

# **ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО ХИМИИ**

## **Строение вещества**

Строение атома. Состав ядер атомов. Изотопы. Распределение электронов в атомах. Химический элемент. Периодический закон и строение периодической системы. *s*-, *p*-, *d*-элементы. Относительная атомная масса, относительная молекулярная масса. Закон сохранения массы. Моль — единица количества вещества. Молярная масса. Закон Авогадро и его следствия. Простое вещество, сложное вещество, смесь веществ. Понятие об аллотропных модификациях. Виды химических связей. Образование ковалентной полярной и неполярной связи. Длина и энергия связи. Электроотрицательность химических элементов. Образование ионной связи. Металлическая связь. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Типы кристаллических решеток. Водородная связь. Валентность и степень окисления.

## **Химические реакции**

Явления физические и химические. Классификация реакций: соединения, разложения, замещения, обмена. Окислительно-восстановительные реакции, важнейшие окислители и восстановители. Электролиз с инертными электродами расплавов солей и оксидов; растворов солей. Обратимость реакций. Химическое равновесие и условия его смещения (принцип Ле Шателье). Скорость химических реакций и ее зависимость от различных факторов. Константа скорости химических реакций. Катализ. Тепловые эффекты химических реакций. Реакции экзо- и эндотермические.

## **Растворы**

Растворимость веществ, зависимость растворимости веществ от их природы, от температуры и давления. Типы растворов (газообразные, жидкие, твердые). Выражение состава раствора (массовая доля, объемная доля, молярная концентрация). Электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Ионные уравнения реакций. Представление о коллоидных растворах. Значение растворов в медицине и биологии, в быту.

## **Основные классы неорганических соединений**

Оксиды, кислоты, основания, соли (классификация, номенклатура, способы получения и свойства). Ионный гидролиз: гидролиз по катиону (соли алюминия, железа, хрома, меди, цинка, аммония и др.); гидролиз по аниону (сульфиты, сульфиды, карбонаты, фосфаты, ацетаты, силикаты и др.). Полный гидролиз (на примере сульфида алюминия). Амфотерность на примере соединений бериллия, цинка, германия, олова, свинца, алюминия, галлия, индия, хрома(III), сурьмы(III), ванадия(IV); титана (IV). Представления об образовании гидроксокомплексов.

## **Водород и его соединения**

Водород, его физические свойства. Химические свойства водорода: взаимодействие с металлами и неметаллами; восстановление металлов из оксидов. Лабораторные и промышленные способы получения водорода. Применение водорода. Вода. Строение молекулы. Физические и химические свойства (взаимодействие с металлами при различных условиях; электролиз; образование кристаллогидратов). Состав летучих соединений водорода с неметаллами (диборан, силан, фосфин, арсин, селеноводород, теллуридоводород). Представление о гидридах. Взаимодействие гидридов с водой.

## **Галогены и их соединения**

Общая характеристика VIIA группы периодической системы. Хлор, строение молекулы, физические и химические свойства (реакции с металлами и неметаллами; водой; растворами щелочей; бромидами и иодидами металлов, с другими сложными веществами с восстановительными свойствами). Лабораторные и промышленные способы получения хлора. Хлороводород, строение молекулы. Физические свойства хлороводорода. Химические свойства хлороводорода и его водного раствора (соляной кислоты): взаимодействие с металлами, основными оксидами, основаниями, солями, веществами с окислительными свойствами. Лабораторные и промышленные способы получения хлороводорода. Сравнение хлороводорода с фтороводородом, бромоводородом и иодоводородом. Качественные реакции на галогенид-ионы. Кислородсодержащие соединения хлора: оксиды хлора, хлорноватистая кислота и ее соли гипохлориты; хлористая кислота и хлориты; хлорноватая кислота и хлораты, хлорная кислота и перхлораты.

## **Элементы VIA группы**

Общая характеристика VIA группы периодической системы.

