (в), иодом (г)

соляной кислоты. Аналогичные свойства характерны и для других галогенов.

Изучение группы родственных химических элементов начинают с общей характеристики, включающей сравнение размеров их атомов, электронных конфигураций, возможных степеней окисления, свойств простых веществ. Галогены — типичные неметаллы. В Периодической системе они расположены в конце периодов, перед инертными газами. При движении вниз по подгруппе, т. е. при переходе от фтора к астату, возрастают относительная атомная масса элемента и радиус атома, уменьшается электроотрицательность (Φ), ослабевают неметаллические свойства и окислительная активность (табл. 1).

Число валентных электронов в атоме равно номеру группы, в которой находится элемент. Таким образом, атомы галогенов содержат по семь электронов на внешнем энергетическом уровне, и до его завершения им недостаёт одного электрона.



§ 7 Халькогены

Со свойствами кислорода, первого элемента главной подгруппы VI группы, вы уже знакомы. Расположенные ниже сера S, селен Se, теллур Te и полоний Po сходны с ним по строению и свойствам. Как и кислород, они обычно встречаются в природе в виде соединений с металлами. Формулы некоторых из них вам уже известны, например сульфида железа(II) FeS (минерал магнитный колчедан), сульфида свинца(II) PbS (минерал свинцовый блеск). Селен и теллур образуют аналогичные соединения — селениды и теллуриды металлов. В земной коре эти элементы находятся преимущественно в виде медных руд, поэтому за ними закрепилось название «халькогены», что в переводе с греческого означает «рождающие медь». Полоний радиоактивен и в природе практически не встречается.

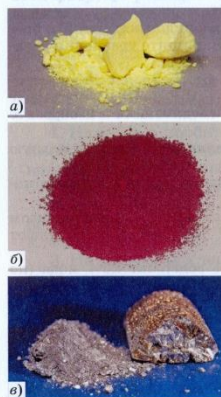


Рис. 16. Халькогены:
а — сера; б — селен;
в — теллур

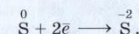
Атомы халькогенов, находящихся в одной подгруппе Периодической системы, имеют сходное строение. Радиус атома и относительная атомная масса возрастают, а электроотрицательность понижается с увеличением порядкового номера, т. е. при переходе от кислорода к полонию (табл. 2). Те же закономерности прослеживаются и в свойствах простых веществ. Кислород, сера и красный селен (рис. 16, а, б) — типичные неметаллы; они не имеют металлического блеска, не проводят электрический ток. Теллур (рис. 16, в), подобно сере, обладает хрупкостью, однако по внешнему виду его можно принять за металл благодаря металлическому блеску. Такими же свойствами обладает и другая модификация селена (серый селен); оба эти вещества являются полупроводниками. Полоний по свойствам уже гораздо ближе к металлам, чем к неметаллам.

Общая характеристика халькогенов					Таблица 1
Химический элемент	Порядковый номер	Относительная атомная масса	Радиус атома, нм	ЭО	Изменение свойств
Кислород O	8	16	0,066	3,44	<div>↑</div> <div>Возрастают неметаллические и окислительные свойства</div> <div>↓</div>
Сера S	16	32	0,104	2,58	
Селен Se	34	79	0,117	2,55	
Теллур Te	52	128	0,137	2,10	
Полоний Po	84	209	Нет данных	2,0	

В атомах халькогенов на внешнем энергетическом уровне содержатся 6 электронов (ns^2np^4), все они валентные, т. е. могут участвовать в образовании химических связей:

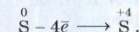


До завершения внешнего уровня атомам халькогенов недостаёт двух электронов, поэтому в соединениях с водородом и металлами они проявляют низшую степень окисления -2 :

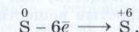


Общая формула летучих водородных соединений халькогенов H_2R . Одно из них — вода H_2O — вам хорошо известно.

При взаимодействии с неметаллами халькогены чаще всего отдают четыре валентных электрона:



При потере всех шести валентных электронов они переходят в максимальную степень окисления +6:



Учебник 11 класса. Углубленный уровень

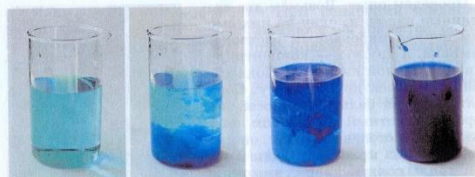


Рис. 37. Осаждение гидроксида меди(II) и его растворение в растворе аммиака

вратиться. Однако ожидать такого превращения в обычных условиях бесполезно — скорость его настолько низка, что на это потребуются миллиарды лет. Процесс резко ускоряется с ростом температуры: при нагревании без доступа воздуха до 2000 °С превращение алмаза в порошок графита происходит почти мгновенно. Обратный переход возможен при давлении 50 тыс. атмосфер, повышенной температуре и в присутствии катализатора — никеля. Так в промышленности получают искусственные алмазы, используемые в технических целях: их масса не превышает 0,2 г.

Применение алмаза в технике связано в первую очередь с его твёрдостью: алмазы используют для резки стекла, с помощью алмазных наконечников бурят горные породы, сверлят и режут металлы и камни.

Огранённые природные алмазы, называемые бриллиантами, используют как ювелирные украшения. Встречаются и окрашенные камни — розовые, оранжевые, голубые, зелёные и даже чёрные. Массу бриллиантов измеряют в особых единицах — каратах. Один карат равен 200 мг.

Из порошка графита прессованием получают электроды,



Рис. 67. Литий и натрий в банках, заполненных керосином

Однако изучить его свойства, например взаимодействие с водой, не удастся по причине его высокой радиоактивности. Наиболее долгоживущий изотоп франция — розовые, оранжевые, голубые, зелёные и даже чёрные. Массу бриллиантов измеряют в особых единицах — каратах. Один карат равен 200 мг.

Итак, изучив свойства, например взаимодействие с водой, не удастся по причине его высокой радиоактивности. Наиболее долгоживущий изотоп франция — розовые, оранжевые, голубые, зелёные и даже чёрные. Массу бриллиантов измеряют в особых единицах — каратах. Один карат равен 200 мг.

Щелочные металлы — мягкие и легкоплавкие серебристо-белые вещества, лишь цезий имеет слабый золотистый оттенок. Литий обладает настолько низкой плотностью, что не тонет даже в керосине (рис. 67). Это самый лёгкий из металлов. Температура плавления щелочных металлов понижается с ростом атомной массы: цезий плавится при 29 °С, т. е. ниже температуры человеческого тела. Если запаянную ампулу с этим металлом (см. рис. 62, б) долго держать в руке, цезий превращается в подвижную золотистую жидкость. Щелочные металлы настолько химически активны, что на воздухе мгновенно окисляются, поэтому их хранят под слоем керосина.

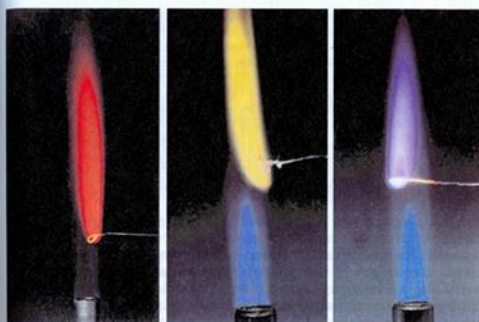


Рис. 68. Окрашивание пламени солями лития, натрия, калия

Проделайте аналогичные опыты с хлоридами натрия и лития. Сделайте вывод об окрашивании пламени ионами различных щелочных металлов.

ново-красное окрашивание, соли натрия окрашивают пламя в жёлтый цвет, калия — в фиолетовый (рис. 68), рубидия и цезия — в розово-фиолетовый. Наиболее интенсивна окраска, вызванная натрием: на её фоне сложно судить о присут-

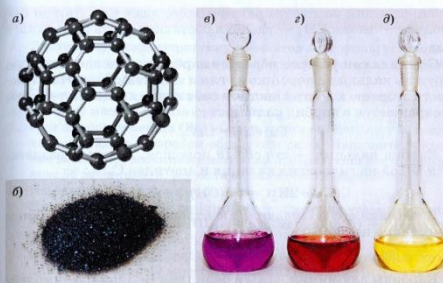
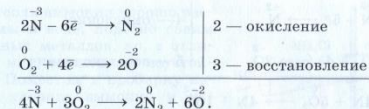


Рис. 52. Фуллерены: строение фуллерена C_{60} (а); порошок фуллерена C_{60} (б); растворы фуллеренов в бензоле — C_{60} (в), C_{70} (д), $C_{60}P_{18}$ (е)

Фуллера, чем и обычный фуллерен состоит из химических фуллеренов. Фуллерены образуются из грамма создать электри-

д химически активный углерод — алмаз, графит, углерод.

50 °С, графит — при протекает с выделением сопровождается протекает медленно возрастает в присутствии:



Использование катализатора позволяет направить процесс по другому, экономически более выгодному пути и превратить аммиак в оксид азота(II), используемый для производства азотной кислоты. В колбу с крепким раствором аммиака внесём спираль из платиновой проволоки. Через некоторое время спираль сама собой начинает раскаляться, а в воздухе чувствуется запах оксида азота (рис. 38):

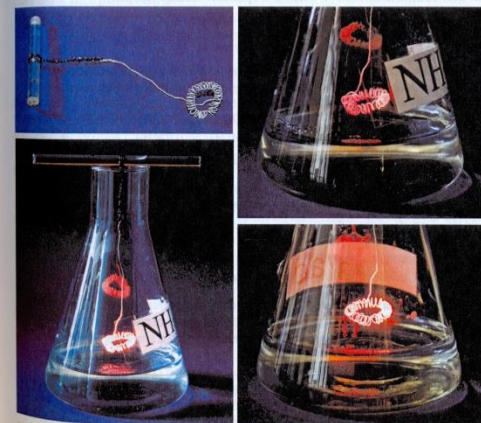
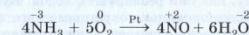


Рис. 38. Каталитическое окисление аммиака: платиновая проволока в ходе опыта раскаляется

Аммиак и соли аммония

Учебник 11 класса. Углубленный уровень

ГЛАВА 4. МЕТАЛЛЫ ПОВОЧНЫХ ПОДГРУПП

§ 38 Общая характеристика переходных металлов

Как вы уже знаете, в побочных подгруппах расположены *переходные элементы*, в атомах которых происходит заполнение внутренних электронных слоёв. В зависимости от вида орбитали, на которую попадает очередной электрон, различают *d*- и *f*-элементы. Орбитали *d*- и *f*-электронов имеют более сложную форму, чем *p*-орбитали. Некоторые из них напоминают четырехлепестковый цветок или две *p*-орбитали, перпендикулярные друг другу (рис. 96).

В короткопериодном варианте Периодической системы *d*-элементы образуют побочные подгруппы, т. е. вертикальные столбцы, в которых элементы чередуются с элементами главных подгрупп. Так, в I группу, наряду с подгруппой щелочных металлов, входят медь, серебро и золото, образующие побочную подгруппу (подгруппу меди). Медь, серебро и золото — *d*-элементы, т. е. в их атомах достраивается электрон-

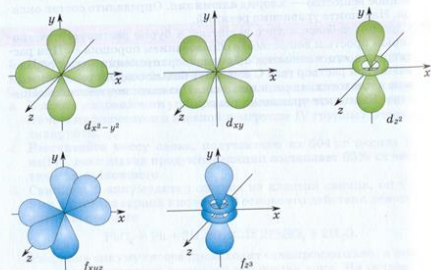


Рис. 96. Форма некоторых *d*- и *f*-орбиталей

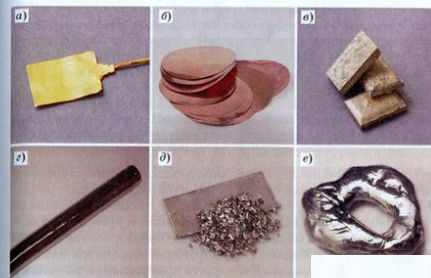


Рис. 97. Переходные металлы: а — золото; б — молибден; в — никель; г — рений

ми *d*-подуровень предвнешнего слоя. Эти подгруппы входят в состав только больших *d*-Переходные элементы 4-го периода (скандий которых застраивается электронами 3*d*-элементы от иттрия до кадмия — это 4*d*-элементы — 5*d*-металлы.

Число валентных электронов, которые участвуют в образовании химических связей в группе Периодической системы, в каком элемент. В атомах элементов главных подгрупп являются лишь электроны внешнего уровня. переходных элементов — также *d*-электроны.

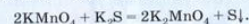
В ряду переходных элементов с увеличением номера число электронов на внешнем уровне, остаётся постоянным (равным двум), лишь число электронов предвнешнего слоя. распределение электронов по подуровням в зависимости от вида электронной конфигурации ставят, необходимо знать максимальную подуровня (для *s*-подуровня она равна двум) — шести, для *d*-подуровня — десяти,

Общая характеристика переходных металлов

В нейтральной и слабощелочной среде продуктом восстановления перманганата является коричневый оксид марганца(IV):



а в сильнощелочной — зелёный манганат калия:



В растворы солей, имеющие сильнощелочную реакцию среды вследствие гидролиза, дополнительно вводить щёлочь не требуется.

Осторожно действуя пероксидом водорода или формидом натрия на слабые растворы перманганата калия в сильнощелочной среде, удастся получить неустойчивые синие растворы, содержащие манганат(V) калия K_3MnO_4 .

