

Программа дополнительных вступительных испытаний по химии
(утверждена на заседании Приёмной комиссии протоколом №4 от 23.03.2018г.)

Общие законы и понятия химии

Важнейшие классы неорганических и органических веществ. Атомно-молекулярное учение. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Обусловленность свойств веществ их строением. Причины многообразия веществ: изомерия, гомология, аллотропия, изотопия. Химическая формула. Количество вещества.

Расчеты по химической формуле и уравнению реакции. Газовые законы. Объемная доля газа в смеси. Относительная плотность газа. Расчет средней молекулярной массы воздуха.

Классификация химических реакций. Способы выражения концентрации веществ.

Основы физической химии

Современные представления о строении атома. Ядро атома. Нуклиды и изотопы. Радиоактивность. Реакции ядерного деления и синтеза.

Элементарные представления квантовой механики. Принцип неопределенности и дуализм «волна–частица». Двойственная природа электрона.

Атомные орбитали. Волновые числа. Электронная конфигурация атома. Валентные электроны. Основное и возбужденное электронные состояния атомов.

Современная формулировка Периодического Закона и современное состояние Периодической Системы химических элементов Д.И. Менделеева. Закономерности изменения химических свойств элементов и их соединений по периодам и группам.

Химическая связь. Типы химической связи: ковалентная (полярная и неполярная), ионная, металлическая, водородная. Обменный и донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи. Характеристики ковалентной связи. Валентность и степень окисления. Вещества молекулярного и немолекулярного строения. Водородная связь. Межмолекулярные взаимодействия. Типы кристаллических решеток. Зависимость свойств веществ от особенностей их кристаллической решетки.

Элементарные понятия термодинамики: энергия, теплота, работа. Тепловой эффект химической реакции. Сохранение и превращение энергии при химических реакциях. Расчет теплового эффекта химической реакции. Термохимические уравнения. Закон Гесса. Понятие об энтальпии. Энтропия как функция состояния. Второй закон термодинамики. Энергия Гиббса.

Скорость химической реакции. Элементарные и сложные реакции. Энергетическая кривая химической реакции. Факторы, влияющие на скорость химической реакции. Закон действующих масс. Правило Вант-Гоффа. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Катализ. Катализаторы, их классификация и механизмы действия.

Обратимые и необратимые химические реакции. Химическое равновесие и условия его смещения. Константа равновесия. Химическое равновесие. Принцип ЛеШателье.

Растворы электролитов. Степень и константа диссоциации. Вода как слабый электролит. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Расчет pH растворов сильных и слабых электролитов. Качественные реакции. Гидролиз солей.

Окислительно-восстановительные реакции. Метод электронно-ионного баланса. Внутримолекулярное окисление-восстановление, диспропорционирование, сопропорционирование. Электролиз водных растворов. Электродные потенциалы. Электрохимический ряд напряжений металлов. Гальванические элементы. Аккумуляторы. Коррозия металлов.

Дисперсные системы. Растворение как физико-химический процесс. Тепловые эффекты при растворении. Истинные и коллоидные растворы. Эффект Тиндаля. Золь, гель. Синерезис.

Неорганическая химия

Химия неметаллов

Классификация простых веществ.

Водород. Положение водорода в Периодической Системе. Изотопы водорода. Свойства, получение и применение водорода. Топливные элементы. Водородная энергетика. Гидриды - соединения металлов с водородом.

Галогены. Общая характеристика подгруппы. Хлор - получение, физические и химические свойства (взаимодействие с простыми веществами, водой, растворами щелочей, бромидом натрия, йодом), применение. Хлорная вода и ее изменение на свету. Хлороводород - получение, физические и химические свойства, применение. Соляная кислота и ее соли. Качественная реакция на галогенид-ионы (хлорид, бромид, иодид). Кислородные соединения хлора. Бертолетова соль. Хлорная известь.

Фтор - самый сильный окислитель. Действие фтора на воду и оксид кремния (IV). Фтороводород и плавиковая кислота. Фториды. Бром и йод. Сравнение химических свойств хлора, брома и йода. Взаимное вытеснение галогенов из растворов их солей.

Подгруппа кислорода. Общая характеристика. Кислород. Озон - аллотропная модификация кислорода. Получение озона, его свойства и применение. Качественная реакция на озон. Соединения кислорода и озона.

Сера. Нахождение в природе. Физические свойства. Аллотропия (ромбическая, моноклинная, пластическая сера). Взаимодействие серы с металлами, неметаллами, растворами щелочей и сульфита натрия. Получение и применение серы.

