

# ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО ХИМИИ

## 1. Основные понятия химии.

Атомы и молекулы. Химический элемент, простое вещество, сложное вещество, смесь веществ. Понятие об аллотропных модификациях. Относительная атомная масса, относительная молекулярная масса.

Постоянство состава вещества. Закон сохранения массы. Моль – единица количества вещества. Молярная масса. Закон Авогадро и его следствия. Явления физические и химические. Валентность и степень окисления.

## 2. Строение атома. Химическая связь. Строение вещества.

Строение ядер и электронных оболочек атомов химических элементов. s-, p-, d-элементы. Периодический закон и строение периодической системы. Изотопы.

Типы химических связей: ковалентная (полярная и неполярная), ионная, водородная, металлическая. Электроотрицательность химических элементов.

Агрегатные состояния веществ, вещества аморфные и кристаллические. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Типы кристаллических решеток.

## 3. Основные закономерности протекания химических реакций.

Классификация реакций: соединения, разложения, замещения, обмена. Окислительно-восстановительные реакции, важнейшие окислители и восстановители.

Электролиз с инертными электродами расплавов солей и оксидов, растворов солей.

Скорость химических реакций и ее зависимость от различных факторов. Катализ.

Тепловые эффекты химических реакций. Реакции экзо- и эндотермические.

Обратимость реакций. Химическое равновесие и условия его смещения (принципы Ле Шателье).

## 4. 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).

Значение растворов в медицине и биологии, в быту.

Электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Ионные уравнения реакций.

### **5. 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, хрома(III). Представления об образовании гидроксокомплексов.

### **6. 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).

Представление о гидридах. Взаимодействие гидридов с водой.

Состав летучих соединений водорода с неметаллами (диборан, силан, фосфин, арсин, селеноводород, теллуrowодород).

### **7. 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; бромиды 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.

### **8. 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.

### **9. Элементы VA группы**

Общая характеристика VA группы периодической системы.

Азот, строение молекулы, физические свойства. Химические свойства азота: взаимодействие с металлами и неметаллами.

Аммиак и нитриды металлов. 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).

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.

### **10. 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.

Гидролиз карбида кальция и карбида алюминия.

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.

Физические и химические свойства кремния, оксида кремния(IV); кремниевой кислоты и силикатов.

Природные соединения углерода и кремния. Применение соединений углерода и кремния.

### **11 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.

### **12. 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. 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.

Жесткость воды и способы ее устранения. Применение соединений магния и кальция. Медико-биологическое значение соединений магния и кальция.

### **13. 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.

### **14. 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.

### **15. 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.

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.

Взаимное влияние атомов в молекулах органических веществ: индуктивный и мезомерный эффекты.

### **16. 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, декарбоксилирование 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: каталитическое окисление (образование из метана метанола и формальдегида), горение.

Применение алканов. Конверсия метана.

### **17. Ненасыщенные углеводороды**

Гомологический ряд алкенов. Общая формула алкенов. Электронное строение молекулы этилена:  $\sigma$ –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.

Способы получения алкинов: дегидрогалогенирование дигалогеналканов; дегидрирование алкенов, взаимодействие ацетиленидов с галогеналканами. Получение ацетилена из метана и из карбида кальция.

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.

Алкадиены. Виды алкадиенов (сопряженные, изолированные и кумулированные двойные связи). Получение бутадиена из этанола и бутана; получение изопрена. Получение алкадиенов дегидрогалогенированием дигалогеналканов.

Физические свойства алкадиенов. Химические свойства алкенов: 1,2- и 1,4-присоединение; полимеризация. Натуральный и синтетический каучуки.

Применение ненасыщенных углеводородов.

### **18. 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. Гомологи бензола (толуол, ксилолы, этилбензол, кумол).

Способы получения бензола и его гомологов: дегидрирование циклоалканов, дегидроциклизация алканов, алкилирование бензола алкенами и галогеналканами; модификация синтеза Вюрца, тримеризация ацетилена.

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 ( $-CF_3$ ,  $-NO_2$ ,  $-CH=O$ ,  $-COOH$ ).

Особенности реакций гомологов бензола: реакции замещения по алкильному заместителю, окислением перманганатом калия (образование бензойной и терефталевой кислот).