Кислород, его физические свойства. Химические свойства кислорода: взаимодействие с металлами и неметаллами. Горение. Лабораторные и промышленные способы получения кислорода. Сравнение физических и химических свойств кислорода и озона. Химические свойства пероксида водорода. Аллотропные модификации серы. Физические и химические свойства серы (реакции с металлами; с галогенами, кислородом, фосфором и углеродом; отношение к кислотам; диспропорционирование в растворе щелочи). Сероводород, его физические свойства. Химические свойства сероводорода как слабой кислоты и восстановителя. Качественная реакция на сероводород и сульфид-ионы. Получение сероводорода. Оксиды серы. Окислительно-восстановительная двойственность оксида серы(IV) и сульфитов. Серная кислота, ее физические свойства. Химические свойства серной кислоты как сильной кислоты и окислителя. Особенности взаимодействия серной кислоты с металлами. Химические основы получения серной кислоты. Соли серной кислоты и их свойства. Качественная

реакция на сульфат-ион. Представления о кислородсодержащих соединениях селена и теллура.

### **Элементы VA группы**

Общая характеристика VA группы периодической системы. Азот, строение молекулы, физические свойства. Химические свойства азота: взаимодействие с металлами и неметаллами. Аммиак и. Строение молекулы аммиака. Физические свойства аммиака. Химические свойства аммиака как слабого основания и восстановителя. Химические основы получения аммиака. Свойства солей аммония (реакции со щелочами, реакции разложения). Нитриды металлов. Свойства оксида азота(II): реакция с кислородом. Свойства оксида азота(IV): растворение в воде в присутствии кислорода; диспропорционирование. Азотная кислота, ее физические свойства. Химические свойства азотной кислоты как сильной кислоты и окислителя, разложение азотной кислоты. Особенности взаимодействия азотной кислоты с металлами. Химические основы получения азотной кислоты. Термическое разложение нитратов. Качественная реакция на нитрат-ион. Аллотропные модификации фосфора. Физические и химические свойства фосфора: взаимодействие с металлами и неметаллами. Получение фосфора. Оксид фосфора(V), его физические свойства. Химические свойства оксида фосфора(V): взаимодействие с водой, основаниями и основными оксидами, водоотнимающие свойства. Фосфорные кислоты (метафосфорная, ортофосфорная, дифосфорная), их взаимопревращения. Свойства ортофосфорной кислоты как слабой кислоты. Ортофосфаты, гидроортофосфаты, дигидроортофосфаты. Качественная реакция на ортофосфат-ион. Представления о кислородсодержащих соединениях мышьяка, сурьмы и висмута.

### **Элементы IVA группы**

Общая характеристика IVA группы периодической системы. Углерод, его аллотропные модификации: строение алмаза и графита. Физические свойства алмаза и графита. Химические свойства углерода: взаимодействие простого вещества с металлами и неметаллами, восстановление металлов из их оксидов. Оксиды углерода, строение молекул, физические свойства. Окислительно-восстановительная двойственность оксида углерода(II): восстановление металлов из их оксидов, окисление кислородом. Образование оксида углерода(II). Свойства оксида углерода(IV): реакции с магнием; углеродом; гипохлоритом кальция. Свойства угольной кислоты и ее солей. Взаимопревращение карбонатов и гидрокарбонатов. Разложение гидрокарбонатов и нерастворимых карбонатов. Качественная реакция на карбонат-ион. Гидролиз карбида кальция и карбида алюминия. Физические и химические свойства кремния, оксида кремния(IV); кремниевой кислоты и силикатов. Природные соединения углерода и кремния. Применение соединений углерода и кремния.

## **Общая характеристика металлов**

Положение металлов в периодической системе. Физические свойства металлов. Сплавы. Общие способы получения металлов. Химические свойства металлов. Электрохимический ряд напряжений металлов. Коррозия металлов.