Сероводород - получение, кислотные и восстановительные свойства. Токсичность сероводорода. Сульфиды и гидросульфиды. Обжиг сульфидных руд. Сернистый газ - оксид серы (IV). Методы получения. Сернистая кислота и ее свойства (кислотные, восстановительные, окислительные). Отбеливающее действие сернистого газа и сульфитов. Окисление сернистого газа. Серный

ангидрид и серная кислота. Различие химических свойств разбавленных и концентрированных растворов серной кислоты. Реакции концентрированной серной кислоты с металлами и неметаллами (уголь, сера, фосфор). Водоотнимающее действие концентрированной серной кислоты. Олеум. Соли серной кислоты. Качественная реакция на сульфат-ион. Термическая устойчивость сульфатов.

Подгруппа азота. Общая характеристика. Азот. Причина низкой реакционной способности азота. Проблема связывания молекулярного азота. Физические и химические (реакции с литием, магнием, кислородом, водородом) свойства азота. Аммиак - строение молекулы, физические свойства, получение. Химические свойства аммиака (аммиак - донор, аммиак - восстановитель, аммиак - кислота). Водный раствор аммиака как слабое основание. Различные теории кислот и оснований (Аррениуса, Бренстеда-Лоури, Льюиса). Соли аммония и их свойства (термическое разложение, взаимодействие с щелочами). Аммиачная селитра как удобрение и окислитель.

Оксиды азота - общая характеристика. Оксид азота (II) и его окисление до оксида азота (IV). Димеризация оксида азота (IV). Азотистый ангидрид и азотистая кислота. Окислительно-восстановительная двойственность нитритов. Азотный ангидрид и азотная кислота. Особенности взаимодействия азотной кислоты с металлами. Зависимость глубины восстановления нитрат-иона от активности металла и концентрации кислоты. Реакции азотной кислоты с неметаллами. Получение и применение азотной кислоты. Термическая устойчивость нитратов. Калийная селитра и ее применение. «Царская водка».

Фосфор. Аллотропия фосфора (белый, красный, черный). Взаимодействие фосфора с металлами, неметаллами, растворами щелочей. Применение фосфора. Фосфиды, фосфин. Оксид фосфора (V) и фосфорные кислоты. Ортофосфаты, метафосфаты, пирофосфаты. Качественная реакция на ортофосфат-ион. Низшие кислоты фосфора (фосфористая, фосфорноватистая).

Подгруппа углерода. Углерод. Аллотропия углерода - алмаз, графит, карбин, фуллерены. Получение искусственных алмазов. Стеклоуглерод. Уголь. Химические свойства углерода (реакции с металлами, неметаллами, оксидами металлов). Уголь как восстановитель в народном хозяйстве. Угарный газ - получение, физические и химические (реакции с оксидами металлов, с кислородом) свойства. Токсичность угарного газа. Углекислый газ. Карбонаты и гидрокарбонаты - соли угольной кислоты. Термическая устойчивость карбонатов. Карбонат кальция - кальцит и арагонит. Гипс и его разновидности.

Кремний - основа полупроводниковой техники. Физические и химические свойства кремния. Кремнезем (оксид кремния (IV)) и его природные формы. Силикагель. Силикаты и алюмосиликаты. Глина, полевой шпат, слюда. Выветривание. Химические свойства оксида кремния (IV) - реакции с щелочами, углем, металлами. Сравнение строения углекислого газа и кремнезема. Растворимое стекло. Кремниевые кислоты.

Бор. Акцепторный характер некоторых соединений бора. Особенности электролитической диссоциации борной кислоты. Бура.

Химия металлов

Металлы. Строение электронных оболочек атомов металлов. Общие свойства металлов. Получение и применение металлов. Сплавы. Твердые растворы. Интерметаллиды.

Металлы главных подгрупп. Щелочные металлы. Общая характеристика. Натрий и калий - методы получения, свойства. Важнейшие соединения натрия и калия - едкие щелочи, сода, поташ. Глауберова соль. Производство соды.

Общая характеристика элементов главной подгруппы второй группы. Амфотерный характер оксида и гидроксида бериллия. Магний - физические и химические свойства. Жженая магнезия, горькая соль. Сплавы магния и их использование в технике. Щелочноземельные металлы - кальций, стронций, барий и радий. Сходство и различие щелочных и щелочноземельных металлов. Жесткость воды и способы ее устранения. Соединения кальция в природе и технике. Гипс. Гашеная и негашеная известь.

Алюминий - физические и химические свойства, получение, применение. Алюмотермия как метод получения металлов. Дуралюмин, силумин. Реакции алюминия с растворами кислот и щелочей. Отношение амальгамированного алюминия к воде. Оксид алюминия в природе. Алюмосиликаты. Бокситы. Амфотерный характер оксида и гидроксида алюминия. Соли алюминия. Алюмокалиевые квасцы. Алюминаты, полученные из раствора, и сплавление. Полный необратимый гидролиз солей алюминия и слабых двухосновных кислот.