Получают перманганат калия электролизом или окислением манганата хлором. В лаборатории перманганат калия используют как окислитель, для получения хлора и кислорода, в химическом анализе, а в быту — как дезинфицирующее средство.

Лабораторный опыт 21. Свойства марганца и его соединений

1. Положите в пробирку небольшой кусочек марганца и прилейте к нему кислоту. Что вы наблюдаете? Проведите аналогичный опыт с кусочком стальной проволоки. В каком случае газ выделяется более интенсивно?

2. Ознакомьтесь с внешним видом различных соединений марганца, имеющихся в школьном кабинете химии. Запишите в тетрадь их формулы, отметьте окраску, растворимость в воде. Дома укажите области применения.

3. К раствору хлорида марганца прилейте щёлочь до выпадения осадка. Отметьте цвет осадка. Что происходит с ним при хранении на воздухе?

4. В три пробирки налейте раствор перманганата калия. В первую добавьте разбавленный раствор серной кислоты, во вторую — воду, в третью — концентрированный раствор гидроксида натрия (**осторожно!**). Затем в каждую пробирку внесите по несколько кристалликов сульфата натрия. Что вы наблюдаете? Составьте уравнения реакций.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

- Охарактеризуйте свойства марганца и области его применения.
- Докажите, что перманганат калия — окислитель. Приведите уравнения реакций. В какой среде окислительная способность перманганата проявляется наиболее сильно?
- При сплавлении пиролюзита с оксидом кальция образуется манганит (манганат(IV) кальция CaMnO_3), а при действии соляной кислотой — выделяется хлор и образуется хлорид марганца(II). Какие свойства проявляет пиролюзит в этих реакциях?
- Запишите уравнения окислительно-восстановительных реакций с участием перманганата калия:
 - $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} \downarrow + \dots$
 - $\text{KMnO}_4 + \text{KOH} \xrightarrow{\Delta} \text{O}_2 \uparrow + \dots$
 - $\text{KMnO}_4 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 \uparrow + \dots$
 - $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}_2 \downarrow + \dots$
 - пропен + $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{0^\circ\text{C}} \dots$
 - бутен-2 + $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \dots$
 - стирол + $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\Delta} \dots$
- Помните, что восстановление перманганата калия в зависимости от кислотности среды приводит к различным продуктам.
- Рассмотрите реакцию термического разложения перманганата калия как окислительно-восстановительную. Назовите окислитель и восстановитель.
- Водный раствор перманганата калия имеет нейтральную реакцию среды. Какой вывод о силе марганцевой кислоты вы можете сделать?
- В каком из природных минералов — MnO_2 (пиролюзит) или MnCO_3 (марганцевый шпат) — больше массовая доля марганца? Ответ подтвердите расчётами.
- Предложите способ получения оксида марганца(IV) из перманганата калия, не используя других реактивов, кроме воды. Приведите уравнение реакции.
- Напишите уравнения реакций по следующим схемам:
 - $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2$
 - $\text{Mn} \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{MnSO}_4 \rightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3)_2$
 - $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{X} \rightarrow \text{MnBr}_2 \rightarrow \text{Y} \rightarrow \text{MnO} \rightarrow \text{Mn}$
- После нагревания 28,44 г перманганата калия образовалось 27,16 г твёрдой смеси. Какой максимальный объём хлора (н. у.) можно получить при действии на образовавшуюся смесь 36,5%-й соляной кислоты (плотность 1,18 г/мл) при нагревании? Какой объём кислоты будет при этом израсходован?

Марганец

Учебник 11 класса. Углубленный уровень

Разницу между энергией атомов при больших расстояниях и энергией молекулы в минимуме энергетической кривой называют *энергией химической связи*:

$$E_{\text{св}} = E(\infty) - E_{\text{мин}}$$

Чем больше энергия связи, тем труднее разорвать молекулу на атомы и тем прочнее химическая связь. Энергия одинарных ковалентных связей составляет обычно 150–350 кДж/моль, двойные и тройные связи значительно прочнее. Наибольшая энергия связи в молекуле CO — 1076 кДж/моль.

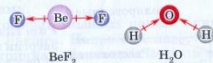
Кроме энергии, ковалентные связи в молекулах характеризуют полярностью, которая показывает степень смещения общей электронной пары к одному из атомов.

Полярность оценивают с помощью дипольного момента $\vec{\mu}$. Это векторная величина; длина вектора равна произведению длины связи l (т. е. расстояния между ядрами атомов) на значение частичного заряда q , который образуется на атомах при смещении связи к одному из них:

$$|\vec{\mu}| = l \cdot q.$$

Вектор дипольного момента направлен от положительного заряда к отрицательному. Чем больше разность электроотрицательностей двух атомов, тем выше дипольный момент и тем полярнее связь.

При векторном сложении дипольных моментов всех связей получают *дипольный момент молекулы*. Молекулы с отличным от нуля дипольным моментом называют *полярными*. Например, молекула BeF₂ неполярна, а молекула H₂O полярна.



В обеих молекулах каждая химическая связь полярна, т. е. электронная пара смещена к одному из атомов (показано стрелками), но в неполярной молекуле центры положительного и отрицательного зарядов совпадают, т. е. дипольные моменты разных связей компенсируют друг друга.

Геометрическая форма молекул определяется длинами связей и валентными углами. *Валентный угол* — это угол между линиями, соединяющими химически связанные атомы. Валентные углы в разных молекулах могут принимать значения в диапазоне от 60 до 180° (табл. 12). Форму многих простых молекул можно предсказать, если считать, что электронные пары, принадлежащие одному атому, максимально удалены друг от друга. При этом учитываются все электронные пары — и те, которые участвуют в образовании связей, и неподелённые. Например, в молекуле CO₂ атом углерода делит с двумя атомами кислорода по две пары

Таблица 12
Валентные углы в молекулах различной формы

Расположение ядер	Пример молекулы	Модель молекулы
Линейное	CO ₂	180°
Угловое	SO ₂	119°
Правильный треугольник	BF ₃	120°
Тетраэдр	CH ₄	109,5°
Треугольная пирамида	NH ₃	
Октаэдр	SF ₆	

электронов. Эти пары максимизируют отталкивание, если угол между связями составляет 180°.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Сколько электронов содержит молекула NCl₃? Сколько из них участвуют в образовании ковалентных связей?

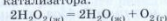
Ковалентная связь и строение молекул

равновесие: одинаково возможны как прямая, так и обратная реакция.

Энергия Гиббса состоит из двух слагаемых: энтальпийного H и энтропийного $-TS$. Именно они определяют, в каком направлении протекают химические реакции. Уменьшение энергии Гиббса возможно при:

- 1) уменьшении энтальпии, т. е. выделении теплоты в окружающую среду;
- 2) увеличении энтропии, т. е. возрастании беспорядка.

Если выполняются оба эти условия одновременно, то реакция может происходить самопроизвольно (по-другому говорят — «термодинамически возможна») при любой температуре. Например, пероксид водорода неустойчив, легко разлагается на воду и кислород:



так как при этом выделяется теплота, т. е. уменьшается энтальпия, а энтропия увеличивается вследствие выделения газообразного кислорода.

Обратный процесс — превращение воды и кислорода в пероксид водорода — в обычных условиях невозможен. Если же выполняется только одно из этих условий, то для того, чтобы узнать, возможна реакция или нет, надо сравнивать значения энтальпийного и энтропийного слагаемых. Например, в любой эндотермической реакции теплота поглощается, а энтальпия возрастает: $\Delta H > 0$. Такая реакция возможна только при большом увеличении энтропии или при высокой температуре, когда $T\Delta S > \Delta H$. Если же энтропия в реакции уменьшается ($\Delta S < 0$), то тогда должно выделяться много теплоты: $\Delta H < 0$, $|\Delta H| > |T\Delta S|$. Все условия, при которых химические реакции могут протекать самопроизвольно, перечислены в таблице 13.

Таблица 13
Условия, при которых химические реакции могут протекать самопроизвольно

Теплота	Энтропия	Условия	Пример
Выделяется, $\Delta H < 0$	Увеличивается, $\Delta S > 0$	При любой температуре	$2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
Выделяется, $\Delta H < 0$	Уменьшается, $\Delta S < 0$	При низкой температуре, когда $ \Delta H > T\Delta S $	$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$
Поглощается, $\Delta H > 0$	Увеличивается, $\Delta S > 0$	При высокой температуре, когда $T\Delta S > \Delta H$	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$

И теплота, и энтропия зависят от условий проведения реакции: температуры, давления, растворителя, концентрации раствора и т. д. Химическая термодинамика позволяет для любой химической реакции подобрать такие условия, которые будут благоприятствовать её протеканию. Например, из таблицы 13 видно, что эндотермические реакции могут протекать только при повышенной температуре. Выбор оптимальных условий особенно важен для технологических процессов.

Необходимо иметь в виду, что термодинамика не отвечает на вопрос о том, пойдёт ли реакция в действительности, а определяет только, возможна ли она в принципе. Многие термодинамически разрешённые процессы протекают настолько медленно, что кажется, будто они вообще не идут. Значит ли это, что термодинамические расчёты бесполезны? Конечно, нет! Если какая-либо реакция разрешена, хотя практически и не идёт из-за низкой скорости, то можно попытаться каким-то образом ускорить эту реакцию, например подобрать подходящий катализатор. Если же реакция термодинамически запрещена, то не поможет никакой катализатор и надо создать другие условия проведения процесса.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Укажите процессы, которые приводят к увеличению энтропии: а) $\text{CaCO}_3(\text{тв}) = \text{CaO}(\text{тв}) + \text{CO}_2(\text{г})$; б) $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$; в) $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$; г) $\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) = \text{H}_2\text{O}(\text{г})$.
2. Появление жизни на Земле сопровождалось увеличением информации и было возможно только за счёт притока энтропии извне. Оцените скорость роста энтропии Земли (Дж/(К·с)), если поток солнечной энергии составляет 10^3 Вт/м^2 . Среднюю температуру Земли примите равной 0 °С.
3. Уменьшение энтропии при упорядочении или самоорганизации может быть скомпенсировано её увеличением за счёт химических реакций. Рассчитайте изменение энтропии при фотосинтезе и при полном окислении одного моля глюкозы, используя следующие данные.

Вещество	S , Дж/(моль·К)
O ₂	205
H ₂ O(ж)	70
CO ₂	214
C ₆ H ₁₂ O ₆	212

Учебник 11 класса. Углубленный уровень

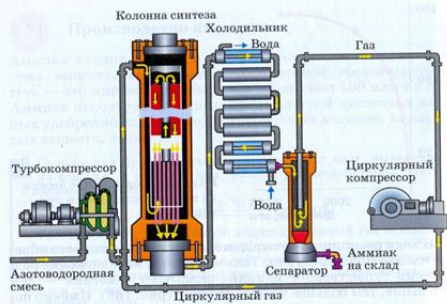


Рис. 166. Производство аммиака

Азотоводородную смесь под высоким давлением, сжатая турбокомпрессором, подают в колонну синтеза (она представляет собой толстостенный цилиндр в 10 до 18 м, выполненный из стали и закрытый с торцами крышками). Смесь поступает в колонну сверху, где между катализаторной коробкой и внешней реактора, затем между трубами теплообменника по центральной трубе катализаторной коробки. При нагревании до 450 °С и далее вступает в контакт с газом. В ходе реакции температура газа возрастает до 100 °С, избыток теплоты используется для нагрева азотоводородной смеси, поступающей в колонну.

Даже при соблюдении оптимальных условий синтез аммиака превращается не более 20% азотоводородной смеси в аммиак. Смесь поступает в колонну сверху, где между катализаторной коробкой и внешней реактора, затем между трубами теплообменника по центральной трубе катализаторной коробки. При нагревании до 450 °С и далее вступает в контакт с газом. В ходе реакции температура газа возрастает до 100 °С, избыток теплоты используется для нагрева азотоводородной смеси, поступающей в колонну.

338

ГЛАВА 7. Химическая

Получение аммиака — процесс химического производства. Колонны синтеза работают в течение нескольких лет, после чего их ремонтируют.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

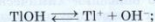
1. Охарактеризуйте процесс производства аммиака.
2. Сформулируйте условия, при которых процесс производства аммиака протекает наиболее эффективно.
3. Расскажите об устройстве колонны синтеза аммиака.
4. При нагревании до 800 °С аммиак разлагается. Как вы думаете, ускорит ли этот процесс катализатор? Обоснуйте ответ.
5. Изучите рисунок 166, проследите за движением смеси, расскажите о назначении каждой части установки.
6. Что служит сырьём для производства аммиака?
7. Какой объём воздуха необходим для получения 1 т аммиака? (по объёму).
8. Современная колонна синтеза аммиака. Используя данные о её устройстве, объясните принцип работы.

Значение константы диссоциации количественно характеризует силу кислот: чем меньше константа, тем слабее кислота. Для характеристики силы кислот используют также отрицательный логарифм константы диссоциации, который называют показателем кислотности:

$$pK_a = -\lg K_a$$

Чем больше pK_a , тем слабее кислота.

Аналогичным образом записывают выражения для констант диссоциации оснований. Например:



$$K_b = \frac{[Ti^+][OH^-]}{[TiOH]}$$

где индекс b (basic) обозначает основной тип диссоциации.

Для характеристики силы оснований используют также отрицательный логарифм константы диссоциации, который называют показателем основности:

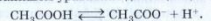
$$pK_b = -\lg K_b$$

Чем больше pK_b , тем слабее основание.

