

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ П.П. СЕМЕНОВА-ТЯН-ШАНСКОГО»  
(ЛГПУ имени П.П. Семенова-Тян-Шанского)**

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
«ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ»**

Липецк – 2026



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат:00d3d17879261d7a912242d248a35528db  
Владелец: Федина Нина Владимировна  
Действителен: с 11.02.2025 по 07.05.2026

## 1. Пояснительная записка

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования и предназначена для подготовки к вступительному испытанию по химии. Вступительное испытание проводится в виде тестового письменного экзамена на русском языке.

Вступительное испытание проводится в виде: тестового письменного экзамена.

### *Формы проведения вступительных испытаний*

Письменный экзамен проводится в виде тестирования. Для определения качества знаний, используются тестовые задания закрытого типа (предлагается выбрать правильный ответ из нескольких возможных) и задания с развернутым ответом. Разноуровневая вступительная работа по химии составлена с учетом принципов вариативности и дифференцированного подхода к обучению и контролю знаний, умений и навыков абитуриентов. Задания первого и второго уровня сложности соответствуют федеральному государственному стандарту по химии.

### *Критерии оценки знаний поступающих*

Вступительное испытание по химии включает три блока заданий, различающиеся по числу, их содержанию и степени сложности.

Блок А (часть 1) состоит из 16 заданий (задания № 1 - № 16,) – задания с выбором одного из четырех предложенных вариантов ответа. Оценивается каждое задание в 2 балла.

Блок В (часть 2) состоит из 11 заданий (задания № 17 - № 27), на которые нужно дать ответ в виде числа, последовательности цифр или задания на соответствие. Оценивается каждое задание в 4 балла.

Блок С (часть 3) содержит наиболее сложные задания по общей, неорганической и органической химии, которые требуют полного развернутого ответа и состоит из 3 заданий: 2 –х расчетных задач, цепочки превращений – написания реакций на химические свойства веществ.

Данная работа оценивается в 100 баллов. Задания части А оцениваются в 2 балл (всего 32 балла).

Задания части В - в 4 балла, всего в части В можно получить 44 балла и задания части С (балла) – 28, 29 – 7 балл; 30 – 10 балла.

При оценивании ответа в части С оценивается не только правильность выполнения задания (максимальный балл), но и отдельные этапы и элементы.

При решении задачи оцениваются следующие шаги:

- 1) написание уравнений реакций – 2 балла;
- 2) расчет количества веществ и расчет массы веществ – 1 балл;
- 3) определение массы раствора – 2 балл;
- 4) определение массовой доли – 2 балл.

Итого –7 баллов.

При выполнении цепочки превращений каждое уравнение химической реакции оценивается в 2 балл - (10 баллов).

Итого 10 баллов.

Продолжительность выполнения теста – 180 минут.

Максимальный балл – 100 баллов.

Минимальный балл – 39 баллов.

## II. Содержание программы

№ пп	Название тем (разделов)	Обязательный минимум содержания программы
1.	<b>Общая химия. Важнейшие классы неорганических соединений</b>	Понятие о молекуле, атоме, химическом элементе. Относительные атомные и молекулярные массы. Количество вещества. Моль. Закон и число Авогадро. Молярная масса, молярный объем. Закон постоянства состава. Химические формулы и расчеты по ним. Расчеты по химическим уравнениям.
		Строение атома. Модели атома Резерфорда и Бора. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц. Изотопы. Аллотропия. Понятие о

		<p>радиоактивности. Ядерные реакции. Атомные орбитали и принципы их заполнения. Электронные формулы атомов и ионов.</p> <p>Основные типы химической связи. Ковалентная связь (полярная и неполярная). Два механизма образования ковалентной связи. Полярность связи и полярность молекул. Пространственное строение молекул. Механизм образования ионной связи. Металлическая связь. Виды межмолекулярного взаимодействия, водородная связь. Тип связи и положение элемента в периодической системе. Агрегатные состояния веществ. Атомные, ионные, молекулярные и металлические кристаллические решетки. Свойства веществ с различным типом решеток.</p> <p>Скорость химических реакций в гетерогенной и гомогенной системах. Факторы, влияющие на скорость гомогенной реакции. Закон действия масс. Энергия активации. Гомогенный и гетерогенный катализ. Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие. Константа химического равновесия. Факторы, влияющие на смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье. Тепловой эффект химической реакции. Экзотермические и эндотермические реакции. Закон Гесса.</p> <p>Оксиды, основания, кислоты, соли. Определение. Классификация. Способы их получения и химические свойства. Генетическая связь между классами неорганических соединений. Таблица растворимости кислот, оснований и солей в воде. Представители кислот: серная, соляная и азотная. Понятие о качественных реакциях. Индикаторы. Изменение окраски индикаторов. Амфотерность.</p> <p>Вода и ее свойства. Амфотерность воды. Растворы. Классификация растворов. Идеальные и реальные растворы. Растворимость. Процессы, протекающие при растворении. Растворение и кристаллизация как обратимый процесс. Насыщенные, перенасыщенные и ненасыщенные растворы. Тепловые эффекты растворения. Концентрация растворов и способы ее выражения. ТЭД. Основные положения ТЭД. Электролиты и неэлектролиты. Степень диссоциации. Константа диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Электролитическая диссоциация воды. Ионное произведение воды. Водородный показатель и реакция среды. Ионные уравнения реакций. Гидролиз солей.</p> <p>Классификация ОВР. Степень окисления элемента. Важнейшие окислители и восстановители. Процессы окисления и восстановления. Влияние среды на направление ОВР. Метод электронного баланса. Метод ионно-электронного баланса. Гальванический элемент. Ряд напряжения металлов. Электролиз растворов и расплавов электролитов.</p>
2.	<b>Неорганическая химия</b>	<p>Химия s-элементов</p> <p>Строение атома водорода и положение водорода в периодической системе элементов. Физические и химические свойства водорода. Диссоциация водорода в газовой фазе. Адсорбция молекулярного водорода. Способы получения водорода. Физиологическое действие водорода. Водородные соединения s- и p-металлов и неметаллов: гидриды металлов и элементиды водорода. Металлические (металлоподобные) гидриды. Их классификация, переменность состава, области гомогенности, природа химической связи, степени окисления водорода в них, причина высокой электро- и теплопроводности, высокая подвижность водорода, общие физические и химические свойства. Вода. Состав и электронное строение молекулы воды по методу ВС и МО. Ассоциация молекул воды. Структура воды в газообразном, жидком и твердом состоянии.</p>