### **19. 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), ароматические (бензиловый спирт и др.). Представления о енолах и кето-енольной таутомерии. Спирты первичные, вторичные, третичные.

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.

Электронное строение молекул спиртов. Образование водородной связи. Физические свойства спиртов.

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 алкоголятов с галогеналканми.

### **20. 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).

### **21. 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.

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

Электронное строение карбоксильной группы. Строение карбоновых кислот: гомологического ряда муравьиной кислоты (тривиальные названия кислот  $C_1$ - $C_7$ ); двухосновных кислот (щавелевой, малоновой, янтарной), акриловой, метакриловой, кротоновой, винилуксусной, лимонной, молочной, глюконовой, бензойной, терефталевой, салициловой, ацетилсалициловой кислот.

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).

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. Реакции карбоновых кислот с хлоридом фосфора(III) и тионилхлоридом.

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 аммиака на карбоновые кислоты с последующей гидратацией. Гидролиз нитрилов.

Применение карбоновых кислот, их солей и сложных эфиров.



## 23. 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.

## 24. 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.

Строение амилозы и амилопектина (крахмала), декстринов, целлюлозы. Химические свойства полисахаридов: гидролиз; образование эфиров целлюлозы (ацетаты, нитраты). Качественная реакция на крахмал с иодом.

Синтез глюкозы и крахмала в растениях. Превращения углеводов в организме. Применение углеводов.

## 25. Амины

Строение аминов. Классификация аминов: первичные, вторичные и третичные; алифатические и ароматические. Четвертичные аммонийные соли.

Способы получения аминов: взаимодействие галогеналканов с аммиаком (первичные амины) или аминами (вторичные, третичные амины и катионы тетраалкиламмония); восстановление нитросоединений (первичные амины).

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.

Применение аминов.

## 27. 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. Образования пептидов. Пептидная (амидная) связь.

Белки как высокомолекулярные вещества. Первичная, вторичная и третичная структура белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Гидролиз и денатурация белков (обратимая и необратимая). Цветные реакции белков: ксантопротеиновая, биуретовая, с ацетатом свинца. Роль белков в жизнедеятельности.

## **28. Гетероциклические соединения. Нуклеиновые кислоты**

Строение пиридина и пиррола (ароматичность). Физические свойства пиридина и пиррола. Химические свойства пиридина: основные свойства, нитрование, гидрирование (образование пиперидина). Сравнение кислотно-основных свойств пиррола со свойствами пиридина. Образование пирролкалия.

Строение пиримидина и пурина. Строение нуклеиновых оснований (цитозин, урацил, тимин, аденин, гуанин). Таутомерия нуклеиновых оснований.

Строение нуклеотидов. Полинуклеотиды: строение ДНК и РНК, принцип комплементарности. Роль полинуклеотидов в жизнедеятельности.

## **29. Синтетические высокомолекулярные вещества**

Основные понятия химии ВМС: мономер, структурное звено, степень полимеризации, средняя относительная молекулярная масса. Реакции полимеризации и сополимеризации; поликонденсации (гомополиконденсации и сополиконденсации).

Натуральный каучук. Синтетические каучуки: бутадиеновый, дивиниловый, бутадиенстирольный, хлоропреновый. Строение важнейших полимеров: полиэтилена, полипропилена, фенолформальдегидной смолы, поливинилхлорида, тефлона, полистирола, полиметилметакрилата, поливинилацетата. Синтетические волокна: лавсан, энант, капрон, ацетатное волокно.

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Артеменко А.И., Малеванный В.А., Тикунова И.В. Справочное руководство по химии. – М: Высшая школа, 2001.
2. Егоров А.С., Шацкая К.П. и др. Общая и неорганическая химия. Ростов н/Д: Феникс, 1997.
3. Еремин В.В., Кузьменко Н.Е. Сборник задач и упражнений по химии. Школьный курс. 8-11 классы. М: Издательство «Экзамен», 2007.
4. Кузьменко Н.Е., Еремин В.В., Попков В.А. Химия для школьников старших классов и поступающих в вузы. М: Дрофа, 1995.
5. Пособие-репетитор для поступающих в вузы под ред.Егорова А.С. – 3-е изд, исправ. и доп. – М: Высшая школа, 2005.
6. Хомченко Г.П., Хомченко И.Г. Задачи по химии для поступающих в вузы (различные издательства, разные годы).