Константы диссоциации кислот и оснований не зависят от их концентрации в растворе. Используя это свойство, можно найти состав раствора любой кислоты или основания, если известна их концентрация.

Пример. Рассчитайте pH раствора уксусной кислоты с концентрацией 1,5 моль/л. Константа диссоциации CH_3COOH равна $1,7 \cdot 10^{-5}$.

Решение. Запишем уравнение диссоциации:



Пусть на ионы разложилось x моль/л CH_3COOH , тогда образовалось по x моль/л ацетат-ионов CH_3COO^- и ионов водорода H^+ , а концентрация самой кислоты, оставшейся в растворе, составит $(1,5 - x)$ моль/л.

Частица	Исходная концентрация, моль/л	Вступило в реакцию, моль/л	Равновесная концентрация, моль/л
CH_3COOH	1,5	x	$1,5 - x$
CH_3COO^-	0	x	$0 + x = x$
H^+	0	x	$0 + x = x$

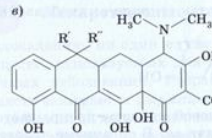
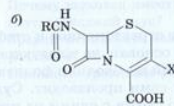
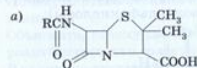


Рис. 183. Антибиотики: а — пенициллины, б — цефалоспорины, в — тетрациклины

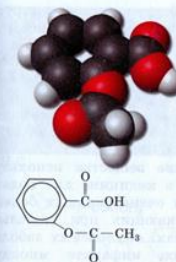


Рис. 184. Аспирин

Жизнь в ивовой коре (от лат. *salix* — ива). Для получения аспирина необходимо провести эстерификацию фенольной гидроксигруппы. Для этого салициловую кислоту обрабатывают уксусным ангидридом.

Подставим равновесные концентрации в выражение для константы диссоциации уксусной кислоты:

$$K_a = \frac{[CH_3COO^-][H^+]}{[CH_3COOH]} = \frac{x \cdot x}{(1,5 - x)} = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

Решив квадратное уравнение, находим: $x = 5 \cdot 10^{-3}$. Это же уравнение можно решить приближённым способом, если заметить, что уксусная кислота — слабая, поэтому диссоциирует лишь малая её часть, поэтому $x \ll 1,5$ и в знаменателе можно пренебречь переменной x :

$$K_a = \frac{x \cdot x}{1,5} = \frac{x^2}{1,5} = 1,7 \cdot 10^{-5}$$

$$x = \sqrt{1,5 \cdot 1,7 \cdot 10^{-5}} = 5 \cdot 10^{-3}$$

Концентрация ионов водорода в растворе:

$$[H^+] = x = 5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л.}$$

Водородный показатель: $pH = -\lg(5 \cdot 10^{-3}) = 2,3$. Данный раствор уксусной кислоты имеет примерно такую же кислотность, как и лимонный сок.

Ответ. $pH = 2,3$.

На примере одноосновных кислот покажем связь между константой диссоциации K_a и степенью диссоциации α — ещё одной величиной, количественно характеризующей процесс распада на ионы. Напомним, что *степенью диссоциации* называют долю молекул, распавшихся на ионы, от общего числа молекул. Фактически она представляет собой выход продуктов в процессе диссоциации.

Рассмотрим одноосновную кислоту HA . Обозначим её молярную концентрацию через c . По определению степени диссоциации, диссоциации подвергается αc моль/л кислоты, и при этом образуется по αc моль/л ионов A^- и H^+ . Равновесные концентрации: $[HA] = (1 - \alpha)c$ моль/л, $[A^-] = [H^+] = \alpha c$ моль/л (табл. 15).

Таблица 15

Формула частиц	Исходная концентрация, моль/л	Вступило в реакцию (образовалось), моль/л	Равновесная концентрация, моль/л
HA	c	αc	$c - \alpha c = (1 - \alpha)c$
A^-	0	αc	αc
H^+	0	αc	αc

ые средства

375

314

ГЛАВА 6. Теоретическое описание химических реакций

Химическое равновесие в растворах

315

Учебник 11 класса. Углубленный уровень

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ И СИНТЕЗЫ

Здесь приведено описание опытов, которые могут быть осуществлены на факультативных занятиях по химии или показаны во время химических вечеров. Эксперименты, отмеченные знаком ▲, проводит учитель в вытяжном шкафу. Описание опыта с указанием последовательности всех проводимых операций, а также количеств реагентов называют *методикой*. Опыты, ставящие своей целью получение и выделение того или иного вещества, называют *синтезом*. Методики *препаративных синтезов*, т. е. синтезов, в которых требуемое вещество образуется со значительным выходом, приведены в специальной литературе. Описания некоторых простых синтезов вы найдете в этом разделе.

Перед проведением синтеза следует ознакомиться со свойствами получаемого вещества — температурами плавления и кипения, цветом, растворимостью, а также областями его применения. Важно знать, насколько это вещество ядовито, какой вред оно способно нанести организму, каковы правила обращения с ним и меры первой помощи при отравлении. Далее следует внимательно прочитать методику, написать уравнение реакции и, проведя расчёт, оценить, в каких количественных соотношениях берутся реагенты (в стехиометрических или какое-то из веществ рекомендовано взять в избытке). Причины этого следует обсудить с учителем. После этого напишите в тетради список реактивов, посуды и лабораторного оборудования, необходимых для проведения опыта. Составьте план работы, обсудите его с учителем и с его разрешения приступайте к синтезу. После завершения работы взвесьте выделенное вещество и определите его выход. Задача химика — не только синтезировать то или иное вещество, но и определить его состав, т. е. проанализировать. Готовясь к работе, заранее подумайте, какие качественные реакции вы могли бы использовать для определения состава вещества.

Кристаллизация из пересыщенного раствора

В колбу насыпьте 25 г ацетата натрия (соль уксусной кислоты), прибавьте 15 мл воды и нагрейте до растворения соли. Затем закройте её листом бумаги и оставьте охлаждаться. Когда раствор остынет до комнатной температуры, бросьте

кость, энтальпия испарения, растворимость в воде, давление пара, показатель преломления, коэффициент разделения между октанолом и водой (характеризующий гидрофобность вещества), константа кислотной диссоциации, число акцепторов водорода (атомов кислорода и азота), число атомов водорода, способных к образованию водородных связей, и др.

Все базы данных CAS снабжены современными системами поиска и анализа данных. Рассмотрим в качестве примера, как осуществляется поиск данных по молекулярной формуле вещества, например бромбензола. В соответствующей строке системы поиска вводим молекулярную формулу c_6h_5br , при-

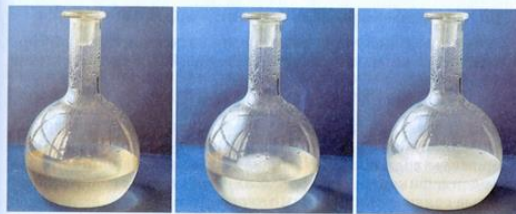


Рис. 219. Кристаллизация пересыщенного раствора ацетата натрия

в него кристаллик ацетата натрия (рис. 219). Что вы наблюдаете? Потрогайте дно колбы рукой. Как изменилась температура раствора?

Получение малахита

Возьмите 10 г медного купороса и 4,2 г кальцинированной соды (или 3,4 г пищевой соды). Каждую навеску перенесите в отдельный стакан и растворите в 50 мл воды. Полученные растворы слейте в большой стакан. Нагревайте раствор до тех пор, пока образовавшийся голубой осадок не превратится в зелёный. Осадок отфильтруйте и промойте водой.

Получение железного купороса

Возьмите навеску железных опилок массой 10 г, перенесите её в стакан на 200 мл и прилейте 50 мл 20%-го раствора серной кислоты. Стакан с раствором поставьте на металлическую сетку и осторожно нагрейте его пламенем спиртовки или погрузите в горячую воду. Когда железо перестанет растворяться, профильтруйте горячий раствор и оставьте фильтрат медленно охлаждаться. Затем поместите его в кристаллизатор со льдом. Выделившиеся кристаллы железного купороса отфильтруйте, отожмите между листами фильтровальной бумаги и поместите в плотно закрывающуюся склянку.

Получение горькой соли

Навеску оксида магния массой 5 г перенесите в стакан и прилейте 55 мл 20%-го раствора серной кислоты. Полученный раствор профильтруйте, фильтрат перелейте в фарфоровую чашку и выпарьте. Сухую соль поместите в склянку.

ПРАКТИКУМ

Используя учебник 10 класса, вспомните правила безопасности при работе в лаборатории и правила обращения с веществами.

Практическая работа 1. Экспериментальное решение задач по теме «Галогены»

Реактивы: соляная кислота; хлориды цинка, натрия, бария; бромид натрия; иодиды натрия, калия; карбонаты натрия, магния; сульфат натрия; нитраты серебра, свинца(II); фосфат калия; хлорная вода; бромная вода; иодная вода; цинк; оксид магния; твёрдый карбонат натрия с примесью хлорида натрия; крахмальный клейстер; лакмус.

1. Получите раствор хлорида магния тремя различными способами. Напишите уравнения реакций в молекулярном и сокращённом ионном виде.

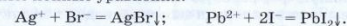
2. Докажите, что в состав соляной кислоты входят ионы водорода и хлорид-ионы.

3. Получите иодную воду из раствора иодида натрия (калия). Докажите образование иода при помощи качественной реакции.

4. Опытным путём докажите, что выданный образец карбоната натрия содержит примесь хлорида натрия.

5. В пронумерованных пробирках находятся растворы хлорида цинка, иодида калия, карбоната натрия, соляная кислота, иодная вода (в а р и а н т I); растворы хлорида натрия, иодида натрия, фосфата калия, бромная вода, соляная кислота (в а р и а н т II). Опытным путём определите, в какой пробирке находится каждый раствор. Напишите уравнения реакций.

6. Воспользовавшись реактивами, имеющимися на столе, проведите реакции, которым соответствуют следующие сокращённые ионные уравнения:



Практическая работа 2. Экспериментальное решение задач по теме «Халькогены»

Реактивы: соляная, серная кислоты; сульфаты натрия, магния, меди(II); сульфит натрия; сульфид натрия; карбонат натрия; хлориды кальция, бария; частично окисленный на воздухе порошок сульфита натрия; фенолфталеин; лакмус; бромная вода.

ПРАКТИКУМ

437

Учебник 11 класса. Углубленный уровень

Приложение 2

Константы диссоциации кислот и оснований при 25 °С

Кислота	$K_1 (pK_1)$	$K_2 (pK_2)$	$K_3 (pK_3)$
H_2SO_4	—	$1,1 \cdot 10^{-2}$ (2,0)	
CCl_3COOH	$2,2 \cdot 10^{-2}$ (1,7)		
H_2SO_3	$2,0 \cdot 10^{-2}$ (1,7)	$6,3 \cdot 10^{-8}$ (7,2)	
H_3PO_4	$7,2 \cdot 10^{-3}$ (2,1)	$6,2 \cdot 10^{-8}$ (7,2)	$4,6 \cdot 10^{-13}$ (12,3)
HF	$6,7 \cdot 10^{-4}$ (3,2)		
HNO_2	$5,1 \cdot 10^{-4}$ (3,3)		
$HCOOH$	$1,8 \cdot 10^{-4}$ (3,7)		
CH_3COOH	$1,7 \cdot 10^{-5}$ (4,8)		
H_2CO_3	$4,3 \cdot 10^{-7}$ (6,4)	$4,7 \cdot 10^{-11}$ (10,3)	
H_2S	$1,1 \cdot 10^{-7}$ (7,0)	$1,2 \cdot 10^{-13}$ (12,9)	
$HClO$	$2,8 \cdot 10^{-8}$ (7,6)		
C_6H_5OH	$1,0 \cdot 10^{-10}$ (10,0)		
H_2O	$1,8 \cdot 10^{-16}$ (15,7)		
$Ba(OH)_2$	—	0,23 (0,6)	
$Ca(OH)_2$	—	$5,9 \cdot 10^{-2}$ (1,2)	
$Fe(OH)_2$	$1,2 \cdot 10^{-2}$ (1,9)	$5,5 \cdot 10^{-8}$ (7,3)	
NH_3	$1,7 \cdot 10^{-5}$ (4,8)		
$Zn(OH)_2$	$1,3 \cdot 10^{-5}$ (4,9)	$4,9 \cdot 10^{-7}$ (4,3)	
$Al(OH)_3$	$8,3 \cdot 10^{-9}$ (8,1)	$2,1 \cdot 10^{-9}$ (8,7)	$1,0 \cdot 10^{-9}$ (9,0)
$Fe(OH)_3$	$4,8 \cdot 10^{-11}$ (10,3)	$1,8 \cdot 10^{-11}$ (10,7)	$1,5 \cdot 10^{-12}$ (11,8)

Приложение 3

Произведения растворимости веществ при 25 °С

Вещество	ПР	Концентрация насыщенного раствора, моль/л
$CaSO_4$	$3,7 \cdot 10^{-5}$	$6,1 \cdot 10^{-3}$
$MgCO_3$	$7,9 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$
$Mg(OH)_2$	$6,8 \cdot 10^{-12}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
$CaCO_3$	$4,4 \cdot 10^{-9}$	$6,6 \cdot 10^{-5}$

Интернет-ресурсы для внеклассной и самостоятельной работы

<http://elementy.ru/>

Научно-популярный проект «Элементы большой науки» (физика, химия, математика, астрономия, науки о жизни, науки о Земле). Новости науки, книги, научно-популярные статьи, лекции, энциклопедия.