Физические и химические свойства воды: термодинамическая и кинетическая устойчивость воды, двойственность окислительно-восстановительных свойств воды, вода как амфолит. Протолитические процессы с участием воды. Аномалии твердой и жидкой воды (плотность и ее зависимость от температуры, температуры плавления и кипения, теплоемкость) и их связь со строением и разрушением каркасных структур воды. Гидраты и кристаллогидраты неорганических веществ. Вода в природе. Роль воды в биологических процессах. Жесткая и мягкая вода. Проблема чистой воды. Способы очистки воды. Тяжелая вода, способы ее получения, свойства и применение. Физиологическое действие тяжелой воды. Общая характеристика элементов подгруппы. Причины особых свойств бериллия и магния. Бериллий и магний как простые вещества. Сравнение их физических и химических свойств. Сравнительная характеристика их важнейших физических и химических свойств. Роль бериллия в атомной и оборонной технике. Сравнительная характеристика характеристических соединений бериллия и магния: гидридов, галогенидов, оксидов, нитридов, гидроксидов, солей важнейших кислот: сульфатов, нитратов. Комплексообразование в химии бериллия и магния. Причины повышенной склонности бериллия к образованию комплексов. Строение аммин-, аква-, циано-, тиоциано-, гидроксо-, карбонато-, нитрато-комплексов бериллия. Сравнительная устойчивость комплексов бериллия и магния. Физиологическая роль соединений бериллия и магния. Понятие о строении хлорофилла. Щелочноземельные металлы как простые вещества. Их важнейшие физические и химические свойства, получение. Характеристические соединения щелочноземельных металлов: гидриды, галогениды, оксиды и гидроксиды, сульфиды, пниктогениды, карбиды щелочноземельных металлов, соли важнейших оксокислот (сульфаты, нитраты и нитриты, фосфаты, карбонаты). Их состав, строение, важнейшие физические и химические свойства, получение. Пероксиды магния и щелочноземельных металлов. Получение кристаллогидрата нитрата бериллия из растворов и безводного нитрата бериллия из безводных хлоридов. Жесткость воды и способы ее устранения. Физиологическая роль ионов кальция, стронция, бария. Физические и химические свойства, получение, применение щелочных металлов. Амальгамы щелочных металлов. Характеристические соединения: гидриды, безводные галогениды, оксиды, пероксиды, надпероксиды (супероксиды) озониды, сульфиды, нитриды, фосфиды, карбиды, силициды, соли оксокислот. Оксиды и гидроксиды щелочных металлов. Их строение, важнейшие физические и химические свойства, получение и применение. Галогениды и сульфиды щелочных металлов. Гидриды щелочных металлов. Оксосоли, образуемые щелочными металлами: карбонаты и гидрокарбонаты, нитраты и нитриты, фосфаты, сульфиты и сульфаты. Комплексные соединения, образуемые элементами подгруппы IA. Значение соединений щелочных металлов для живых организмов. Соотношение солей щелочных металлов в организме. Калий как один из основных элементов питания растений. Калийные удобрения.

Химия p-элементов

Элементы главной подгруппы VII группы Элемент фтор. Характеристика элемента. Фтор - простое вещество. Строение молекул фтора по МВС и ММО. Физические и химические свойства фтора. Реакция фтора с водородом как пример цепной разветвленной реакции. Продукты реакции фтора с водой как результат системы

последовательно-параллельных реакций. Способы получения фтора и меры безопасности при его получении. Соединения фтора. Фтороводород. Его строение по ВС и МО. Физические и химические свойства фтороводорода и его водного раствора: плавиковой кислоты. Состав продуктов самодиссоциации фтороводорода и его диссоциации в водной среде. Сопоставление констант равновесия процессов самодиссоциации HF и его диссоциации в водных растворах. Гидрофторид-ионы. Фториды. Зависимость типа связи и свойств фторидов от природы элемента, образующего фторид, и его степени окисления. Изменение типа связи, строения физических и химических свойств фторидов элементов в максимальной степени окисления вдоль по периодам. Физиологическое действие соединений фтора. Направления применения фтора и его соединений. Хлор. Характеристика элемента. Атомные частицы: атом, анион, катион. Простое вещество хлор: строение газа и жидкости, кристаллической формы и физические свойства. Объяснение различного влияния температуры на растворимость хлора и других галогенов в воде. Химические свойства хлора. Объяснение более высокой прочности связи Cl-Cl по сравнению со связью F-F. Хлор как окислитель на примере реакций хлора с металлами при различных температурах, неметаллами, сложными веществами. Объяснение способности хлора к реакциям дисмутации на примере анализа диаграммы Латимера. Причина необратимости реакций дисмутации хлора в щелочной среде. Хлороводород. Строение молекул по методу ВС и МО. Строение HCl в жидкой и твердой фазе. Физические и химические свойства. Получение хлороводорода. Водный раствор хлороводорода: хлороводородная кислота, ее свойства, получение и применение. Хлориды металлов и неметаллов. Сравнительная характеристика свойств хлоридов s-, p-, d-элементов. Кислородные соединения хлора: оксиды, гидроксиды (кислоты), соли. Оксиды, их номенклатура, строение по МВС, общие физические и химические свойства, способы получения. ClO<sub>2</sub> и ClO<sub>3</sub> как устойчивые молекулярные радикалы. Строение оксида хлора (VII) в парах и твердой фазе. Оксиды, образуемые хлором как пример вероятностного характера прогноза свойств химического элемента по его положению в периодической системе и электронному строению. Оксокислоты хлора, их номенклатура, состав, строение по МВС, общие физические и химические свойства кислот и растворов кислот. Изменение химических свойств (устойчивости (на свету и в темноте), окислительных свойств, способности к дисмутации, кислотно-основных свойств) в ряду кислородсодержащих кислот хлора в соответствии с их строением. Оксохлораты. Строение анионов по МВС. Тип связей в кристаллах. Номенклатура оксосолей (IUPAC: вариант 1959 г. и современный). Физические и химические свойства оксохлоратов: гипохлоритов, хлоратов (бертолетовой соли), перхлоратов. Их сравнительная термодинамическая и кинетическая устойчивость. Перхлораты как слабые основания Бренстеда и Льюиса. Окислительные свойства перхлоратов, метастабильность перхлоратных комплексов и опасность работы с перхлоратами. Химические свойства растворов оксохлоратов. Влияние среды на окислительные свойства хлоратов. Физиологическое действие хлора и его соединений. Направления применения хлора и его соединений. Бром. Йод. Характеристика элементов. Простые вещества. Их строение, физические и химические свойства, получение. Сопоставительный анализ устойчивости, окислительно-восстановительных свойств, способности галогенов и их производных

к дисмутации в водном растворе. Бромоводород, иодоводород. Физиологическое действие брома и йода и их соединений. Сравнительная характеристика химических свойств галогеноводородов и их растворов: уменьшение прочности связи, увеличение восстановительных свойств, уменьшение силы кислот в водных растворах. Лабораторные и промышленные способы получения галогеноводородов. Галогениды металлов и неметаллов. Ковалентный характер и молекулярное строение галогенидов неметаллов. Ионный характер галогенидов щелочных и щелочноземельных металлов. Устойчивость, ОВсвойства, кислотно-основные свойства галогенидов, амфотерность галогенидов на примере галогенидов алюминия. Фторид- хлорид-, бромид- и йодид-анионы в растворах. Сравнение их восстановительных и основных свойств. Осадительные свойства галогенидов. Оксокислоты брома и йода. Номенклатура. Строение. Наиболее важные физические и химические свойства. Элементы главной подгруппы VI группы Общая характеристика элементов. Кислород. Общая характеристика элемента. Изотопный состав природного кислорода. Простые вещества. Аллотропия кислорода. Дикислород и трикислород (озон). Способы получения кислорода. Применение кислорода в медицине. Биологическая роль кислорода. Водородные соединения кислорода. Вода и пероксид водорода. Строение пероксида водорода в парах и жидком состоянии. Физические и химические свойства пероксида водорода. Разложение пероксида водорода как частный случай реакций дисмутации. Получение. Практическое применение пероксида водорода. Соединения элементов периодической системы с кислородом. Классификация и номенклатура. Оксиды, пероксиды, надпероксиды (супероксиды), озониды. Оксиды s- и р-элементов. Строение, физические и химические свойства оксидов металлов и неметаллов различных типов. Способы получения оксидов, пероксидов, супероксидов. Воздух. Состав воздуха в сельской местности и промышленных зонах. Постоянные и переменные составные части воздуха. Жидкий воздух, его свойства и практическое использование. Проблема чистого воздуха. Сера. Характеристика элемента. Строение S<sub>8</sub>. Аллотропия кристаллической серы. Равновесия между различными формами серы. Соединения серы с водородом. Сероводород: строение, физические и химические свойства. Сероводород в природе. Получение сероводорода: физиологическое действие сероводорода. Сульфиды. Классификация. Восстановительные, основные свойства. Реакции присоединения. Сульфидионы в растворах. Их химические свойства (восстановительные, осадительные, участие в реакциях присоединения). Амфотерность сульфидов. Кислородные соединения серы. Строение низших оксидов серы. Оксид серы (IV) - физические и химические свойства, в том числе образование комплексов SO<sub>2</sub>, получение. Оксид серы (VI): электронные физические и химические свойства. Химические свойства раствора сернистой кислоты. Получение растворов сернистой кислоты. Сульфиты. Олеум. Состав. Строение ди- и поли- серных кислот. Правила обращения с концентрированной серной кислотой. Растворы серной кислоты. Химические свойства растворов серной кислоты. Сульфаты, строение, свойства кристаллов и растворов, способы получения сульфатов. Круговорот серы в природе. Значение серной кислоты и ее солей. Проблема охраны окружающей среды и производство серной кислоты. Оксоанионы серы. Три- и дитионат-, дитионит-, тиосульфат-, сульфит-, сульфат-анионы, сравнение их строения, устойчивости,