## **Свойства металлов IA и IIA групп**

Общая характеристика IA и IIA групп периодической системы. Природные соединения натрия и калия. Получение натрия и калия. Химические свойства щелочных металлов: реакции с водородом, кислородом, галогенами, серой, водой. Получение оксидов и гидроксидов натрия и калия. Реакция пероксида натрия с углекислым газом. Применение соединений натрия и калия. Медико-биологическое значение соединений натрия и калия. Природные соединения магния и кальция. Жесткость воды и способы ее устранения. Химические свойства бериллия, магния и щелочно-земельных металлов: реакции с кислородом, водородом, азотом, галогенами, серой, водой. Восстановление металлов из их оксидов с помощью магния и кальция. Свойства соединений металлов IIA группы. Применение соединений магния и кальция. Медико-биологическое значение соединений магния и кальция.

## **Свойства алюминия**

Природные соединения алюминия. Свойства простого вещества: реакции с кислородом, галогенами, серой, углеродом, щелочами и кислотами. Свойства оксида и гидроксида алюминия: отношение к кислотам и щелочам. Образование алюминатов при сплавлении и гидроксокомплекса в водной среде. Применение алюминия и его соединений.

## **Свойства железа и некоторых d-элементов**

Природные соединения железа. Свойства простого вещества: реакции с кислородом, галогенами, серой, парами воды; отношение железа к разбавленным и концентрированным растворам кислот. Ржавление железа. Свойства оксидов и гидроксидов железа(II), (III) в сравнении. Окисление соединений железа(II) кислородом, пероксидом водорода и др. окислителями. Качественные реакции на ионы  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$  (с гексацианоферратами калия, роданидом калия). Медико-биологическое значение соединений железа. Представление о свойствах хрома, меди, цинка и их соединений.

## **Введение в органическую химию**

Положения теории строения органических соединений (А.М. Бутлеров), ее развитие. Изомерия структурная и пространственная (геометрическая и оптическая). Гомологические ряды. Электронная природа химических связей в молекулах органических соединений. Типы гибридизации электронных орбиталей атома углерода:  $sp^3$ -;  $sp^2$ -;  $sp$ . Принципы номенклатуры органических соединений. Взаимное влияние атомов в молекулах органических веществ. Типы реакций: замещения, присоединения, отщепления (элиминирования), изомеризации.

Представления о механизмах реакций в органической химии. Гомолитический и гетеролитический разрыв ковалентной связи. Свободнорадикальные и ионные реакции. Нуклеофилы и электрофилы.

### **Алканы**

Классификация углеводородов. Природные источники углеводородов. Гомологический ряд алканов (названия алканов и радикалов  $C_1$ – $C_{10}$ ; изопропил). Общая формула алканов. Электронное строение молекулы метана. Получение алканов: гидролиз карбида алюминия, синтез Вюрца, декарбокислирование солей карбоновых кислот, гидрирование алкенов. Физические свойства алканов. Химические свойства алканов: свободнорадикальное замещение, дегидрирование, дегидроциклизация (ароматизация), крекинг (пиролиз), изомеризация, нитрование. Механизм реакций радикального замещения на примере метана и пропана. Окисление алканов: образование перекисных соединений, каталитическое окисление (образование из метана метанола и формальдегида), горение. Применение алканов. Конверсия метана.