<http://potential.org.ru/>

Сайт научно-популярного журнала «Потенциал». Журнал издаётся с 2005 г., с 2011 г. — раздел «Химия».

<http://www.hij.ru/>

Сайт научно-популярного журнала «Химия и жизнь», издаётся с 1965 г.

<http://www.chemnet.ru/rus/elibrary/>

Открытая электронная библиотека химического портала «Chemnet», содержит электронные учебные и информационные материалы для школьников и учителей. В ней можно найти учебники по общей и неорганической химии, органической химии, мультимедиа-материалы, а также задачи химических олимпиад с решениями, задачи вступительных экзаменов для абитуриентов, материалы для преподавателей по психологии и педагогике, яркие тематические коллекции видеороликов и интерактивных 3D-иллюстраций.

<http://www.chem.msu.ru/rus/olimp/>

Информационные материалы об олимпиадах: Московской городской, Всероссийской, Мецелеевской, международной. Приведены задачи теоретических и экспериментальных туров, подробные решения, списки и фотографии победителей.

<http://chem.olymp.mioo.ru>

Система дистанционного обучения, направленная в первую очередь на подготовку к олимпиадам всех уровней — от школьных до международной. Сайт содержит огромное количество задач, сгруппированных как по темам, так и по олимпиадам. По всем основным разделам химии приведён теоретический материал и разобраны решения типовых задач.

<http://www.nanometer.ru/>

Портал по нанотехнологиям. Основная цель — развитие образования в области нанотехнологий и подготовка к интернет-олимпиаде по нанотехнологиям.

<http://webelements.com/>

Надёжная справочная информация о химических элементах и их свойствах.

<http://periodictable.ru/>

Русскоязычный сайт о свойствах химических элементов.

<http://www.cas.org/>

Сайт Chemical Abstract Service — самый авторитетный информационный в мире химии интернет-ресурс (сайт платный).

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Примерные темы для проектной деятельности

1. Исследуем старые стёкла

Эксперты отличают стёкла XIX в. от более новых, используя ультрафиолетовые лучи. Старые стёкла в ультрафиолетовых лучах светятся зелёным светом (флуоресцируют), а обычное оконное стекло, сделанное в XX в. или в настоящее время, — нет. Что такое флуоресценция? В чём секрет флуоресценции старых стёкол?

2. Микроэлементы для растений

В состав комплексных витаминов входят микроэлементы — медь, марганец, цинк и др. Микроэлементы необходимы и растениям, в почве их часто не хватает. Предложите способы введения микроэлементов в почву.

3. Средство от гололёда

Зимой улицы крупных городов посыпают поваренной солью или хлоридом кальция. В соль добавляют поверхностно-активные вещества. Как влияет соль на среду нашего обитания (например, зелёные насаждения вдоль дорог, лапы домашних животных, подошвы обуви)? Чем это вызвано? Можно ли заменить используемые составы на менее вредные для окружающей среды, но также помогающие бороться с гололёдом?

4. Производим индикаторы

Известно, что сок черники или свёклы меняет свою окраску подобно лакмусу. Чем это вызвано? Найдите другие плоды и листья растений, сок которых можно использовать в качестве индикатора.

5. Нужно ли заменить синтетическую ваниль натуральной?

В качестве пищевой добавки в кондитерские изделия и в глазированные сырки используют ванилин. Природный ванилин получают из стручков ванили, а синтетический производят в лаборатории. В магазине можно приобрести как порошок ванилина, так и плоды ванили. Какому растению они принадлежат? Постарайтесь из стручков ванили выделить ванилин и сравните его с синтетическим. Изложите свои соображения о целесообразности использования натуральной ванили вместо синтетической.

6. Готовим масляную краску

Масляная краска представляет собой суспензию окрашенного вещества (пигмента) в органическом связующем. Выберите цвет, который вам нравится, и подберите пигменты, которые позволяют его получить. Изучите промышленные технологии изготовления краски. Попробуйте получить краску в лаборатории.

Характерные черты учебников и УМК 10 и 11 классов. Углублённый уровень

- ❖ Химия в учебниках – реальная, а не бумажная».
- ❖ Большое число **вопросов, задач и упражнений**. Три уровня. Есть ответы на расчетные задачи в учебнике 11 класса. Есть задачи соответствующие **олимпиадному** уровню и уровню **дополнительных вступительных испытаний** при поступлении в вузы
- ❖ Большое число лабораторных опытов (13 опытов в 10 классе и 29 опытов в 11 классе).
- ❖ Большое число **иллюстраций** (152 рисунка и 32 схемы в 10 классе и 219 рисунков и 10 схем в 11 классе)
- ❖ Отличное **оформление**. Цветовая передача окрасок очень высокого уровня.

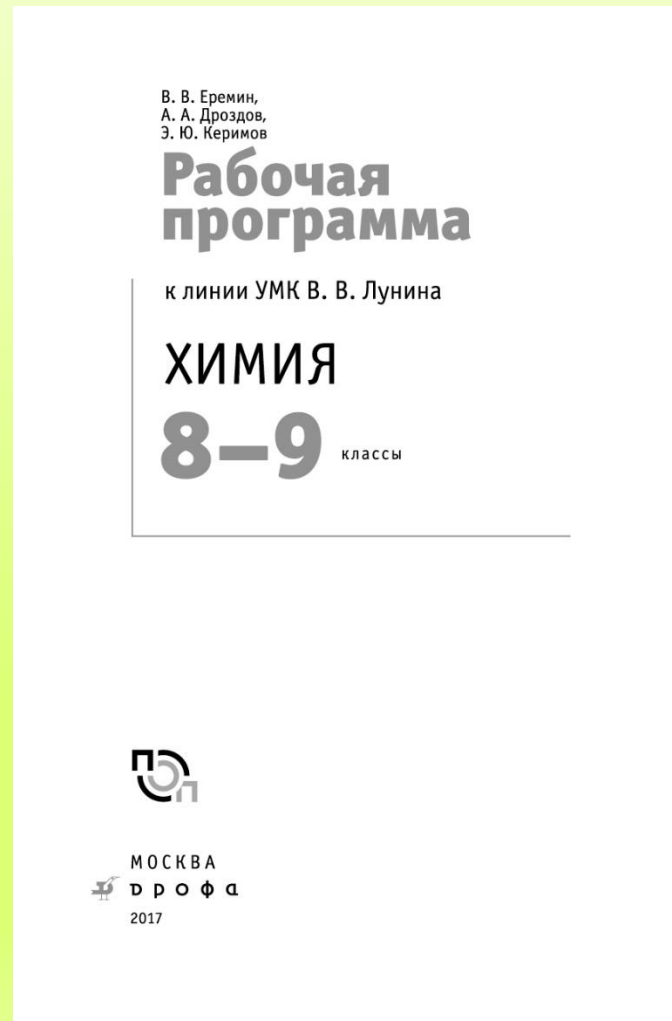
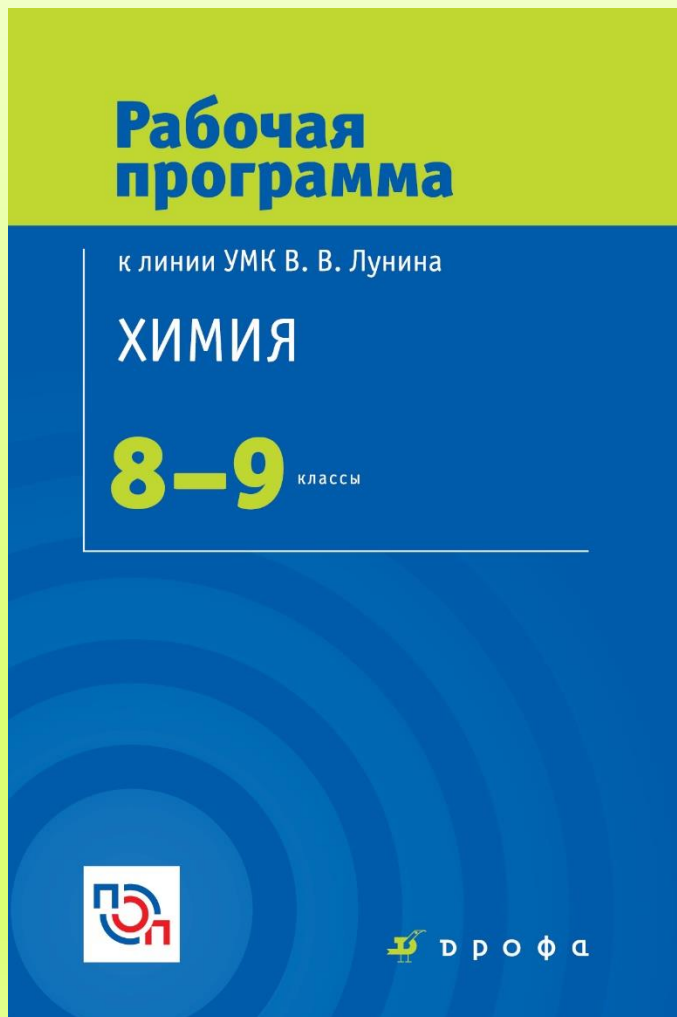
Рабочие программы учебного предмета «Химия»

**к УМК по химии В. В. Еремина,
Н. Е. Кузьменко, А. А. Дроздова,
В. И. Теренина, В. В. Лунина**

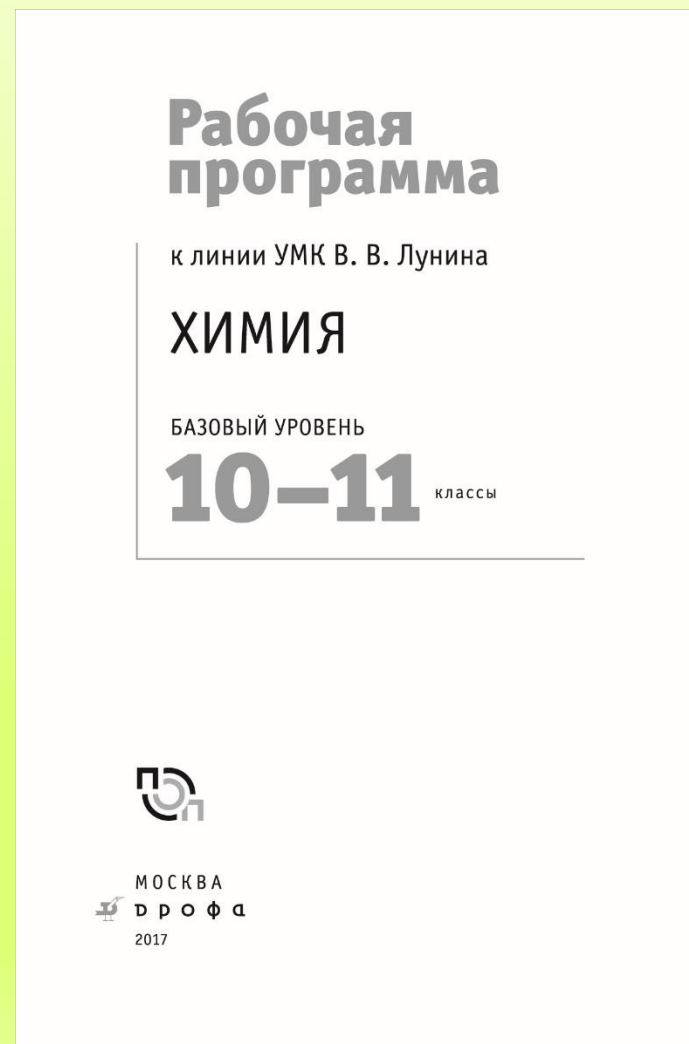
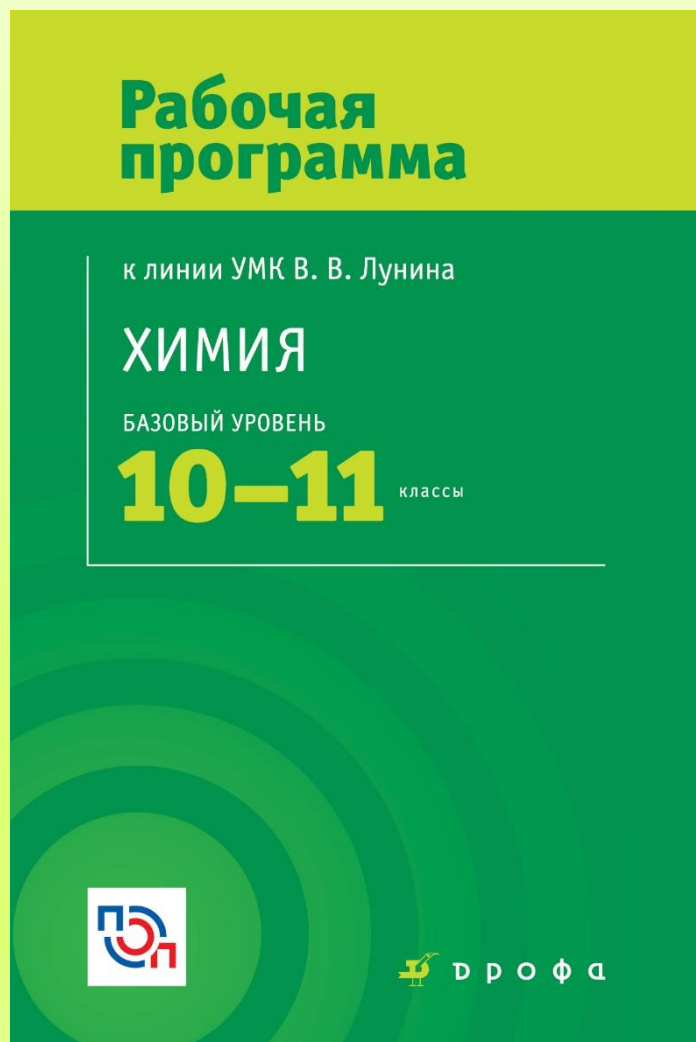
УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Рабочие программы

- **Химия.** 8—9 классы: рабочая программа к линии УМК В.В. Лунина: учебно-методическое пособие / В.В. Еремин, А.А. Дроздов, Э.Ю. Керимов. — М.: Дрофа, 2017. — 139, [5] с.
- **Химия.** Базовый уровень. 10—11 классы: рабочая программа к линии УМК В.В. Лунина: учебно-методическое пособие / В.В. Еремин, А.А. Дроздов, И.В. Еремина, Э.Ю. Керимов. — М.: Дрофа, 2017. — 104, [1] с.
- **Химия.** Углубленный уровень. 10—11 классы: рабочая программа к линии УМК В.В. Лунина: учебно-методическое пособие / В.В. Еремин, А.А. Дроздов, И.В. Еремина, Э.Ю. Керимов. — М.: Дрофа, 2017. — 324, [1] с.