основных свойств, окислительно-восстановительных свойств. Многообразие кислот серы и его причины.

VA.

Азот. Характеристика элемента. Простое вещество: азот. Тип связи между молекулами и тип кристаллической решетки в твердом состоянии. Физические свойства азота в разных агрегатных состояниях в соответствии со строением его молекул и типом связей между ними. Химические свойства. Получение и применение азота. Соединения азота с водородом: аммиак, гидразин, гидроксилламин, азотоводородная кислота. Аммиак. Электронное строение и геометрия молекул. Прогноз химических свойств на основании строения: способность к донорноакцепторному взаимодействию. Связи между молекулами. Физические и химические свойства, получение, физиологическое действие. Строение катиона аммония в соответствии с МВС. Соли аммония: строение, физические и химические свойства солей аммония и их растворов. Практическое значение аммиака и солей аммония. Образование аммиака в биохимических процессах. Оксиды азота:  $N_2O$ ,  $NO$ ,  $N_2O_3$ ,  $NO_2$ ,  $N_2O_4$ ,  $N_2O_5$ . Объяснение физических свойств оксидов в соответствии с их строением, Азотистая кислота. Нитриты. Физические и химические свойства нитритов. Получение нитритов. Триоксонитрат (V) водорода (азотная кислота). Электронное строение и геометрия молекул. Связи между молекулами. Азотная кислота как вещество. Физические и химические свойства безводной азотной кислоты. Получение азотной кислоты. Направления применения. Нитраты. Химические свойства растворов нитритов. Роль азота в живых организмах. Круговорот азота в природе. Проблема фиксации атмосферного азота. Роль микроорганизмов в этом процессе. Азотные удобрения.

Фосфор как элемент: общая характеристика. Фосфор - простое вещество. Аллотропия фосфора. Строение различных аллотропных модификаций (белого, красного, черного фосфора). Физические и химические свойства белого и красного фосфора в соответствии с их строением. Правила обращения с белым фосфором. Токсичность белого фосфора. Меры предосторожности при работе с ним. Способы обезвреживания. Соединения фосфора с водородом. Фосфин, электронное строение и геометрия молекулы, физические и химические свойства вещества. Образование фосфина в биохимических процессах. Фосфиды металлов. Классификация. Важнейшие физические и химические свойства фосфидов, образованных s-, p-, d-элементами. Бинарные соединения фосфора. Оксид фосфора (III) и оксид фосфора (V). Галогениды фосфора (III) и (V). Электронное строение их молекул в газовой фазе. Строение кристаллов. Физические и химические свойства оксидов в соответствии с их строением. Оксокислоты фосфора, их строение, изомерия. Связь строения кислот с их основностью и силой. Характер изменения химических свойств в ряду оксокислот фосфора. Ортофосфаты. Практическое использование фосфора и его соединений. Роль фосфора в природе. Фосфорные удобрения. Мышьяк, сурьма, висмут. Характеристика элементов. Сравнительная характеристика строения, физических и химических свойств простых веществ. Водородные соединения мышьяка, сурьмы, висмута. Сравнительная характеристика строения и химических свойств галогенидов, оксидов и гидроксидов мышьяка, сурьмы и висмута в степенях окисления (III) и (V). Сульфиды мышьяка, сурьмы и висмута. Физиологическое действие мышьяка и его соединений. Практическое значение мышьяка, сурьмы, висмута и их соединений.

Элементы главной подгруппы IV группы Общая характеристика элементов. Углерод. Углерод в природе. Аллотропия углерода. Строение аллотропных модификаций: алмаза, графита, карбина (поликумулена, полиина), фуллеренов. Стеклоуглерод. Применение активированного угля в качестве адсорбента. Сравнительная характеристика физических свойств графита и алмаза. Химические свойства углерода. Понятие о водородных соединениях углерода. Карбиды металлов, их классификация и общая характеристика. Химическая связь в карбидах металлов. Элементиды углерода: тетрагалогениды  $\text{ЭHal}_4$ , дисульфид углерода (сероуглерод). Их строение, свойства, получение. Понятие о фреонах. Экологические аспекты применения фреонов. Кислородные соединения углерода. Сравнительная характеристика оксидов углерода (II) и (IV): строение молекул, физические и химические свойства веществ, получение и применение. Оксид углерода (IV) в природе. Фотосинтез. Физиологическое действие оксида углерода (II). Первая помощь при отравлении угарным газом. Оксид дихлорид углерода (фосген), карбонилы металлов, их строение, свойства и получение. Равновесия в растворе оксида углерода (IV) в воде. Гидрат оксида углерода (IV), продукты его диссоциации. Триоксокарбонат водорода - угольная кислота. Строение молекул. Условия существования вещества. Карбонаты и гидрокарбонаты: строение анионов; химическая связь в кристаллах; физические и химические свойства веществ и растворов, получение. Значение карбонатов в природе и в народном хозяйстве. Круговорот углерода в природе. Соединения углерода с азотом. Дициан. Циановодород. Цианиды. Циановая кислота. Цианаты. Тиоцианаты (роданиды). Их строение, свойства, получение.

Характеристика элемента кремния. Атомы кремния. Кремний - простое вещество. Аллотропия кремния. Физические и химические свойства кремния ( $sp^3$ -модификация), получение, применение. Соединения кремния с водородом: состав, строение, физические и химические свойства, лабораторные способы получения. Силициды металлов. Классификация. Химическая связь в силицидах s-, p- и dметаллов. Основные физические и химические свойства силицидов. Оксосоединения кремния. Оксиды кремния  $\text{SiO}$  и  $\text{SiO}_2$ . Кварц. Кварцевое стекло. Их строение, свойства, применение. Кремниевые кислоты. Ортокремниевая кислота. Поликремниевые кислоты. Их строение. Свойства, получение. Силикагель, особенности строения и применение. Силикаты. Строение разных типов силикатов. Стеклообразное состояние. Обычное, химически стойкое, термостойкое стекло, хрусталь. Экологическая оценка безопасности посуды из хрусталя. Растворимое стекло. Силикатный клей. Силикаты в природе. Германий, олово, свинец. Общая сравнительная характеристика простых веществ, их строения (в разных аллотропных модификациях), физических и химических свойств. Значение германия и кремния, олова и свинца в постиндустриальную эпоху. Сравнительная характеристика водородных соединений, оксидов, гидроксидов германия, олова, свинца. Оксиды олова и свинца. Состав, строение, свойства, получение. Галогениды, галогенаты, сульфиды, тиокислоты и тиосоли элементов подгруппы IVA.