### **Ненасыщенные углеводороды**

Гомологический ряд алкенов. Общая формула алкенов. Электронное строение молекулы этилена:  $\pi$ -связь; двойная связь. Способы получения алкенов: дегидратация спиртов; дегидрогалогенирование галогеналканов (правило Зайцева); дегалогенирование дигалогеналканов; дегидрирование алканов. Физические свойства алкенов. Химические свойства алкенов: присоединение галогенов, галогеноводородов, воды (гидратация). Механизм реакций электрофильного присоединения. Правило Марковникова. Присоединение водорода. Окисление алкенов перманганатом калия в нейтральной среде (образование диолов) и в кислой среде. Образование оксида этилена, его взаимодействие с водой. Полимеризация. Полиэтилен и полипропилен. Гомологический ряд алкинов. Электронное строение молекулы ацетилена: тройная связь. Физические свойства алкинов. Химические свойства алкинов: реакции электрофильного присоединения. Особенности гидратации ацетилена и его гомологов. Гидрирование алкинов, взаимодействие алкинов с основаниями (аммиачным раствором оксида серебра, амидом натрия), окисление алкинов. Свойства ацетилена: окисление перманганатом калия в нейтральной среде; димеризация и тримеризация. Способы получения алкинов: дегидрогалогенирование дигалогеналканов; дегидрирование алкенов, взаимодействие ацетиленидов с галогеналканами. Получение ацетилена из метана и из карбида кальция. Алкадиены. Виды алкадиенов (сопряженные, изолированные и кумулированные двойные связи). Получение бутадиена из этанола и бутана; получение изопрепа. Получение алкадиенов дегидрогалогенированием дигалогеналканов. Физические свойства алкадиенов. Химические свойства алкенов: 1,2- и 1,4-присоединение; полимеризация. Натуральный и синтетический каучуки. Применение ненасыщенных углеводородов.

## **Циклические углеводороды**

Разновидности карбоциклических углеводородов: насыщенные (циклоалканы), ненасыщенные (циклоалкены и циклоалкадиены), ароматические (арены). Строение циклоалканов. Способы получения циклоалканов: гидрирование бензола, дегалогенирование дигалогенпроизводных, пиролиз солей дикарбоновых кислот. Химические свойства малых ( $C_3-C_4$ ) циклов: присоединение водорода, галогенов, галогеноводородов; и нормальных ( $C_5-C_6$ ) циклов: реакции свободнорадикального замещения: галогенирование, нитрование. Ароматические углеводороды (арены). Электронное строение молекулы бензола. Конденсированные ароматические системы: нафталин, антрацен, фенантрен. Гомологи бензола (толуол, ксилолы, этилбензол, кумол). Физические свойства ароматических углеводородов. Химические свойства ароматических углеводородов: реакции электрофильного замещения (галогенирование, нитрование), реакции присоединения (гидрирование, хлорирование). Механизм реакций электрофильного замещения. Ориентирующее действие заместителей в бензольном кольце: ориентанты I (алкил, галоген,  $-NH_2, -OH$ ) и II рода ( $-CF_3, -NO_2, -CH=O, -COOH$ ). Способы получения бензола и его гомологов: дегидрирование циклоалканов, дегидроциклизация алканов, алкилирование бензола алкенами и галогеналканами; модификация синтеза Вюрца, тримеризация ацетилена. Особенности реакций гомологов бензола: реакции замещения по алкильному заместителю, окислением перманганатом калия (образование бензойной и терефталевой кислот).

## **Спирты и простые эфиры**

Функциональная группа спиртов. Классификация спиртов по числу гидроксильных групп: одноатомные, двухатомные (этиленгликоль и др.), трехатомные (глицерин и др.), многоатомные (сорбит и др.). Классификация спиртов по характеру углеводородных радикалов: предельные (гомологический ряд метанола), непредельные (аллиловый спирт и др.), ароматические (бензиловый спирт и др.). Представления о енолах и кето-енольной таутомерии. Спирты первичные, вторичные, третичные. Электронное строение молекул спиртов. Образование водородной связи. Физические свойства спиртов. Способы получения спиртов: гидролиз галогеналканов, гидратация алкенов, восстановление альдегидов и кетонов, окисление алкенов (образование гликолей), брожением глюкозы и из галогеналканов. Получение этанола брожением глюкозы. Получение метанола из оксида углерода(II) и водорода. Химические свойства спиртов. Кислотные свойства спиртов: взаимодействие с щелочными металлами; гидролиз алкоголятов. Нуклеофильное замещение: взаимодействие с галогеноводородами (механизм реакции). Внутримолекулярная и межмолекулярная дегидратация. Образование сложных эфиров с органическими и неорганическими кислотами. Гидрирование спиртов. Сравнение действия окислителей на первичные, вторичные и третичные спирты. Реакция дегидратации-дегидрирования этанола (получение