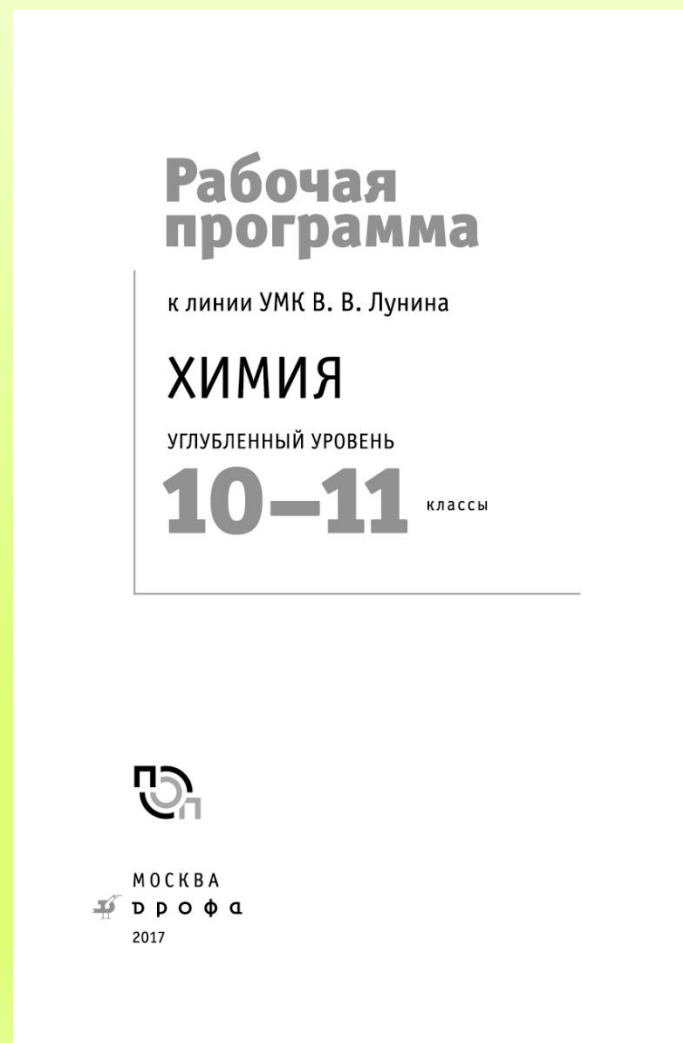
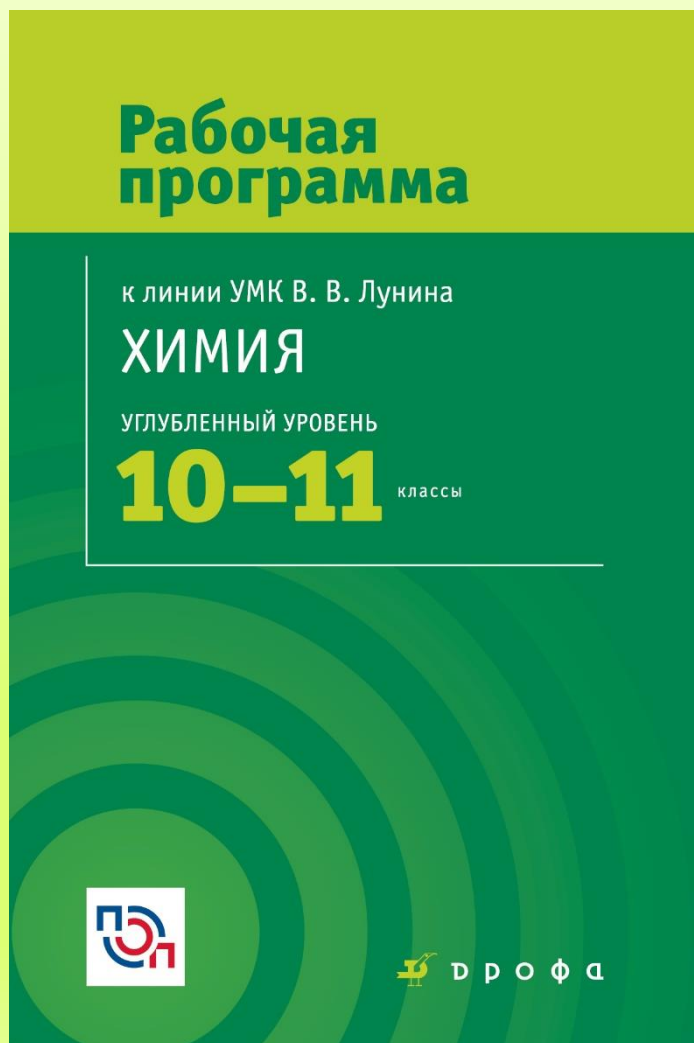
УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Рабочие программы



УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Рабочие программы



УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Рабочие программы



УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Рабочие программы

Рабочие программы включают

- Рекомендации по составлению рабочей программы;
- 1. Планируемые результаты освоения учебного предмета «Химия» на базовом уровне среднего общего образования
- 2. Содержание учебного предмета «Химия» на базовом уровне среднего общего образования;
- 3. Тематическое планирование учебного предмета «химия» на базовом уровне среднего общего образования.

УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Рабочие программы

Тематическое планирование учебного предмета «Химия» составлено

- ✓ на уровне основного общего образования из расчета **2** и **3** часа в неделю;
- ✓ на базовом уровне среднего общего образования из расчета **1** и **2** часа в неделю;
- ✓ на углубленном уровне среднего общего образования из расчета **3, 4, 5 и 6** часов в неделю.

Рабочая программа учебного предмета «Химия» на углубленном уровне среднего общего образования

2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «ХИМИЯ» НА УГЛУБЛЕННОМ УРОВНЕ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

2.1. Теоретические основы химии

2.1.1. Строение вещества

Атомно-молекулярное учение. Вещества молекулярно-кристаллического и ионного строения. Качественный и количественный состав вещества. Молярная масса. Мольная доля и массовая доля элемента в веществе.

Строение атома. Нуклиды. Изотопы. Дефект массы. Энергия связи. Термоядерный синтез. Открытие новых химических элементов. Ядерные реакции: деление и синтез. Скорость реакции радиоактивных веществ. Радионуклиды в медицине. Метод меченых атомов. Применение радиоизотопов в хронологии.

Современная модель строения атома. Корпускулярно-волновой дуализм. Представление о квантовой механике. Соотношение де Бройля и Шредингера. Понятие о волновой функции. Квантовые числа. Распределение электронов по энергетическим уровням. Энергия ионизации, правило Хунда и принцип Паули. Энергетические уровни атомов *d*-элементов. Электронная конфигурация химических элементов (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-элементов). Классификация химических элементов (*s*-, *p*-, *d*-, *f*-элементов). Положительные и отрицательные ионы. Основное и возбужденное состояние электронов.

Периодический закон. Формулировка закона в свете строения атома. Мировоззренческое и научное значение П.И. Менделеева. Радиус атома. Закономерности в изменении физических свойств простых веществ, высших оксидов и гидроксидов. Электроотрицательность.

Химическая связь. Электронная природа химической связи. Ковалентная связь и ее характеристики (энергия связи, длина связи, полярность связи, полярность, полярность). Ковалентная

Электролиз расплавов и водных растворов электролитов (кислот, щелочей и солей). Законы электролиза. Практическое применение электролиза для получения щелочных металлов и алюминия.

Коррозия металлов: способы защиты металлов от коррозии.

Демонстрации.

Взаимодействие перманганата калия с сульфитом натрия в разных средах.

2.2. Основы неорганической химии

2.2.1. Классификация и номенклатура неорганических соединений

Важнейшие классы неорганических веществ. Элементы металлы и неметаллы и их положение в Периодической системе. Классификация и номенклатура сложных неорганических соединений: оксидов, гидроксидов, кислот и солей. Генетическая связь между классами неорганических соединений. Идентификация неорганических веществ и ионов.

Комплексные соединения. Состав комплексного иона: комплексообразователь, лиганды. Координационное число. Номенклатура комплексных соединений. Значение комплексных соединений. Понятие о координационной химии.

2.2.2. Неметаллы

Водород. Получение, физические и химические свойства (реакции с металлами и неметаллами, восстановление оксидов и солей). Гидриды. Топливные элементы.

Галогены. Общая характеристика элементов главной подгруппы VII группы. Физические свойства простых веществ. Закономерности изменения окислительной активности галогенов в соответствии с их положением в периодической таблице. Порядок вытеснения галогенов из растворов галогенидов. Хлор — получение в промышленности и лаборатории, реакции с металлами и неметаллами. Взаимодействие хлора с водой и растворами щелочей. Цепной механизм реакции взаимодействия хлора с водородом. Обеззараживание питьевой воды хлором. Хранение и транспортировка хлора. Кислородные

Рабочая программа учебного предмета «Химия» на углубленном уровне среднего общего образования

2.5. Типы расчётных задач

1. Нахождение молекулярной формулы вещества, зная его состав или элементов, входящих в его состав или формулу.
2. Расчеты массовой доли (массовых долей) в смеси.
3. Расчеты массы (объема, количества вещества) дано в избытке (имеет предел) или в недостатке (недостаток).
4. Расчеты массовой или объемной доли в смеси.
5. Расчеты теплового эффекта реакции.
6. Расчеты объемных отношений в химических реакциях.
7. Расчеты массы (объема, количества вещества) дано в виде раствора с определенной концентрацией.
8. Расчеты энергии активации и скорости реакции.
9. Расчет константы равновесия.
10. Расчет равновесных концентраций веществ и константа равновесия.
11. Расчет pH раствора сильной кислоты или щелочи.
12. Расчет pH раствора слабой кислоты или щелочи.
13. Расчет растворимости соли.
14. Расчеты с использованием электронных таблиц.

2.6. Темы практических работ

1. Скорость химических реакций. Химическое равновесие.
2. Экспериментальное решение задач по теме «Галогены».
3. Экспериментальное решение задач по теме «Халькогены».
4. Получение аммиака и изучение его свойств.
5. Экспериментальное решение задач по теме «Элементы подгруппы азота».
6. Экспериментальное решение задач по теме «Металлы главных подгрупп».
7. Получение медного купороса.
8. Экспериментальное решение задач по теме «Металлы побочных подгрупп».
9. Получение соли Мора.
10. Изготовление моделей молекул органических веществ.
11. Получение этилена и изучение его свойств.
12. Получение бромэтана.
13. Получение ацетона.
14. Получение уксусной кислоты.
15. Синтез этилацетата.
16. Гидролиз крахмала.
17. Идентификация органических веществ.
18. Распознавание пластмасс.
19. Распознавание волокон.
20. Крашение тканей.

Рабочая программа учебного предмета «Химия» на углубленном уровне среднего общего образования

Количество часов, отводимых на данную тему		Тема урока	Основное содержание по темам	Характеристика основных видов деятельности ученика (на уровне учебных действий)
105ч	140ч			
ТЕМА 1. ПОВТОРЕНИЕ И УГЛУБЛЕНИЕ ЗНАНИЙ (17/20)				
1	1	Атомы, молекулы, вещества	Атомно-молекулярное учение. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Качественный и количественный состав вещества. Молярная и относительная молекулярная массы вещества. Молярная доля и массовая доля элемента в веществе. Демонстрации. Образцы веществ молекулярного и немолекулярного строения. Возгонка иода.	Объяснять положения атомно-молекулярного учения. Оперировать понятиями «химический элемент», «атом», «молекула», «вещество», «физическое тело». Объяснять значение химической формулы вещества как выражение качественного и количественного состава вещества. Рассчитывать массовые и молярные доли элементов в химическом соединении. Определять формулы соединений по известным массовым, молярным долям элементов. Наблюдать демонстрируемые и описывать опыты с помощью родного языка и языка химии.