Элементы главной подгруппы VIII группы Общая характеристика элементов в соответствии с их электронной структурой и положением в периодической системе. История получения первых соединений благородных элементов. Фториды, оксиды элементов подгруппы VIIA. Современное состояние химии благородных газов. Перспективы синтеза новых соединений элементов подгруппы VIIA.

Элементы главной подгруппы III группы Общая характеристика элементов подгруппы. Вторичная периодичность в подгруппе алюминия. Бор. Бор в природе. Бор - простое вещество: строение, физические и химические свойства. Общая характеристика бинарных соединений бора: гидридов, галогенидов, оксида, нитридов, карбида бора. Их строение. Роль бора как микроэлемента питания растений. Значение бора и его соединений в атомной и оборонной технике. Алюминий. Характеристика элемента. Физические и химические свойства, получение простого вещества алюминия. Сплавы алюминия. Общая характеристика бинарных соединений алюминия: галогенидов, оксида и сульфида, карбида. Строение, физические и химические свойства, получение оксида алюминия. Гидроксид алюминия: его состав и строение, Образование, строение, устойчивость, восстановительные свойства, донорные свойства гидроксида алюминия. Оксосоли алюминия: сульфат, нитрат, фосфат. Практическое значение алюминия и его соединений. Сравнительная характеристика важнейших физических и химических свойств галлия, индия, таллия. Характеристические соединения галлия, индия, таллия: галогениды, оксиды, халькогениды, пниктогениды, оксосоли. Полупроводниковый характер пниктогенидов. Роль соединений галлия, индия, таллия в эпоху информационной перестройки общества.

Химия d- элементов.

Общие свойства d-металлов Особенности электронного строения атомов d -металлов. Энергии ионизации и радиусы атомов d-элементов. Устойчивые электронные конфигурации атомов d-элементов. Валентные возможности и степени окисления металлов побочных подгрупп. Координационные числа d-металлов Координационные соединения d-элементов. Элементы побочной подгруппы I (11-й) группы Электронные структуры атомов. Сравнительная характеристика свойств этих элементов. Физические и химические свойства, получение меди, серебра и золота. Общая характеристика свойств их кислородных соединений: оксидов меди (I), серебра (I), золота (I), оксида меди (II), оксидов меди (III) и золота (III); гидроксидов ЭОН,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Au}(\text{OH})_3$ . Сульфиды меди и серебра. Соли оксокислот (сульфаты, нитраты, нитраты, нитриты, карбонаты (гидрокарбонаты) меди (II) и серебра (I)). Химические свойства солей оксокислот и их растворов. Твердофазное получение купратов. Комплексообразование в химии элементов подгруппы меди. Сплавы меди, серебра, золота. Роль меди в физиологических процессах.

Элементы побочной подгруппы II (12-й) группы Сравнительная характеристика элементов подгруппы. Металлы: цинк, кадмий и ртуть, их физические и химические свойства. Сравнительная характеристика характеристических соединений цинка, кадмия, ртути: галогенидов, оксидов и гидроксидов, сульфидов, солей оксокислот (сульфатов, нитратов, карбонатов). Амфотерность оксида и гидроксида цинка. Гидроксоцинкаты и цинкаты. Комплексообразование в химии элементов подгруппы цинка. Гидроксокомплексы и амиаакаты. Образование сплавов. Сплавы цинка и ртути. Амальгамы. Физиологическое действие соединений цинка, кадмия, ртути. Роль цинка как микроэлемента питания растений. Правила работы с ртутью.

Элементы побочной подгруппы III (3-й) группы Состав подгруппы ШБ. Классификация элементов, входящих в состав подгруппы. Общая характеристика элементов. Важнейшие физические и химические свойства простых веществ-металлов. Сравнительная характеристика характеристических соединений: оксидов,

гидроксидов, солей оксокислот. Сравнение состава и строения, физических и химических свойств гидридов элементов подгрупп IIIА и IIIБ.

Элементы побочной подгруппы IV (4-й) группы Общая характеристика элементов подгруппы титана. Физические и химические свойства металлов. Характеристические соединения  $\text{Э}^{+2}$ ,  $\text{Э}^{+3}$ ,  $\text{Э}^{+4}$ : галогениды, оксиды, гидроксиды, сульфаты, фосфаты и дифосфаты циркония и гафния, титанаты, цирконаты, гафнаты. Сравнительная характеристика их важнейших физических и химических свойств.

Элементы V группы побочной подгруппы (5-й группы) Общая характеристика элементов подгруппы ванадия. Физические и химические свойства металлов. Характеристические соединения  $\text{Э}^{+2}$ ,  $\text{Э}^{+3}$ ,  $\text{Э}^{+4}$ ,  $\text{Э}^{+5}$ : галогениды, оксиды, гидроксиды, сульфаты, фосфаты и дифосфаты ванадия, ниобия, тантала. Сравнительная характеристика их важнейших физических и химических свойств. Роль ванадия, ниобия, тантала и их соединений в современную эпоху.

Элементы побочной подгруппы VI (6-й) группы Общая характеристика элементов подгруппы. Металлические хром, молибден и вольфрам, их физические и химические свойства, получение. Характеристические соединения: галогениды, оксиды, гидроксиды (основания и кислоты), соли оксокислот, соли с элементом подгруппы VIБ в анионе. Анализ характера изменения свойств соединений в подгруппе в зависимости от порядкового номера элемента и его степени окисления. Физические и химические свойства оксидов и гидроксидов хрома (II, III, VI). Условия получения и существования сульфида хрома (III). Соли хрома (II) и (III). Перевод оксида хрома (III) в растворимую форму взаимодействием с дисульфатом калия. Хроматы, дихроматы и полихроматы, манганаты, вольфраматы. Равновесие в растворах хроматов. Стали, сплавы и композиционные материалы на основе хрома, молибдена и вольфрама.

Элементы побочной подгруппы VII (7-й) группы Общая характеристика элементов подгруппы марганца. Физические и химические свойства металлов. Характеристические соединения  $\text{Э}^{+2}$ ,  $\text{Э}^{+3}$ ,  $\text{Э}^{+4}$ ,  $\text{Э}^{+6}$ ,  $\text{Э}^{+7}$ : галогениды, оксиды, гидроксиды, сульфиды, сульфаты, нитраты, анионные соли марганца, циркония, рения. Сравнительная характеристика их важнейших физических и химических свойств. Роль марганца, циркония, рения и их соединений в современную эпоху. Марганец. Физические и химические свойства, получение. Оксид марганца (IV): строение, физические и химические свойства, получение, применение. Тетраоксомарганцевая (VI) кислота. Ее гипотетический характер. Тетраоксоманганаты (VI). Их получение, химические свойства твердых солей и их растворов. Оксид марганца (VII): строение, физические и химические свойства, получение. Растворы тетраоксомарганцевой (VII) кислоты. Тетраоксоманганаты (VII). Строение аниона. Твердые соли и растворы: физические и химические свойства, получение веществ. Кислотно-основная характеристика оксидов и гидроксидов марганца в разных степенях окисления. Окислительно-восстановительные свойства соединений марганца в разных степенях окисления. Техническое значение марганца и рения. Роль марганца в жизни растений.