Олово и свинец - металлы главной подгруппы четвертой группы. Физические и химические свойства, применение. Белая жечь. Свинцовый аккумулятор. Токсичность соединений свинца.

Переходные металлы и их особенности. Строение электронных оболочек 3d-элементов. «Проскок» электрона. Важнейшие переходные металлы.

Хром - физические и химические свойства, применение. Изменение кислотно-основных и окислительно-восстановительных свойств соединений хрома при увеличении степени окисления. Восстановительные свойства соединений хрома(II). Амфотерный характер оксида и гидроксида хрома(III). Хроматы и дихроматы. Хромовый ангидрид. Окислительные свойства хромового ангидрида и дихромата калия. Хромовая смесь.

Марганец – физические и химические свойства, применение. Соединения марганца(II), оксид марганца(IV). Перманганат калия. Продукты восстановления перманганат-ионов в кислотной, нейтральной и сильнощелочной средах.

Железо. Полиморфизм железа. Химические свойства железа - отношение к водяному пару, кислотам, кислороду воздуха, галогенам, сере. Коррозия железа и методы борьбы с ней. Соединения железа(II). Железный купорос. Соль Мора. Окисление гидроксида железа(II) на воздухе. Соединения железа(III). Желтая и красная кровяные соли. Качественные реакции на ионы железа.

Медь – физические и химические свойства, важнейшие сплавы (латунь и бронза), применение. Соли меди(II). Медный купорос и его применение.

Действие аммиака на раствор соли меди(II). Восстановление соединений меди(II) до соединений меди(I).

Серебро –физические и химические свойства, отношение к азотной кислоте. Ляпис - нитрат серебра. Осаждение оксида серебра и его растворение под действием аммиака. Качественная реакция на ионы серебра.

Золото –благородный металл. Пробирование изделий из золотых сплавов. Отношение золота к галогенам, «царской водке».

Цинк –физические и химические свойства, применение. Амфотерный характер оксида и гидроксида цинка.

Ртуть –жидкий при комнатной температуре металл. Важнейшие свойства, токсичность соединений. Сулема.

Органическая химия

Основные положения органической химии

Предмет органической химии. Источники органических соединений. Сравнение органических и неорганических соединений. Особенности органических соединений: изомерия, гомология.

Электронное строение атома углерода. Четырехвалентность углерода. Образование цепей и циклов. Теория химического строения органических соединений. Физико-химические методы определения структуры молекул. Структурная и пространственная изомерия. Электронные эффекты (индуктивный и мезомерный) в молекулах органических соединений.

Важнейшие классы органических соединений. Понятие функциональной группы. Основы номенклатуры.

Гомолитический и гетеролитический разрыв ковалентной связи. Типы реагирующих частиц (свободные радикалы, катионы, анионы). Электрофилы и нуклеофилы. Типы химических реакций в органической химии: замещение, присоединение, отщепление, окисление, восстановление. Формы записи уравнений органических реакций.

Классификация химических реакций в неорганической и органической химии. Механизмы реакций с участием органических веществ (S_R , S_E , S_{N1} , S_{N2} , A_E).

Углеводороды

Алканы. Строение алканов. sp^3 -Гибридизация. Изомерия. Номенклатура. Физические и химические свойства алканов. Хлорирование, бромирование и нитрование алканов. Радикальный механизм замещения. Дегидрирование, изомеризация, ароматизация алканов. Крекинг. Горение и каталитическое окисление алканов. Получение и применение алканов.

Циклоалканы. Строение. Изомерия. Номенклатура. Особенности химических свойств циклопропана и циклобутана. Получение циклоалканов.

Алкены. Строение алкенов. Природа двойной связи, sp^2 -гибридизация. Изомерия (структурная и пространственная). Номенклатура. Физические и химические свойства алкенов. Гидрирование алкенов. Реакции присоединения (галогенов, галогеноводородов, воды). Правило Марковникова. Электрофильный механизм реакций присоединения. Окисление перманганатом

калия в различных условиях. Горение. Полимеризация. Получение и применение алкенов.

Алкины. Строение алкинов. Природа тройной связи, sp-гибридизация. Изомерия. Номенклатура. Физические и химические свойства алкинов. Присоединение галогенов, галогеноводородов, воды. Сравнение реакционной способности алкинов и алкенов в реакциях присоединения. Димеризация и тримеризация ацетилена. Взаимодействие терминальных алкинов с основаниями. Горение ацетилена. Получение и применение алкинов.

Диены. Изомерия и номенклатура. Строение сопряженных диенов. Физические и химические свойства 1,3-диенов. 1,2- и 1,4-присоединение галогенов и галогеноводородов. Полимеризация. Получение диенов.