Методические пособия к учебникам по химии авторского коллектива МГУ

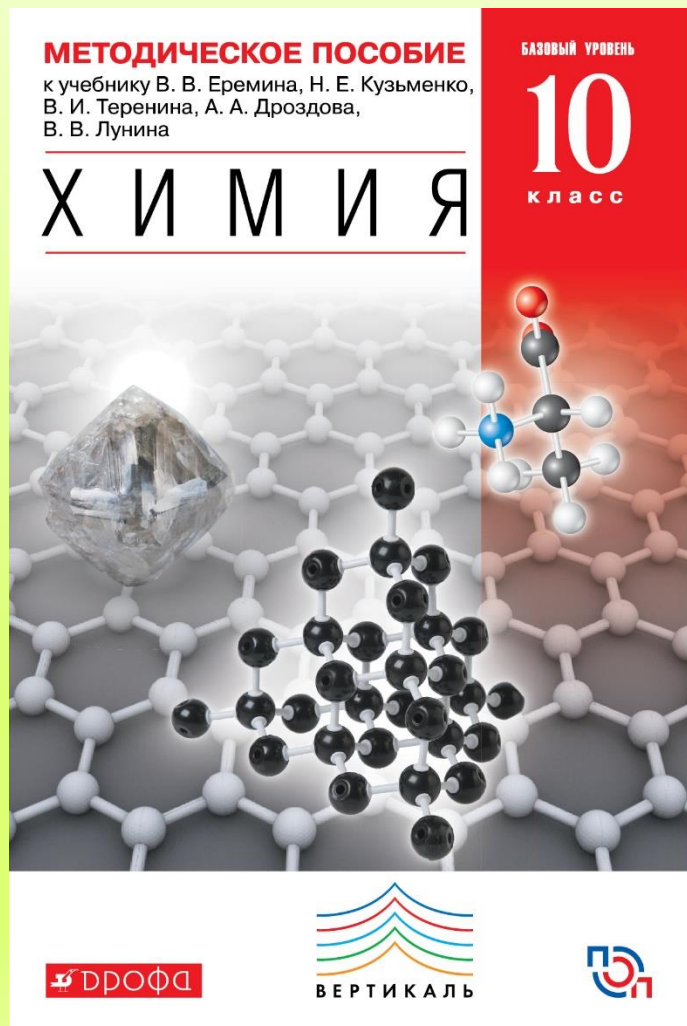
(издательство «Дрофа»)

**В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко,
В.И. Теренин, А.А. Дроздов,
В.В. Лунин**

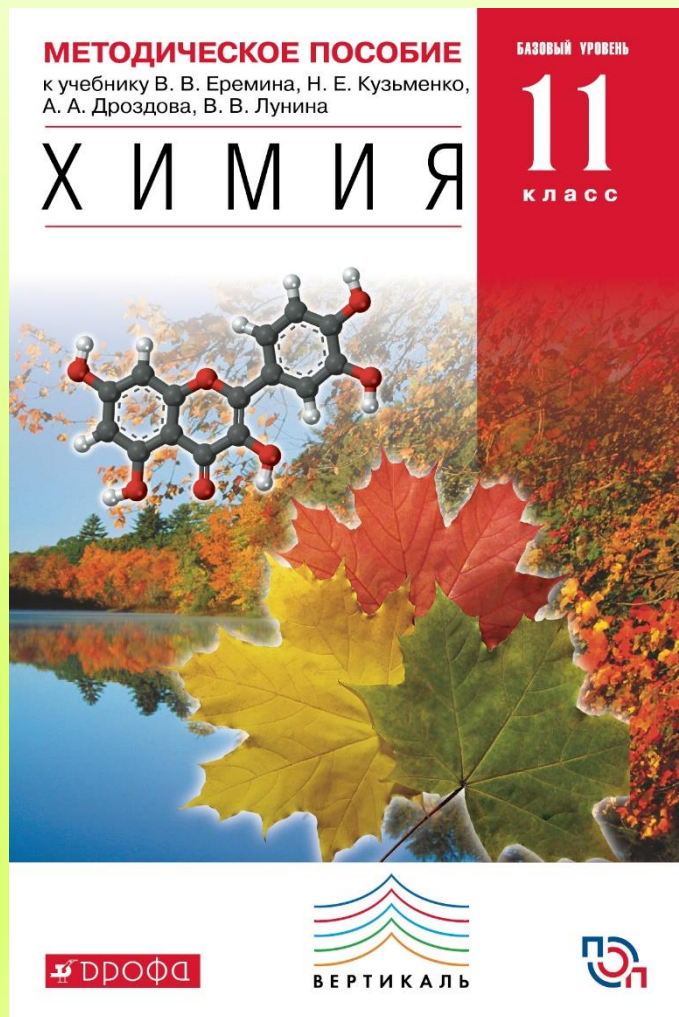
УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Методические пособия

- ❑ **Еремин, В.В.** Методическое пособие к учебнику В.В. Еремина, Н.Е. Кузьменко, В.И. Теренина и др. «Химия. Базовый уровень». 10 класс / В.В. Еремин, В.И. Махонина, О.Ю. Симонова, И.В. Еремина, А.А. Дроздов, Э.Ю. Керимов. — М.: Дрофа, 2018. — 123, [5] с.
- ❑ **Еремин, В.В.** Методическое пособие к учебнику В.В. Еремина, Н.Е. Кузьменко, А.А. Дроздова и др. «Химия. Базовый уровень». 11 класс / В.В. Еремин, В.И. Махонина, О.Ю. Симонова, И.В. Еремина, А.А. Дроздов, Э.Ю. Керимов. — М.: Дрофа, 2018. — 125, [3] с.

УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Методические пособия



УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Методические пособия



УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Методические пособия

- ❑ **Еремин, В.В.** Методическое пособие к учебнику В.В. Еремина, Н.Е. Кузьменко, А.А. Дроздова и др. «Химия». 8 класс / В.В. Еремин, А.А. Дроздов, Э.Ю. Керимов. — М.: Дрофа, 2018.
- ❑ **Еремин, В.В.** Методическое пособие к учебнику В.В. Еремина, Н.Е. Кузьменко, А.А. Дроздова и др. «Химия». 9 класс / В.В. Еремин, А.А. Дроздов, Э.Ю. Керимов. — М.: Дрофа, 2018.

УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Методические пособия

- ❑ **Еремин, В.В.** Методическое пособие к учебнику В.В. Еремина, Н.Е. Кузьменко, В.И. Теренина и др. «Химия. Углубленный уровень». 10 класс / В.В. Еремин, В.И. Махонина, О.Ю. Симонова, И.В. Еремина, А.А. Дроздов, Э.Ю. Керимов. — М.: Дрофа, 2018.
- ❑ **Еремин, В.В.** Методическое пособие к учебнику В.В. Еремина, Н.Е. Кузьменко, А.А. Дроздова и др. «Химия. Углубленный уровень». 11 класс / В.В. Еремин, Н.В. Волкова, Н.В. Фирстова, И.В. Еремина, А.А. Дроздов, Э. Ю. Керимов. — М.: Дрофа, 2018.

УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Методические пособия

Методические пособия включают

- технологические карты по темам;
- методические рекомендации к урокам с вариантами контрольных и кратких проверочных работ;
- методические рекомендации по организации дискуссий;
- методические рекомендации по организации исследовательской и проектной деятельности.

Методическое пособие к учебнику «Химия 11 класс. Углубленный уровень»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ ПО ОСНОВНЫМ ТЕМАМ КУРСА



Таблица 1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ТЕМЫ 1. «НЕМЕТАЛЛЫ»

+

1. ТЕМА 1. «НЕМЕТАЛЛЫ»

На изучение раздела отводится: 31 час (трехчасовая программа); 42 часа (четырёхчасовая программа); 50 часов (пятичасовая программа); 58 часов (шестичасовая программа)

Основное содержание раздела

Классификация неорганических веществ. Элементы металлы и неметаллы и их положение в Периодической системе.
Благородные (инертные) газы. Общая ха Особенности химических свойств. Применение б Водород. Получение, физические и хими восстановление оксидов и солей). Гидриды. Топл Галогены. Общая характеристика элемент простых веществ. Закономерности изменения с положением в периодической таблице. Галоген свойства. Галогеноводороды, галогеноводородн растворов галогенидов. Хлор — получение в неметаллами. Взаимодействие хлора с водои взаимодействия хлора с водородом. Обеззаражи хлора. Кислородные соединения хлора. Гипохл Хлороводород — получение, кислотные и во Качественные реакции на галогенид-ионы.
Физические свойства простых веществ. Осо на иод. Применение галогенов и их важнейших со Элементы подгруппы кислорода. Общая Физические свойства простых веществ.
Озон как аллотропная модификация кислор негативная роль озона в окружающей среде. Сра Вода и перексид водорода как водородны водорода как окислитель и восстановитель. Перок

II. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Личностные	Метапредметные	Предметные
<p>У выпускников будет сформировано:</p> <p>1) в сфере <u>отношений</u> обучающихся к себе, к своему здоровью, к познанию себя;</p> <p>— + принятие и реализацию ценностей здорового и безопасного образа жизни;</p> <p>2) в сфере <u>отношений</u> обучающихся к окружающему миру, к живой природе, художественной культуре;</p> <p>— + мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимость науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;</p> <p>— + готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни;</p> <p>— + экологическая культура, бережное отношение к родной земле, природным богатствам России и мира, нетерпимого отношения к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта: эколого-направленной деятельности;</p> <p>3) в сфере <u>отношений</u> обучающихся к труду, в сфере социально-экономических отношений.</p>	<p>ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ УУД</p> <p>Выпускник научится:</p> <p>— критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций;</p> <p>— распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;</p> <p>— осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;</p> <p>— искать и находить обобщенные способы решения задач;</p> <p>— приводить критические аргументы как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений другого;</p> <p>— анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;</p> <p>— выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия;</p> <p>РЕГУЛЯТИВНЫЕ УУД</p> <p>Выпускник научится:</p> <p>— самостоятельно определять цели, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;</p> <p>— оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы;</p>	<p>Выпускник на углубленном уровне научится:</p> <p>— раскрывать на примерах роль химии в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека, взаимосвязь между химией и другими естественными науками;</p> <p>— анализировать состав, строение и свойства веществ, применяя положения основных химических теорий: строения атома, химической связи, электролитической диссоциации кислот, оснований и солей, а также устанавливать причинно-следственные связи между свойствами вещества и его составом и строением;</p> <p>— составлять молекулярные и структурные формулы неорганических веществ как носителей информации о строении вещества, его свойствах и принадлежности к определённому классу соединений;</p> <p>— характеризовать физические свойства неорганических веществ и устанавливать зависимость физических свойств веществ от типа кристаллической решётки;</p> <p>— характеризовать закономерности в изменении химических свойств простых веществ, водородных соединений, высших оксидов и гидроксидов;</p> <p>— приводить примеры химических реакций;</p>

Методическое пособие к учебнику «Химия 10 класс. Базовый уровень»

Описание каждого урока включает подразделы:

- номер и тема урока;
- характеристика основных видов деятельности ученика;
- основное содержание урока;
- демонстрации (если предусмотрены программой);
- лабораторный опыт (если предусмотрен программой);
- методические рекомендации по проведению урока;
- домашнее задание.

Методическое пособие к учебнику «Химия 10 класс. Базовый уровень»

В разделе «Методические рекомендации по проведению урока» представлены

- особенности изложения содержания урока или особенности проведения практической работы,
- приводятся ссылки на задания после параграфа и/или дополнительные задания для закрепления учебного материала на уроке,
- указывается место демонстраций, демонстрационных и лабораторных опытов в ходе проведения урока,
- даются рекомендации по оформлению отчетов по практическим работам.

Методическое пособие к учебнику «Химия 10 класс. Базовый уровень»

В разделе «Методические рекомендации по проведению урока» для уроков, выделенных для проведения контрольных работ, приведены образцы контрольных работ.

Каждый образец контрольной работы включает два варианта. Все варианты контрольных работ даны с ответами, некоторые — с указанием к их решению.

В разделе «Домашнее задание» указан теоретический материал (материал параграфа или части параграфа), вопросы и задания после параграфа, а также дополнительные задания, приведенные в самом пособии.

Методическое пособие к учебнику «Химия 10 класс. Базовый уровень»

Урок 1/2. Предмет и значение органической химии

Характеристика основных видов деятельности ученика

В ходе урока учащиеся должны:

- демонстрировать на примерах взаимосвязь между химией и другими естественными науками;
- различать предметы изучения органической и неорганической химии;
- сравнивать органические и неорганические соединения;

Сравнительная характеристика неорганических и органических реакций

Признаки сравнения	Неорганические реакции	Органические реакции
Преимущественно участвуют частицы		
Скорость протекания реакций		
Выход продукта		
Способы записи реакций		
Используются формулы		
Указываются условия протекания		

проводить демонстрируемые опыты и материально оформлять их с помощью родного языка и языка химии.

Основное содержание урока

Появление и развитие органической химии как науки. Предмет и значение органической химии. Место и значение органической химии в системе естественных наук. Причины многообразия органических веществ. Углеродный скелет органической молекулы. Кратность химической связи. Особенность химических реакций органических соединений.

Демонстрации. 1. Разложение сахара. 2. Коллекция органических веществ и материалов.

Методические рекомендации по проведению урока

В начале урока учитель сообщает о переходе к изучению нового курса химии, первые представления о котором учащиеся

Типы реакции	Соединение Разложение Замещение Обмен	Присоединение Отщепление Замещение

Последнюю строку таблицы 6 учащиеся заполняют вместе с учителем.