Элементы побочной подгруппы VIII группы (8-9-10 групп) Общая характеристика элементов триады железа. Железо. Железо в природе. Физические и химические свойства железа. Оксиды и гидроксиды железа (II) и железа (III). Важнейшие соли железа. Комплексные соединения железа. Роль железа в биологических процессах. Общая

		характеристика элементов семейства платины.
3.	Органическая химия	<p>Предмет органической химии. Органическая химия как химия соединений углерода. Теория химического строения органических соединений; значение этой теории в развитии органической химии. Взаимное влияние атомов в молекуле (А.М. Бутлеров, В.В. Марковников). Гибридные состояния атомных орбиталей. <math>sp^3</math> - Гибридизация и первое валентное состояние атома углерода: <math>\sigma</math>-связь. Направленность валентных связей и тетраэдрическая конфигурация молекул парафинов, <math>sp^2</math>-Гибридизация и второе валентное состояние атома углерода: <math>\pi</math>-связь. Энергетическое состояние и пространственное расположение простых и кратных связей. Плоскостно-тригональная конфигурация молекул олефинов. <math>sp</math>-Гибридная орбиталь в молекулах ацетиленовых углеводородов (третье валентное состояние атома углерода). Энергетическое состояние и пространственное расположение тройной связи. Ковалентная и электровалентная (ионная) связи. Различие в природе этих связей и в способах образования; донорно-акцепторный способ образования ковалентной связи. Гомеополлярные и электрополлярные ковалентные связи. Семиполлярная связь как разновидность ковалентной связи. Водородная связь.</p> <p>Понятие об электронных эффектах в органических молекулах. Индукционный эффект по цепи <math>\sigma</math>-связей. Мезомерный эффект (<math>\sigma</math>-, <math>\pi</math>-сопряжение на примере пропилена; <math>\pi</math>, <math>\pi</math>-сопряжение на примере бутадиена; <math>\sigma, \pi</math>-сопряжение на примере хлорвинила).</p> <p>Классификация органических реакций по их направлению (присоединение, замещение, отщепление, перегруппировка) и по типу разрыва связей. Гемолитическое (радикальное) и гетеролитическое (нуклеофильное и электрофильное замещение) расщепление ковалентной связи. Реакции радикальные и ионные (электрофильные и нуклеофильные), их символика.</p> <p><b>УГЛЕВОДОРОДЫ ЖИРНОГО, ИЛИ АЛИФАТИЧЕСКОГО, РЯДА</b></p> <p>Предельные, или насыщенные, углеводороды (парафины, алканы). Гомологический ряд парафинов, гомологическая разность. Общая формула состава.</p> <p>Структурные формулы и изомерия. Первичный, вторичный, третичный и четвертичный углеродные атомы. Понятие о радикале. Номенклатуры: тривиальная, рациональная, международная (ИЮПАК). Получение парафинов: нефть, уголь и природный газ – важнейшие источники получения парафинов; синтетические методы получения парафинов: из солей карбоновых кислот, реакцией Вюрца, гидrogenизацией ненасыщенных углеводородов. Физические свойства и закономерности их изменения в гомологическом ряду. Химические свойства парафинов. Устойчивость химической структуры молекул. Гомеополлярный характер ковалентной связи. Характерные реакции парафинов – реакции с гемолитическим разрывом ковалентной связи: галогенирование, нитрование, сульфирование, окисление. Радикальный механизм этих реакций. Представители: метан, этан, изооктан; смазочные масла, вазелин, парафин, озокерит. Использование парафинов.</p> <p>Этиленовые, или ненасыщенные, углеводороды (алкены). Номенклатура; гомологический ряд; общая формула состава. Структурная и геометрическая изомерия алкенов. Способы получения этиленовых углеводородов: крекинг и дегидrogenизация парафинов из спиртов, из галогенозамещенных парафинов. Физические свойства алкенов. Химические свойства. Реакционная способность алкенов. Гетеролитический разрыв <math>\pi</math>-связи и реакции, протекающие по ионно-</p>

му механизму. Реакции электрофильного присоединения по кратным связям: галогенирование, гидратация. Гидрирование и гидроксирование (реакция Вагнера) алкенов. Качественные реакции на этиленовую связь. Правило Марковникова; присоединение с нарушением правила Марковникова. Реакции окисления сильными окислителями. Полимеризация этиленовых углеводородов. Полиэтилен и полипропилен; их строение и применение.

Диеновые углеводороды (алкадиены). Номенклатура и классификация. Общая формула состава. Сопряженные системы связей, их строение на примере бутадиена ( $\pi, \pi$ -сопряжение). Особенности физического состояния и химических свойств сопряженных систем. Реакции 1,2- и 1,4-присоединения к диенам. Ионный механизм реакций электрофильного присоединения. Полимеризация диеновых углеводородов.

Синтетический изопреновый каучук.

Ацетиленовые углеводороды (алкины). Номенклатура и изомерия. Общая формула состава. Получение из геминальных дигалогенопроизводных парафинов (Савич). Физические свойства. Химические свойства и реакционная способность алкинов. Реакции электрофильного присоединения к алкинам: галогенов, галогеноводородных кислот. Реакция Кучерова. Кислотные свойства ацетилена. Ацетилениды: специфическая реакция на тройную связь. Реакция полимеризации (димеризация, ступенчатая полимеризация и образование ароматических соединений). Отдельные представители. Ацетилен, технические способы получения из метана и карбидным способом.

Галогенопроизводные алифатических углеводородов. Строение, номенклатура и изомерия галоидных алкилов. Первичные, вторичные, третичные галоидные алкилы. Моно-, ди-, тригалогенопроизводные и т. д. Получение галоидных алкилов радикальным галоидированием алканов, обменом галоидов, из этиленовых углеводородов, альдегидов, кетонов. Физические свойства и зависимость их от природы галогенов. Химические свойства. Полярное состояние ковалентной связи С—Гал (F, Cl, Br, I). Реакции нуклеофильного замещения с: водой, гидратами оксидов металлов, аммиаком, спиртами (алкоголиз), алкоголятами, карбоновыми кислотами (ацетолиз), нитритами и цианидами. Реакции алкилирования. Образование магнийорганических соединений (реакция Гриньяра). Отдельные представители. Хлороформ, получение из спирта, свойства, применение. Четыреххлористый углерод, йодоформ, дихлорэтан.

#### КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Спирты, или алкоголи (карбинолы, алканолы)

Одноатомные спирты. Общая формула состава. Понятие о функциональной группе. Гомологический ряд. Первичные, вторичные и третичные спирты. Номенклатура. Способы получения: из галоидных алкилов, синтеза Гриньяра, из этиленовых углеводородов, альдегидов и кетонов. Физические свойства. Водородная связь, ее природа и энергетическое состояние. Влияние водородных связей на физические свойства спиртов (температура кипения и растворимость в воде). Химические свойства. Подвижность гидроксильного водорода и кислотные свойства. Реакции со щелочными металлами. Основные свойства (реакции с галогеноводородными кислотами, хлоридами фосфора (III), (V), минеральными кислотами). Реакции дегидратации и окисления. Отдельные представители. Метиловый и этиловый спирты, способы

получения (промышленный синтез этилового спирта). Применение. Пропиловые, бутиловые и амиловые спирты, сивушное масло, высшие спирты.

Двухатомные спирты. Правило устойчивости. Этиленгликоль: способы получения, физические свойства и применение. Химические свойства: образование полных и неполных гликолятов, простых и сложных эфиров. Продукты окисления.

Трехатомные спирты. Глицерин, технические способы его получения; физические и химические свойства; глицераты, тринитроглицерин; динамит.