бутадиена). Особенности химических свойств многоатомных спиртов (этиленгликоль, глицерин): комплексообразование (с гидроксидом меди(II)); образование тринитрата глицерина. Применение спиртов. Строение простых эфиров. Получение простых эфиров: межмолекулярная дегидратация спиртов, взаимодействие алколюлятов с галогеналканми.

### **Фенолы**

Строение одноатомных (фенол, крезол) и многоатомных (пирокатехин, резорцин, гидрохинон, пирогаллол) фенолов. Электронное строение молекулы фенола. Получение фенола (из хлорбензола). Физические свойства фенола. Химические свойства фенола. Кислотные свойства фенола: взаимодействие со щелочными металлами и щелочами; взаимодействие фенолятов с кислотами, с углекислым газом в одном растворе. Реакции электрофильного замещения: бромирование и нитрование. Гидрирование ароматического кольца. Поликонденсация фенола с альдегидами. Качественная реакция на фенолы с хлоридом железа(III).

### **Альдегиды и кетоны**

Электронное строение карбонильной группы. Гомологические ряды альдегидов и кетонов. Бензальдегид. Способы получения альдегидов: окисление (дегидрирование) первичных спиртов, гидратация ацетилена, каталитическое окисление этилена. Способы получения кетонов: окисление (дегидрирование) вторичных спиртов, гидратация гомологов ацетилена, пиролиз кальциевых солей карбоновых кислот. Физические свойства альдегидов и кетонов. Химические свойства альдегидов: восстановление до спиртов, окисление до кислот или солей кислот: реакция «серебряного зеркала», с гидроксидом меди(II) при нагревании. Галогенирование альдегидов и кетонов. Механизм реакций нуклеофильного присоединения: присоединение воды, синильной кислоты, гидросульфита натрия, магнийорганических соединений. Применение альдегидов и кетонов.

### **Карбоновые кислоты и их функциональные производные**

Электронное строение карбоксильной группы. Строение карбоновых кислот: гомологического ряда муравьиной кислоты (тривиальные названия кислот C<sub>1</sub>-C<sub>7</sub>); двухосновных кислот (щавелевой, малоновой, янтарной), акриловой, метакриловой, кротоновой, винилуксусной, лимонной, молочной, глюконовой, бензойной, терефталевой, салициловой, ацетилсалициловой кислот. Физические свойства важнейших кислот. Химические свойства карбоновых кислот на примере уксусной кислоты. Общие реакции, характерные для кислот: с металлами, основными оксидами, основаниями, солями более слабых кислот. Механизм реакции этерификации. Способы получения карбоновых кислот: окисление первичных спиртов и альдегидов, гидролиз производных карбоновых кислот, взаимодействие оксида углерода(IV) с магнийорганическими соединениями, окисление гомологов бензола (для ароматических кислот). Получение муравьиной кислоты взаимодействием оксида углерода(II) с гидроксидом натрия и

последующей обработкой серной кислотой. Получение уксусной кислоты взаимодействием метанола с оксидом углерода(II). Реакции кислот по углеводородному радикалу: присоединение для ненасыщенных кислот; замещение для насыщенных кислот (образование хлорпроизводных карбоновых кислот). Строение функциональных производных карбоновых кислот: ангидридов, хлорангидридов, амидов, сложных эфиров. Номенклатура сложных эфиров (названия кислотных остатков: формиат, ацетат, пропионат). Гидролиз сложных эфиров. Получение ангидридов взаимодействием солей карбоновых кислот с хлорангидридами, получение сложных эфиров взаимодействием спиртов с хлорангидридами и ангидридами. Получение амидов и нитрилов действием аммиаком на карбоновые кислоты с последующей гидратацией. Гидролиз нитрилов. Применение карбоновых кислот, их солей и сложных эфиров.