В заключение урока подчеркивается прикладное значение и основная задача современной органической химии. Необходимо отметить роль и ответственность людей за последствия применения органических веществ, подчеркнуть, что «положительное или отрицательное значение органической химии определяется не самой наукой, а людьми...».

Домашнее задание: § 1; вопросы и задания № 1—10.

Методическое пособие к учебнику «Химия 10 класс. Базовый уровень»

Реакцию полимеризации диеновых углеводородов целесообразно начать с актуализации знаний о реакции полимеризации алкенов.

1. Напишите схему реакции полимеризации бутена-2. На данном примере объясните понятия «мономер», «полимер», «элементарное звено», «степень полимеризации».

2. Что общего и в чем различие между молекулой мономера и элементарным звеном образуемого им полимера?

3. Могут ли вступать в реакцию полимеризации предельные углеводороды? Почему?

4. Могут ли вступать в реакцию диеновые углеводороды?

Примерный образец контрольной работы № 1

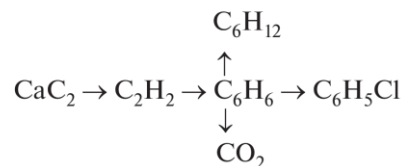
ВАРИАНТ 1

Ответом на задания 1—9 является цифра, которая соответствует номеру правильного ответа.

1. Общая формула алкенов

- 1) C_nH_{2n-6} 2) C_nH_{2n-2} 3) C_nH_{2n} 4) C_nH_{2n+2}

11. Составьте уравнения реакций, соответствующие указанной схеме превращений, указав условия протекания реакций.

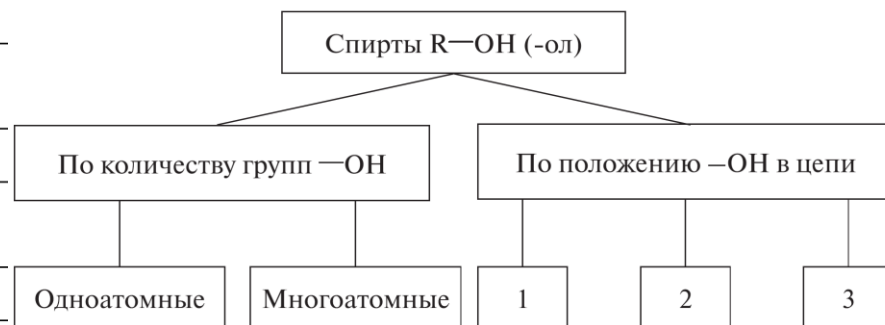


12. Решите задачу. При сжигании 21,0 г органического вещества выделилось 33,6 л (н. в.) углекислого газа и 27 г воды. Плот-

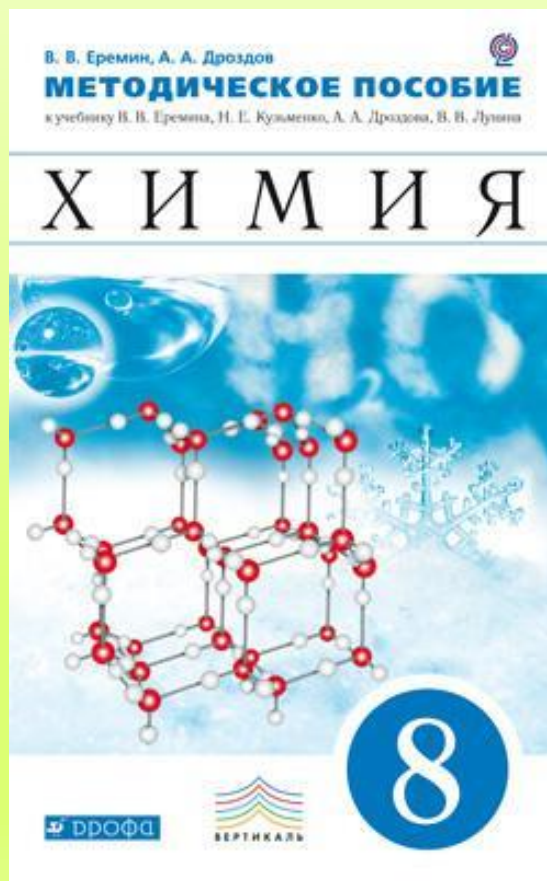
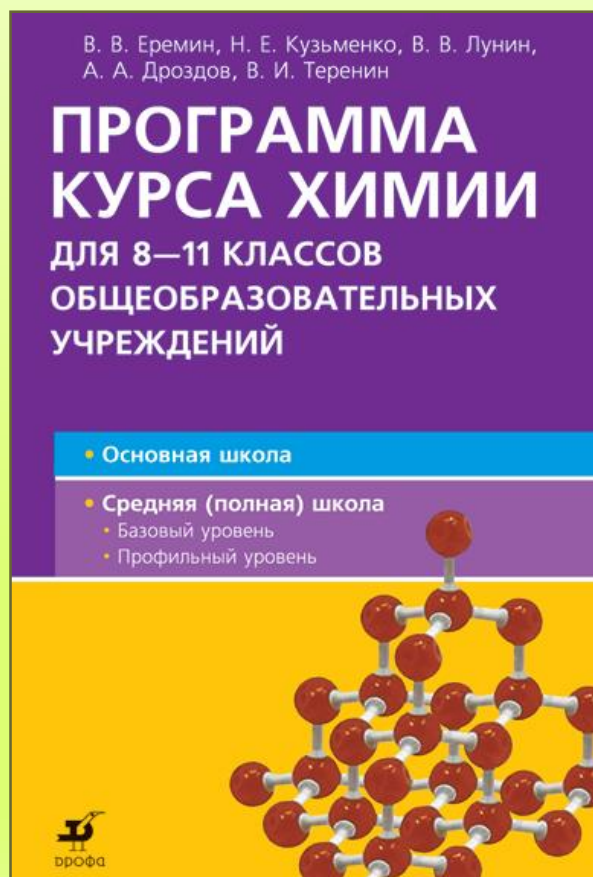
Химические свойства и применение бензола и толуола

Реакции	Тип реакций	Название реакции	Условие проведения	Уравнение реакции	Применение
Бензол					
С сохранением ароматической системы	Замещение	Галогенирование			
		Нитрование			
		Алкилирование			
С разрушением ароматической системы	Присоединение	Гидрирование			
		Хлорирование			

Классификация спиртов по атомности и положению гидроксильной группы в цепи



УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Методические материалы



**Рабочие тетради
к учебникам по химии
авторского коллектива
МГУ
(издательство «Дрофа»)**

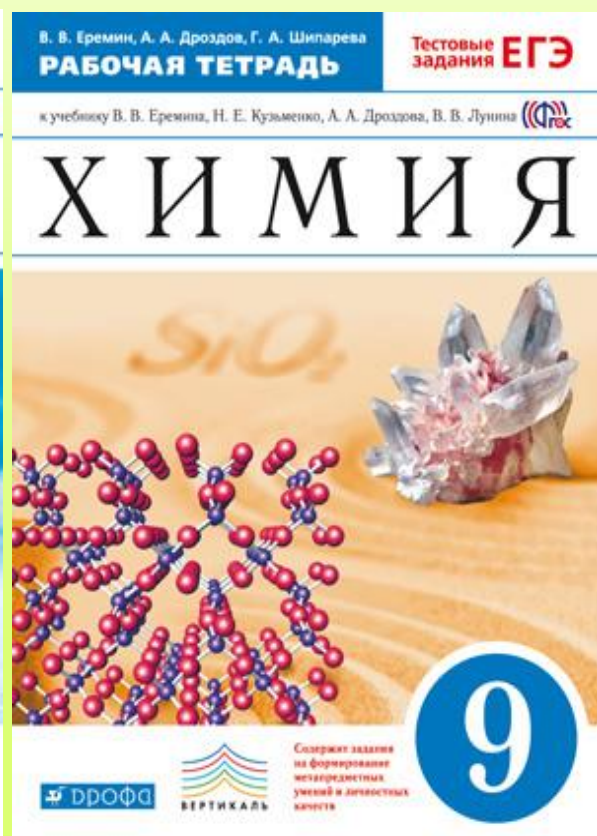
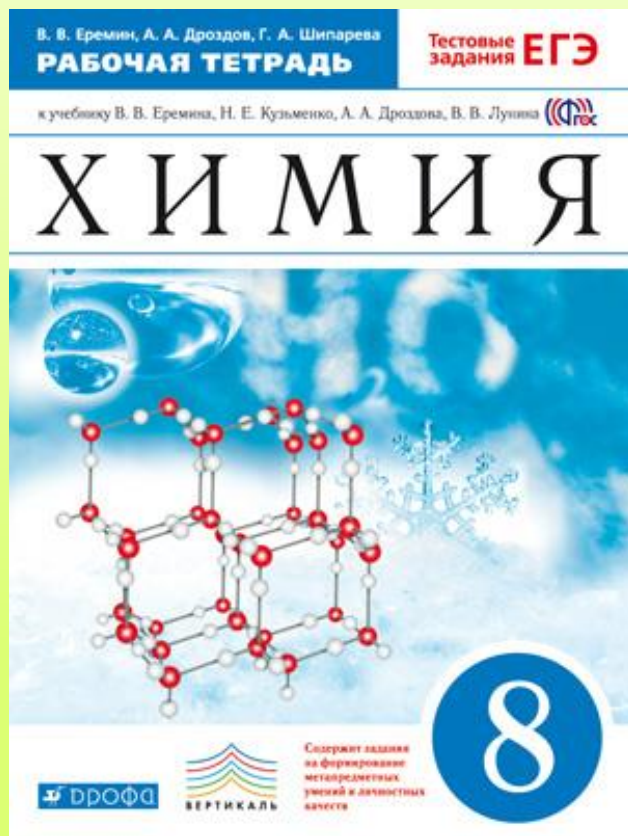
**В.В. Еремин, Н.Е. Кузьменко,
В.И. Теренин, А.А. Дроздов,
В.В. Лунин**

УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): Учебные пособия

■ Рабочие тетради

- 8 класс, 9 класс и 10 класс (базовый) есть на электронном и бумажном носителях
- 11 класс (базовый) есть только на электронном носителе и размещен на сайте «Литрес»

УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»): рабочие тетради



Рабочая тетрадь 10 класс: Базовый уровень

Окончание табл. 1

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА (С ОШИБКОЙ)	НОМЕР АТОМА УГЛЕРОДА, К КОТОРОМУ ОТНОСИТСЯ ОШИБКА	ПРАВИЛЬНАЯ СТРУКТУРНАЯ ФОРМУЛА
$\overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{CH}}=\overset{3}{\text{C}}-\overset{4}{\text{CH}_3}$		
$\overset{1}{\text{CH}_3}-\overset{2}{\text{CH}_2}-\overset{3}{\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}}-\overset{4}{\text{CH}_2}-\overset{5}{\text{CH}_3}$		

Дополнительный материал

Классификация реакций с участием органических соединений по направлению и конечному продукту

1. Реакция замещения. Под замещением понимают замену атома или группы атомов на другой атом или группу атомов. В результате реакции замещения образуется два продукта.

Общая схема: $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{A} - \text{B} + \text{B}$

Примеры: 1) $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$;
2) $\text{CH}_3\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{NaCl}$.

2. Реакция присоединения. Реакции, в результате которых несколько реагирующих молекул соединяются в одну, называют реакциями присоединения. В результате реакции присоединения двойные связи превращаются в одинарные, тройные — в двойные или одинарные.

Общая схема: $\text{—C=C—} + \text{A—A} \rightarrow \text{A—C—C—A}$

Примеры: 1) $\text{H}_2\text{C=CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{C—CH}_2$
 Cl Cl
2) $\text{H—C}\equiv\text{C—H} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{C—CH}_3$

3. Реакция элиминирования, или отщепления. Реакции, в результате которой от молекулы органического вещества отщепляется молекула неорганического соединения.

Общая схема: $\text{A—C—C—B} \rightarrow \text{—C=C—} + \text{A—B}$

Примеры: 1) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{t > 150^\circ\text{C}, \text{H}_2\text{SO}_4} \text{H}_2\text{C=CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$

2) $\text{H}_3\text{C—CH}_3 \xrightarrow{\text{Pt, t}} \text{H}_2\text{C=CH}_2 + \text{H}_2$

ЗАДАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

1. Установите соответствие.

Тип реакции

- А) присоединение
В) замещение
В) отщепление

Схема реакции

1) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \rightarrow$

Ответ.

_____ А

2. Установите что его мод

3. На марке Вёлеру (18 вещества и

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

1. Установите соответствие.

Формула вещества

- А) CH_3-OH
Б) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{H}$
В) $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$
Г) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$

Класс органических веществ

- 1) амины
2) кетоны
3) альдегиды
4) карбоновые кислоты
5) алканы
6) спирты

Ответ.

А	Б	В	Г

2. Приведены формулы веществ:

- а) $\text{HC}\equiv\text{C—CH}_3$ в) $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})\text{OH}$ д) CH_3-NH_2
б) $\text{CH}_3-\text{O—CH}_3$ г) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ е) CH_4

© ИЮПАК (IUPAC — International Union of Pure and Applied Chemistry) — Международный союз теоретической и прикладной химии.

Укажите формулы веществ, имеющих функциональные группы:

Укажите формулы гомологов:

Дополнительный материал

Правила составления названий органических веществ

Правила современной номенклатуры разработаны ИЮПАК.