Простые эфиры

Изомерия и номенклатура простых эфиров; смешанные эфиры. Понятие об алкоксиле. Способы получения: дегидратацией спирта и алкилированием алкоколятов (способы Вильямсона). Физические свойства. Химические свойства. Расщепление простых эфиров под действием иодистоводородной и концентрированной серной кислот. Оксониевые соединения (взаимодействие с галогеноводородными и разбавленной серной кислотами). Отдельные представители. Диэтиловый эфир и его применение. Понятие об органических пероксидах.

Альдегиды и кетоны (алканыли и алканоны)

Изомерия и номенклатура. Карбонильная (альдегидная и кетонная) группа. Способы получения альдегидов и кетонов: окислением и дегидрированием спиртов, сухой перегонкой солей карбоновых кислот, гидролизом геминальных дигалогенопроизводных предельных углеводов. Физические свойства. Химические свойства. Полярность карбонильной группы и ориентация присоединения. Реакции нуклеофильного присоединения: гидросульфита натрия, синильной кислоты, спирта, металлоорганических соединений, гидросиламина, фенилгидразина, хлорида фосфора (V). Замещение карбонильного кислорода на хлор, остатки аммиака (оксимы, гидразоны). Качественные реакции на альдегидную группу. Реакция Тищенко. Окисление и восстановление альдегидов (реакция серебряного зеркала). Окисление кетонов; правило Попова. Подвижность атомов водорода в  $\alpha$ -положении ( $\alpha$ ,  $\beta$ -сопряжение). Полимеризация альдегидов. Альдольная и кротоновая конденсация альдегидов и кетонов. Отдельные представители. Муравьиный альдегид, параформальдегид, уротропин. Уксусный альдегид, паральдегид, метальдегид; «твердые спирты». Ацетон, свойства и применение. Инсектициды.

Карбоновые кислоты (алкановые кислоты)

Одноосновные насыщенные карбоновые кислоты. Гомологический ряд, изомерия и номенклатура. Общая формула состава. Понятие об ациле. Карбоксильная группа, ее электронное строение. Получение кислот окислением парафинов, спиртов, альдегидов; омылением производных кислот. Физические свойства; влияние водородных связей в димерах и полимерах кислот на температуры кипения и плавления. Химические свойства. Кислотные свойства и диссоциация; реакции солеобразования. Превращение кислот в их производные: галогенангидриды, ангидриды, сложные эфиры. Реакции этерификации и омыления; их равновесие и обратимость (Н.А. Меншуткин). Применение меченых атомов в изучении механизмов реакции этерификации. Амиды кислот. Гидролиз амидов. Влияние карбоксильной группы на подвижность водорода в  $\alpha$ -положении. Галогенирование кислот. Отдельные представители. Муравьиная кислота, особенности ее химических свойств, применение. Уксусная

кислота, промышленные способы ее получения, свойства и применение. Масляная и валериановая кислоты, их применение. Пальмитиновая и стеариновая кислоты. Этилформиат, этилацетат, амилацетаты, их применение. Ацетамид. Мочевина, получение, свойства и применение.

Одноосновные ненасыщенные карбоновые кислоты. Общая формула состава. Физические свойства. Химические свойства, общие с предельными кислотами и ненасыщенными углеводородами (диссоциация, солеобразование, образование производных кислот, присоединение водорода и галогенов). Отношение к окислению. Отдельные представители. Акриловая и метакриловая кислоты, их эфиры и нитрилы, органическое стекло, олеиновая, линолевая и линоленовая кислоты.

Жиры. Распространение жиров в природе; их классификация, строение, состав и номенклатура. Получение жиров и физические свойства. Масла. Химические свойства: омыление (щелочами, водой, ферментами), гидрогенизация. Маргарин. Высыхающие масла; олифа. Прогоркание жиров. Мыла, мыловарение; стеарин. Понятие о синтетических моющих средствах.

Двухосновные насыщенные кислоты. Общая формула состава. Физические и химические свойства. Реакции, характерные для двухосновных кислот: декарбоксилирование, образование циклических производных (пяти- и шестичленные циклы). Отдельные представители. Щавелевая кислота, получение и применение. Оксалаты. Малоновая кислота; малоновый эфир, подвижность атомов водорода в метиленовой группе малонового эфира. Янтарная кислота, ангидрид янтарной кислоты; сукцинимид. Адипиновая кислота, ее синтез и применение.

Двухосновные ненасыщенные карбоновые кислоты. Этилендикарбоновая кислота; цис-транс-изомерия; фумаровая и малеиновая кислоты, их взаимное превращение, различия в физических и химических свойствах.

Оксикислоты. Классификация и номенклатура. Понятие об основности и атомности. Изомерия. Способы получения из многоатомных спиртов, из галогенозамещенных кислот, циангидриновым синтезом. Химические свойства. Особенности  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -оксикислот. Лактиды и лактоны. Оптическая активность оксикислот. Оптическая (зеркальная) изомерия; асимметрический атом углерода. Молочная кислота (три формы); рацемат и оптические антиподы, их свойства; проекционные формулы оптических изомеров. Применение молочной кислоты. Винная кислота и ее стереоизомерия (проекционные формулы изомеров и плоскость симметрии). Отличие рацематов от мезоформы (виннокаменная, винная, виноградная и мезовинная кислоты). Химические свойства винной кислоты; тартраты, сегнетовы соли, фелингова жидкость. Способы расщепления рацематов (химический, хроматографический, биохимический; работы Пастера). Лимонная кислота.

Альдегиде- и кетокислоты. Классификация. Глиоксалева и пировиноградная кислоты, их химические свойства. Ацетоуксусная кислота, ее кетонное и кислотное расщепление. Кето-енольная таутомерия как разновидность структурной изомерии (псевдомерия и десмотропия). Двойственность химических свойств ацетоуксусного эфира. Стабилизация енольной формы в ацетоуксусном эфире путем образования внутренней циклической формы и  $\pi$ ,  $\pi$ -сопряжения.

Углеводы  
Углеводы как особая группа оксиальдегидов и оксикетонов. Значение

углеводов в природе и в промышленности. Классификация углеводов. Формулы состава моноз, биоз и полиоз.

Простые углеводы (простые сахара). Моносахариды (монозы). Простейшие представители: глюкоза, галактоза, фруктоза. Оптическая изомерия моноз. Зависимость числа стереоизомерных форм от числа асимметрических атомов углерода в цепных и кольчатых структурах. Антиподы, диастереомеры. Таутомерия моноз. Формулы Фишера и Колли-Толленса. Кольчато-цепная, или цикло-оксо-таутомерия. Формула Хеуорса. Мутаротация моноз;  $\alpha$ - и  $\beta$ -формы; полуацетальный (гликозидный) гидроксил. Монозы, их нахождение в природе и применение, биологическое значение. Способы получения: гидролизом полиоз и биоз, конденсацией формальдегида (А.М. Бутлеров). Химические свойства моноз: окисление в нейтральной, кислой и щелочной средах; образование озаонов, гликозидов; эпимеры, их превращение под влиянием щелочей. Реакция Селиванова. Отдельные представители. Пентозы; образование фурфурола. D- и L-рибозы. D-Дезоксирибоза. Гексозы: глюкоза, галактоза, фруктоза. Уроновые кислоты.