### **Жиры**

Строение жиров. Кислоты, остатки которых входят в состав жиров: пальмитиновая, стеариновая, олеиновая, линолевая, линоленовая. Физические свойства жиров. Щелочной и кислотный гидролиз жиров. Гидрирование жиров, содержащих остатки ненасыщенных кислот. Превращения жиров в организме. Применение жиров. Синтетические моющие средства.

### **Углеводы**

Строение моносахаридов (глюкоза, фруктоза, галактоза, рибоза, дезоксирибоза). Линейная и циклические ( $\alpha$ - и  $-\beta$ ) формы глюкозы. Физические и химические свойства глюкозы: окисление [реакция «серебряного зеркала», с гидроксидом меди(II) при нагревании], восстановление, образование комплексного соединения с гидроксидом меди(II). Реакции брожения: спиртового, молочнокислого, маслянокислого. Строение дисахаридов (сахароза, мальтоза, лактоза). Гидролиз дисахаридов. Химические свойства полисахаридов: гидролиз; образование эфиров целлюлозы (ацетаты, нитраты). Качественная реакция на крахмал с йодом.

### **Амины**

Строение аминов. Классификация аминов: первичные, вторичные и третичные; алифатические и ароматические. Четвертичные аммонийные соли. Физические свойства аминов. Химические свойства аминов: основность аминов (реакции с кислотами; с солями металлов, образующих нерастворимые гидроксиды). Зависимость основности аминов от их строения. Взаимодействие солей аминов со щелочами. Реакции нуклеофильного замещения: взаимодействие аминов со сложными эфирами, хлорангидридами, ангидридами (образование амидов). Особенности химических свойств анилина (реакция с бромной водой). Горение аминов. Способы получения аминов: взаимодействие галогеналканов с аммиаком (первичные амины) или аминами



(вторичные, третичные амины и катионы тетраалкиламмония); восстановление нитросоединений (первичные амины).

Применение аминов.

### **Аминокислоты. Белки**

Аминокислоты. Общая формула аминокислот. Номенклатура, изомерия аминокислот ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -аминокислоты). Строение аминокислот: глицина, аланина, валина, глутаминовой кислоты, лизина, серина, цистеина, фенилаланина, тирозина. Оптическая изомерия на примере аланина. Способы получения аминокислот: взаимодействие  $\alpha$ -хлоркарбоновых кислот с аммиаком; гидролиз белков. Амфотерные свойства аминокислот: взаимодействие с кислотами и основаниями, образование внутренней соли. Зависимость ионизации аминокислоты от характера среды. Образование пептидов. Пептидная (амидная) связь. Белки как высокомолекулярные вещества. Первичная, вторичная и третичная структура белков. Гидролиз и денатурация белков (обратимая и необратимая). Цветные реакции белков: ксантопротеиновая, биуретовая, с ацетатом свинца. Роль белков в жизнедеятельности.

### **Синтетические высокомолекулярные вещества**

Основные понятия химии ВМС: мономер, структурное звено, степень полимеризации, средняя относительная молекулярная масса. Реакции полимеризации и сополимеризации; поликонденсации (гомополиконденсации и сополиконденсации). Строение важнейших полимеров: полиэтилена, полипропилена, фенолформальдегидной смолы, поливинилхлорида, тефлона, полистирола, полиметилметакрилата, поливинилацетата. Натуральный каучук. Синтетические каучуки: бутадиеновый, дивиниловый, бутадиенстирольный, хлоропреновый. Синтетические волокна: лавсан, энант, капрон, ацетатное волокно.