- Выбирают главную цепь — самую длинную углеродную цепь, которая содержит функциональную группу или кратную (двойную или тройную) связь.
- Цепочку углеродных атомов нумеруют с того конца, к которому ближе расположена функциональная группа, кратная связь или заместитель.
- Название соединения формируется следующим образом:

Название = префикс + корень + суффикс

радикалы главная углеродная цепь кратные связи, функциональная группа

Корень — его название зависит от количества атомов углерода в цепи.

КОЛИЧЕСТВО АТОМОВ УГЛЕРОДА В ГЛАВНОЙ ЦЕПИ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Название корня	мет	эт	проп	бут	пент	гекс	гепт	окт	нон	дек

Суффикс указывает на определённый вид связи атомов углерода в соединении:

- только одинарные связи — **-ан-**;
- есть двойная связь — **-ен-**;
- есть тройная связь — **-ин-**.

Для составления названий используют локанты и множественные приставки.

Локанты — цифры или буквы, которые указывают положение заместителей и кратных связей. Они могут указываться перед префиксом или после суффикса.

Рабочая тетрадь 10 класс: Базовый уровень

ТЕМА 3

Кислород- и азотсодержащие органические соединения

§ 9 Спирты

Тренинг-минимум

1. Выберите ответ «Да» или «Нет» для каждого утверждения о спиртах.

ОСОБЕННОСТИ СПИРТОВ	ОТВЕТ
Спирты — производные углеводов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильную группу	Да / Нет
Спирты, в составе которых содержится одна гидроксильная группа, называют первичными	Да / Нет
Спирты подразделяют на первичные, вторичные, третичные и четвертичные	Да / Нет
$C_nH_{2n+1}OH$ — общая формула предельных одноатомных спиртов	Да / Нет

2. Установите соответствие между формулой и типом спирта.

Формула спирта	Тип спирта
А) $CH_3-CH_2-CH-OH$	1) первичный
Б) $CH_3-CH_2-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{C}}-OH$	2) вторичный
В) $C_2H_5-CH_2-OH$	3) третичный
Г) $HO-CH_2-CH_2-CH=CH_2$	

56

В соответствии с уравнением реакции 1 моль CO_2 . Составим пропорцию и найдём x :

$$\frac{0,15}{1} = \frac{0,9}{x};$$

$$x =$$

В соответствии с уравнением реакции 0,5y моль H_2O . Составим пропорцию и найдем y :

$$\frac{0,15}{1} = \frac{1,05}{0,5y};$$

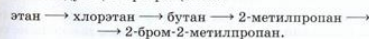
$$y =$$

Таким образом, формула углеводорода: ОТВЕТ.

ЗАДАНИЯ ПОВЫШЕННОЙ СЛОЖНОСТИ

1. Массовая доля углерода в углеводороде равна 83,72%. Определите формулу углеводорода, если плотность его паров по водороду равна 43.

2. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



31

Ответ.

А	Б	В	Г

3. Установите соответствие между названием спирта и его формулой.

Название

- А) 2-метилпропанол-2
Б) этанол
В) этандиол-1,2
Г) 2,4,4-триметилпентанол-2

Формула

- 1) $CH_3-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{C}}-C_2H_5$
2) $HO-CH_2-CH_2-OH$
3) $CH_3-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{C}}-CH_3$
4) CH_3-CH_2-OH
5) $CH_3-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{C}}-CH_2-\underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{C}}-CH_2-CH_3$
6) $CH_3-\underset{\text{OH}}{\underset{|}{C}}-CH_2-\underset{\text{CH}_3}{\underset{|}{C}}-CH_3$

Ответ.

А	Б	В	Г

4. Число изомерных спиртов, отвечающих формуле $C_4H_{10}O$, равно четырём. Напишите структурные формулы всех изомеров. Дайте названия всех веществ.

57

5. Вместо x и y в формуле соединения запишем найденные значения $C_{...}H_{...}$.

ОТВЕТ.

3. Алгоритм решения задач на вывод химической формулы органического вещества по продуктам сгорания

Задача. При сжигании 12,9 г углеводорода с плотностью паров по гелию 21,5 образовалось 20,16 л оксида углерода (IV) и 18,9 г воды. Напишите молекулярную формулу сожжённого вещества.

ДАНО.	РЕШЕНИЕ.
$m(C_2H_6) = 12,9 \text{ г}$ $D_{He}(C_2H_6) = 21,5$ $V(CO_2) = 20,16 \text{ л}$ $M(H_2O) = 18,9 \text{ г}$ $C_xH_y - ?$	Вычислим значения количества вещества продуктов реакции и исходного углеводорода: $\nu(CO_2) = V : V_m = 20,16 \text{ л} : 22,4 \text{ л/моль} =$ $C_xH_y - ?$

$$\nu(H_2O) = m : M =$$

Для вычисления количества вещества C_xH_y необходимо значение его молярной массы. Молярная масса численно равна относительной молекулярной массе. Относительную молекулярную массу углеводорода можно найти по значению относительной плотности по гелию. Относительная плотность одного газа по другому вычисляется как отношение их относительных молекулярных масс:

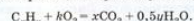
$$D_{He}(C_2H_6) = M_r(C_2H_6) : M_r(He),$$

$$M_r(C_2H_6) =$$

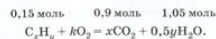
Теперь находим количество вещества углеводорода:

$$\nu(C_2H_6) = m : M =$$

Составим уравнение реакции горения углеводорода:



При этом стехиометрический коэффициент (он обозначен k) при O_2 не важен, он не используется в дальнейших расчётах. Над формулами в уравнении реакции запишем найденные значения количества вещества:



30

Рабочая тетрадь 10 класс:

Базовый уровень

Готовимся к контрольной работе по теме

«Кислород- и азотсодержащие органические соединения»

ЧАСТЬ А

В каждом из заданий А1—А18 даны четыре варианта ответа, из которых только один правильный. Номер правильного ответа обведите кружком.

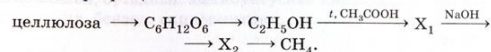
- А1.** Соединение, в молекуле которого нет функциональной группы, это —
 а) этаналь б) уксусная кислота в) метиламин г) ацетилен
- А2.** Гомологами являются
 а) масляная и бензойная кислота б) глюкоза и фруктоза в) метиламин и этиламин г) глицин и серин
- А3.** Изомерами являются
 а) валериановая кислота и бутилформат б) пропанол и пропанон в) глицин и аланин г) глюкоза и сахароза
- А4.** Бесцветное кристаллическое легкоплавкое вещество с характерным запахом — это характеристика
 а) сахарозы б) анилина в) фенола г) этанола
- А5.** Предельные одноатомные спирты не реагируют
 а) с кислотами б) со щелочными металлами в) с оксидом меди (II) г) с щелочами
- А6.** Этаналь реагирует с каждым из двух веществ:
 а) натрием и аммиачным раствором оксида серебра б) водородом и гидроксидом меди (II) в) кислородом и аммиаком г) бромной водой и раствором меди (II)
- А7.** Формулы кислот
 а) CH_3CC б) HCOO

ЧАСТЬ С

В задании С1 необходимо составить уравнения реакций, отражающих взаимосвязь между веществами.

Задание С2 — расчётная задача, для которой необходимо привести подробное решение.
 Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- С1.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения по схеме:



- А8.** Верны ли следующие утверждения о свойствах фенола?

- А. Фенол при комнатной температуре представляет собой жидкость.
 Б. Фенол имеет более выраженные кислотные свойства, чем этанол.
 а) верно только А б) верно только Б в) верны оба утверждения г) оба утверждения неверны

- А9.** Верны ли утверждения об аланине?

- А. Аланин — жидкость.
 Б. Аланин — амфотерное органическое вещество.
 а) верно только А б) верно только Б в) верны оба утверждения г) оба утверждения неверны

- А10.** Бифункциональными являются оба вещества группы:

- а) глицерин, сахароза б) глюкоза, глицин в) глицин, этиленгликоль г) фруктоза, этиленгликоль

- А11.** Реакция, схема которой $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}$, происходит под действием

- а) NaNO_3 б) NaCl в) NaOH г) NaHCO_3

- А12.** Реакция с аммиачным раствором оксида серебра характерна для каждого из двух веществ:

- а) глюкозы и муравьиной кислоты б) ацетона и формальдегида в) сахарозы и ацетальдегида г) этилена и уксусной кислоты

- А13.** Формулы веществ X и Y в синтезе, протекающем по схеме:



- а) $\text{X} - \text{CO}_2$, $\text{Y} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 б) $\text{X} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{Y} - \text{CH}_3\text{COOH}$
 в) $\text{X} - \text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$, $\text{Y} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
 г) $\text{X} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, $\text{Y} - \text{CH}_3\text{CCl}_2\text{H}$

вещества X в синтезе глицина:



- б) C_2H_4 в) ClCH_2COOH г) CH_3COONa

- А15.** Сколько молекул воды образуется при взаимодействии четырёх молекул аминокислот?

- а) пять б) четыре в) три г) две

- А16.** Денатурацию белка может (могут) вызвать

- а) нагревание б) соли тяжёлых металлов в) изменение кислотности среды г) все предыдущие ответы верны

- А17.** Укажите ряд, в котором все вещества ядовиты.

- а) метанол, глюкоза, глицин б) гликоген, фенилаланин, казеин в) бензойная кислота, молочная кислота, олеиновая кислота г) метанол, фенол, формальдегид

- А18.** Укажите вещество, которое не используют для приготовления пищи.

- а) уксусная кислота б) олеиновая кислота в) сахароза г) целлюлоза

ЧАСТЬ В

При выполнении заданий В1—В3 выберите правильные ответы и обведите их номера. Цифры выбранных ответов запишите в указанном месте.

- В1.** Установите соответствие между общей формулой гомологического ряда и названием вещества, которое принадлежит этому ряду.

Общая формула ряда

- А) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$
 Б) $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}_2$
 В) $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$
 Г) $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}\text{O}$

Название вещества

- 1) стеариновая кислота
 2) 2-метилфенол
 3) 2-метилпропанол-2
 4) глицерин
 5) пропандиол-1,3
 6) этаналь

Ответ.

А	Б	В	Г

УМК по химии авторского коллектива МГУ (издательство «Дрофа»)

<https://drofa-ventana.ru/kompleks/umk-liniya-umk-v-v-lunina-himiya-8-9/>

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://drofa-ventana.ru/kompleks/umk-liniya-umk-v-v-lunina-himiya-8-9/>. The page has a sidebar on the left with icons and labels for various subjects: Информатика, Искусство, История России, Итальянский язык, Китайский язык, Литература, Литературное чтение, Математика, Музыка, Немецкий язык, ОБЖ, Обществознание, Окружающий мир, ОРКСЭ, ОДНК, Право, and Русский язык. The main content area has three tabs: Описание УМК (selected), Методическая помощь, and Компоненты УМК. Under the 'Описание УМК' tab, there are three sections: Учебник, Методическое пособие, and Рабочая тетрадь. Each section displays two items for 8th and 9th grades. The 'Учебник' section shows 'Химия. 8 кл. Учебник. ВЕРТИКАЛЬ' and 'Химия. 9 кл. Учебник. ВЕРТИКАЛЬ'. The 'Методическое пособие' section shows 'Химия. 8 класс. Методическое пособие' and 'Химия. 9 класс. Методическое пособие'. The 'Рабочая тетрадь' section shows 'Химия. 8 класс. Рабочая тетрадь' and 'Химия. 9 класс. Рабочая тетрадь'. At the bottom of the main content area, there is a section for 'Электронная книга PDF'. A dark red button with a speech bubble icon and the text 'Нужна помощь?' is located in the bottom right corner of the page.

Химический факультет МГУ

Авторы будут очень признательны за замечания и пожелания по содержанию учебников, учебных и методических пособий.

Информацию можно отправлять по электронной почте:

chemistry-textbook-Eremin@yandex.ru

Химический факультет МГУ

Еремин Вадим Владимирович

vv_er@mail.ru

vadim@educ.chem.msu.ru


Дроздов Андрей Анатольевич




camertus@mail.ru

drozdov@inorg.chem.msu.ru




Сайт: www.chem.msu.ru

Издательство «Дрофа»: Приобретение литературы

 О НАС КАТАЛОГ НОВИНКИ ВЕБИНАРЫ **ГДЕ КУПИТЬ** ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН ИКС



>> Класс >> Предмет >> Серия

Личный кабинет
Логин Пароль ✓
   >> [Забыли пароль?](#) [Регистрация](#)

Где купить

Купить с доставкой (интернет-магазины) [Купить в крупных торговых сетях](#) [Купить в регионах](#) [Купить в электронном виде](#)

Интернет-магазин издательства «ДРОФА»:

- Shop.drofa.ru как купить книги через интернет-магазин

Другие интернет-магазины:

- Интернет-магазин «OZON.ru»
- Интернет-магазин «Лабиринт»
- Интернет-магазин «My-shop.ru»
- Интернет-магазин «Umlit.ru»
- Интернет-магазин «Умник и К»
- Сеть книжных магазинов «Читай-город»
- Интернет-магазин торгового дома «Библио-Глобус»
- Интернет-магазин «РОСЛИТ»
- Интернет-магазин «Буквоед»
- Интернет-магазин «Metodlit.ru»

См. также: [интернет-магазины в регионах России](#)

Вниманию книготорговых организаций! Если вы считаете, что информация по вашей организации должна быть размещена