Сложные углеводы (сложные сахара), полисахариды, полиозы. Классификация полиоз. Биозы (дисахариды); строение биоз на примере молочного (лактоза), солодового (мальтоза) и свекловичного (сахароза) сахаров. Гликозидо-глюкозы (мальтоза, лактоза и гликозидо-глюкозиды (сахароза)). Таутомерия биоз с гликозидо-глюкозной связью. Инверсия сахарозы. Отличие химических свойств восстанавливающих и невосстанавливающих дисахаридов. Высшие полисахариды. Распространение в природе. Строение крахмала и гликогена, свойства и биологическая активность. Целлюлоза, отличие ее от крахмала. Простые и сложные эфиры целлюлозы. Коллоксилин, пироксилин, коллодий; бездымный порошок, нитролаки, ацетатный шелк; ксантогенаты клетчатки, вискоза.

**СОЕДИНЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИЕ АЗОТ**

**Амины**  
Классификация, изомерия и номенклатура аминов. Способы получения аминов из галогенопроизводных и аммиака (по Гофману), восстановлением нитросоединений. Физические свойства. Химические свойства. Электронное строение аминогруппы. Основность; сравнение основных свойств аммиака, первичных, вторичных и третичных аминов с азотистой кислотой, алкилирование и ацилирование. Отдельные представители. Метиламин, триметиламин, соли четвертичных аммониевых оснований. Диамины: тетра- пента- и гексамителендиамины.

**Аминоспирты**  
Этаноламин; получение, свойства и применение. Холин; строение, его биологическая и физиологическая роль; ацетилхолин. Кефалины и лецитины; строение, биологическая активность.

**Аминокислоты**  
Классификация и номенклатура аминокислот. Изомерия (структурная и оптическая; оптическая активность  $\alpha$ -аминокислот). Способы получения: гидролизом белковых веществ, из галогенокислот и аммиака, циангидриновым синтезом. Физические свойства. Водородные связи в аминокислотах. Химические свойства: амфотерность, биполярные ионы, внутрикомплексные медные соли. Реакции, отличающие  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -аминокислоты. Дикето-пиперазины и лактамы. Пептидная связь и пептиды, понятие о полипептидах. Отдельные представители. Глицин, аланин; аспарагиновая и глутаминовая кислоты (аспарагин и глутамин); лизин, цистеин, серин.

## КАРБОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

### АЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

Общая формула циклопарафинов (циклоалканов), классификация и номенклатура. Гипотеза Байера о прочности циклов; устойчивость пяти- и шестичленных циклов; углы напряжения. Химические свойства: реакция с бромом, дегидрогенизация (Н.Д. Зелинский).

### АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ

#### Ароматические углеводороды

Гомологический ряд бензола. Общая формула состава, номенклатура, изомерия. Понятие «ароматический характер». Электронное строение бензола, структура  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей; в формуле Кекуле единая  $\pi$ -молекулярная орбиталь.

Способы получения бензола и его гомологов: из угля и нефти, из жирных и алициклических углеводородов (Н.Д. Зелинский), реакциями Фиттига и Фриделя–Крафтса. Физические свойства. Химические свойства. Ароматические свойства: устойчивость бензольного ядра к реакциям окисления и присоединения; условия протекания этих реакций. Характерные реакции для бензольного кольца – реакции электрофильного замещения: галоидирование, нитрование, сульфирование, алкилирование, ацилирование. Ориентирующие действия заместителей 1-го и 2-го рода. Заместители 1-го и 2-го рода. Отдельные представители. Бензол, толуол.

### ПРОИЗВОДНЫЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

#### Галоидные арилы

Условия и механизм галоидирования в ядре и боковой цепи. Ориентация замещения в ядре. Физические свойства. Сравнительная подвижность галогена в ядре и боковой цепи. Хлорбензол и хлористый бензил; различия в химических свойствах.

#### Нитросоединения

Условия и механизм нитрования в ядре и боковой цепи; нитрующая смесь (роль серной кислоты). Влияние нитрогруппы на реакционную способность бензольного ядра. Химические свойства; восстановление в кислой и щелочной средах (восстановление нитробензола по Зинину).

#### Сульфокислоты

Условия и механизм сульфирования бензола и его гомологов. Механизм образования сульфировющего агента; обратимость реакции; влияние концентрации серной кислоты. Физические свойства. Химические свойства: кислотность, солеобразование, образование хлорангидридов и сульфамидов.

#### Оксисоединения (фенолы)

Одноатомные фенолы. Определение, классификация фенолов. Промышленные способы получения фенола из каменноугольной смолы, из изопропилбензола (метод Сергеева). Физические свойства (антисептические свойства). Химические свойства. Влияние оксигруппы на реакционную способность. Кислотные свойства. Реакции гидроксильной группы; образование фенолятов, простых и сложных эфиров. Реакции электрофильного замещения в ядре (нитрование, галоидирование); ориентация замещений. Фенол, его простые эфиры (анизол и дифениловый эфир). Нитрофенолы; пикриновая кислота, пикраты. Фенолформальдегидные смолы. Катиониты и аниониты.

Двухатомные и трехатомные фенолы. Классификация. Пирокатехин, резорцин и гидрохинон, их производные, биологическое и практическое значение. Пирогаллол, оксигидрохинон и флюороглуцин; их применение. Антиоксиданты.

Спирты ароматического ряда. Бензиловый спирт. Сравнение его свойств со свойствами фенолов. Кислотные свойства.

Альдегиды, кетоны ароматического ряда

Бензойный альдегид: получение, свойства (окисление, реакция Канницаро). Получение кетонов по способу Фриделя-Крафтса. Ацетофенон, бензофенон; их применение.

Ароматические карбоновые кислоты

Одноосновные ароматические кислоты. Распространение в природе. Получение окислением гомологов бензола, ароматических спиртов и альдегидов. Бензойная кислота и ее свойства. Сравнение кислотных свойств уксусной и бензойной кислот. Соли и эфиры бензойной кислоты. Хлористый бензоил, бензойный ангидрид, бензамид. Реакции электрофильного замещения в ядре и их ориентация.

Двухосновные ароматические кислоты. Фталевые кислоты. Получение фталевой кислоты из нафталина; фталевый ангидрид и фталимид. Диметилфталат и другие алкилфталаты. Глифталевая смола. Терепталевая кислота и лавсан.

Фенолокислоты. Салициловая кислота. Салициловокислый натрий. Галловая кислота, понятие о таннине; дубильные вещества.

Ароматические амины

Номенклатура и классификация аминов (первичные, вторичные, третичные). Получение восстановлением нитросоединений (Н.Н. Зинин). Физические и химические свойства. Влияние аминогруппы в ароматическом ядре на химические свойства. Основные свойства, реакции солеобразования. Алкилирование и ацилирование. Реакции электрофильного замещения в бензольном ядре, ориентация замещений. Окисление. Анилин. Сульфоанилины. Сульфаниловая кислота; сульфамидные препараты.

Ароматические диазо- и азосоединения

Строение солей диазония и diazotates. Реакции с выделением азота (замещение диазогруппы на гидроксил, реакция Зандмейера); реакции без выделения азота (сочетание с аминами и фенолами, восстановление). Азокрасители. Метилоранж, причина изменения окраски в кислой среде.

**МНОГОЯДЕРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

Нафталин. Строение, равноценность двух бензольных колец. Изомерия производных нафталина. Получение нафталина; физические свойства. Химические свойства: активность  $\alpha$ -положения. Получение  $\alpha$ -,  $\beta$ -галогено- и нитронафталинов. Восстановление и окисление нафталина. Тетралин и декалин. Реакции электрофильного замещения; место вступления заместителя в нафталиновое ядро. Применение нафталина и его производных. Антрацен. Строение, нахождение в природе. Активность мезо-положения. Реакции окисления. Ализарин. Фенантрен. Строение. Биологическое значение производных фенантрена. Понятие о стероидах, витаминах группы D, половых гормонах. Канцерогенные вещества

**ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ**

**ПЯТИЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ**

Строение пятичленных гетероциклов (ароматический характер); взаимное превращение гетероциклов (Ю.К. Юрьев). Фуран. Тетрагидрофуран. Фурфурол, его применение. Тиофен и пиррол. Пирролидин. Имидазол; биологическое значение производных имидазола; гистидин и гистамин. Тетрапирролы. Строение гемоглобина и его функция в организме; хлорофилл, его физиологическая функция. Индол. Строение. Гетероауксин; ростовые вещества. Триптофан, триптамин, их биологическое значение.

		<p><b>ШЕСТИЧЛЕННЫЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ</b></p> <p>Пиридин. Строение, получение пиридиновых оснований из каменноугольной смолы. Реакции солеобразования. Реакции гидрирования пиридина; пиперидин. Производные пиридина и пиперидина, их биологическая активность. Никотиновая кислота и ее амид (витамин РР).</p> <p>Хинолин. Обозначения атомов в ядре. Основные свойства. Применение. Пиримидин, его строение. Пиримидиновые основания (2,6-диоксипиримидин), цитозин (6-амино-2-оксипиримидин), тимин (5-метил-2,6-диоксипиримидин). Пурин, аденин, гуанин. Строение. Пуриновые основания. Мочевая кислота.</p>
--	--	---

### Примеры тестовых заданий

- Электронная формула аниона брома:
  - $[\text{Ne}]2s^22p^4$ ;
  - $[\text{Ar}3d^{10}]4s^24p^5$ ;
  - $[\text{Ar}3d^{10}]4s^24p^6$ ;
  - $[\text{Ar}3d^{10}]4s^24p^65d^2$ .
- Связи в молекуле белого фосфора
  - ковалентные;
  - ионные;
  - $\sigma$ ;
  - $\pi$ .
- Силы, действующие между молекулами хлора
  - водородные;
  - ковалентные;
  - Ван-дер-Ваальсовы;
  - полярные.
- Тип кристаллической решетки кремния:
  - атомный;
  - ионный;
  - металлический;
  - молекулярный.
- По значениям  $\Delta_r G^\circ_{298}$  реакций определите, какой оксид в каждом наборе из двух реакций обладает более основными свойствами:
  - $\text{Al}_2\text{O}_{3(\text{т})} + 3\text{SO}_{3(\text{г})} = \text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{т})}$ ;  $\Delta_r G^\circ_{298} = -405$  кДж  
 $\text{Ti}_2\text{O}_{3(\text{т})} + 3\text{SO}_{3(\text{г})} = \text{Ti}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{т})}$ ;  $\Delta_r G^\circ_{298} = -442$  кДж
  - $6\text{BaO}_{(\text{т})} + \text{P}_4\text{O}_{10(\text{т})} = 2\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_{2(\text{т})}$ ;  $\Delta_r G^\circ_{298} = -1728$  кДж  
 $6\text{CaO}_{(\text{т})} + \text{P}_4\text{O}_{10(\text{т})} = 2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_{2(\text{т})}$ ;  $\Delta_r G^\circ_{298} = -1456$  кДж
- Используя значения ОБ потенциалов, установите, в каком (каких) случаях раствор, содержащий одновременно следующие вещества, приготовить нельзя:
  - перманганат калия и сульфит калия;
  - перманганат калия и сульфат калия;
  - азотную кислоту и сероводород;
  - гексагидрохромат (III) калия и бром.
- При увеличении значения равновесной концентрации диоксида углерода в четыре раза равновесная концентрация монооксида углерода
  - не изменится;
  - увеличится в четыре раза;
  - уменьшится в четыре раза;
  - увеличится в два раза;
  - уменьшится в два раза.
- Не проводя вычислений расположите вещества каждого набора в порядке увеличения их растворимости в воде:
  - $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{AgI}$ ;
  - $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ;
  - $\text{PbS}$ ,  $\text{PbSO}_4$ ,  $\text{PbCrO}_4$ .
- Из приведенных веществ самой сильной кислотой является:
  - $\text{HBrO}$ ;
  - $\text{HCN}$ ;
  - $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;
  - $\text{HNO}_2$ ;
  - $\text{H}_2\text{S}$ .
- Суспензию серы  $\text{S}_8$  в воде можно окислить до серной кислоты
  - Хлором;
  - Азотной кислотой;
  - Борной кислотой;
  - Раствором медного купороса.

### Примеры заданий на соответствие или последовательность

- Используя справочные данные, расположите протолиты в порядке увеличения их основности по отношению к воде при 25 °С:
 
$$\text{AsO}_4^{3-}, \text{CO}_3^{2-}, \text{NO}_3^-, \text{PO}_4^{3-}, \text{SO}_3^{2-}, \text{SO}_4^{2-}$$
- Установите соответствие между формулой вещества и классом (группой) неорганических соединений, к которому(-ой) оно принадлежит.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС (ГРУППА) СОЕДИНЕНИЙ
А) $\text{KHSO}_3$ ;	1) кислая соль;
Б) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;	2) амфотерный гидроксид;
В) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ;	3) средняя соль;
Г) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ .	4) основная соль.

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б	В	Г

### Примеры заданий с развернутым ответом

- Даны вещества: фосфор, хлор, водные растворы серной кислоты и гидроксида калия. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между всеми предложенными веществами, не повторяя пары реагентов.
- Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:  
$$CH_4 \xrightarrow{t} C_2H_2 \xrightarrow{+C,t} C_6H_6 \xrightarrow{+Cl_2} X \xrightarrow{+NaOH} Y \xrightarrow{+Br_2} Z$$
 Укажите названия всех веществ. В уравнениях приведите структурные формулы органических веществ.
- Для нейтрализации смеси уксусной кислоты и фенола потребовалось 57,7 мл раствора с массовой долей гидроксида калия 13% (плотность 1,12 г/мл). При действии на такую же смесь бромной воды выпал осадок массой 33,1 г. Найдите массы фенола и уксусной кислоты в исходной смеси. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).
- При прокаливании кальциевой соли карбоновой кислоты получили органическое вещество, содержащее 69,76 % углерода и 18,60 % кислорода.  
На основании данных условия задачи:
  - Произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
  - Запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
  - Составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
  - Напишите уравнение реакции получения этого вещества при прокаливании кальциевой соли карбоновой кислоты, используя структурные формулы органических веществ.

### III. Литература

- Кузьменко, Н.Е., Начала химии/ Н.Е. Кузьменко, В.Б. Еремин, В.А. Попков М.: «Экзамен», 2002. – Учебник.
- Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и спец. «Химия» / Н.С. Ахметов. – М.: Высш. шк., 1998.
- Беляева, И.И. Задачи и упражнения по неорганической химии / И.И. Беляева, Е.И. Сутягин, В.Л. Шелепина. – М.: Просвещение, 1989.
- Угай, Я.А. Общая и неорганическая химия: учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению и спец. «Химия» / Я.А. Угай. – М.: Высш. шк., 1997.
- Лидин, Р.А. Химические свойства неорганических веществ: учеб. пособие для вузов / Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева; под ред. Р.А.Лидина. – М.: Химия, 1996 (-1998, 2003).
- Иванов, Виталий Георгиевич. Органическая химия (5-е изд.,стер.) . – М.: Академия, 2009. – 620с.

Автор

к.х.н., доцент кафедры географии, биологии и химии Копаева Н.А.