Арены. Строение бензольного ядра. Изомерия и номенклатура гомологов бензола. Физические и химические свойства бензола. Нитрование, галогенирование, алкилирование. Механизм реакций электрофильного замещения в бензоле. Ориентирующее действие заместителей в бензольном кольце в реакциях замещения. Гидрирование и радикальное хлорирование бензола. Реакции гомологов бензола с участием боковых цепей (галогенирование, окисление). Получение и применение ароматических углеводов. Источники углеводов.

Нефть, газ, уголь. Переработка нефти: ректификация, крекинг, риформинг, пиролиз. Синтез-газ и его получение.

Галогенпроизводные углеводов (алифатические и ароматические)

Галогенпроизводные алифатических и ароматических углеводов. Строение. Изомерия. Номенклатура. Физические и химические свойства. Природа связи углерод-галоген. Замещение галогена на гидроксильную группу в галогеналканах и галогенаренах. Нуклеофильное замещение. Синтез аминов, нитрилов, нитросоединений. Дегидрогалогенирование. Правило Зайцева. Синтез алканов реакцией Вюрца. Получение галогенпроизводных. Галогенирование бензола и его производных. Значение галогенпроизводных в органическом синтезе.

Кислородсодержащие соединения

Спирты. Строение. Атомность. Изомерия. Номенклатура. Одноатомные спирты. Физические и химические свойства. Взаимодействие с щелочными металлами. Замещение гидроксильной группы на галоген. Внутримолекулярная и межмолекулярная дегидратация спиртов. Взаимодействие спиртов с неорганическими и органическими кислотами. Окисление первичных и вторичных спиртов. Получение: гидратация алкенов, гидролиз галогеналканов, брожение сахаров. Применение спиртов.

Многоатомные спирты: этиленгликоль, глицерин. Получение. Особенности химического поведения. Качественная реакция на многоатомные спирты (образование хелатных комплексов при взаимодействии с гидроксидом меди). Применение.

Фенолы. Строение фенола. Номенклатура замещенных фенолов. Физические и химические свойства. Взаимное влияние бензольного ядра и

гидроксильной группы. Кислотность (сравнение со спиртами). Реакции бензольного кольца. Качественные реакции фенола.

Альдегиды и кетоны. Строение карбонильной группы. Изомерия и номенклатура альдегидов и кетонов. Физические и химические свойства. Восстановление и окисление карбонильной группы. Качественные реакции на альдегиды. Присоединение по карбонильной группе. Понятие о енольной форме, кето-енольная таутомерия. Получение и применение карбонильных соединений.

Карбоновые кислоты. Строение карбоксильной группы. Номенклатура. Изомерия. Предельные одноосновные карбоновые кислоты. Физические и химические свойства. Получение карбоновых кислот окислением органических соединений.

Сложные эфиры. Реакция этерификации. Гидролиз сложных эфиров. Функциональные производные кислот: хлорангидриды, ангидриды, амиды, нитрилы. Получение, взаимные превращения и гидролиз.

Азотсодержащие соединения

Нитросоединения. Получение из алкилгалогенидов, аренов.

Амины. Строение, номенклатура, изомерия. Получение -алкилирование аммиака и восстановление нитросоединений. Физические и химические свойства аминов. Основность. Сравнение алифатических и ароматических аминов. Реакция азосочетания. Диазосоединения. Получение аминов.

Гетероциклы. Понятие о насыщенных и ароматических гетероциклах. Шестичленные ароматические гетероциклы: пиридин, пиримидин. Пятичленные ароматические гетероциклы: пиррол, имидазол. Сравнение свойств пиррола и пиридина: ароматичность, кислотно-основные свойства. Примеры пятичленных гетероциклов с другими гетероатомами: фуран, тиофен. Пурин как пример конденсированного гетероцикла.

Биологически активные вещества

Углеводы. Классификация углеводов (моно- и полисахариды). Строение и классификация моносахаридов. Глюкоза, фруктоза, рибоза, дезоксирибоза-примеры моносахаридов. Химические свойства альдегидоспиртов на примере глюкозы. Открытая и циклическая формы. Восстановление и окисление карбонильной группы. Реакции гидроксильных групп. Сахароза – пример невосстанавливающего дисахарида. Мальтоза, лактоза, целлобиоза-восстанавливающие дисахариды. Полисахариды - крахмал, целлюлоза, гликоген. Строение, химические свойства. Образование сложных эфиров целлюлозы. Гидролиз полисахаридов.

Жиры –сложные эфиры глицерина. Омыление и гидрогенизация жиров. Мыла.

Аминокислоты. Изомерия, номенклатура, классификация. Природные аминокислоты. Получение, физические и химические свойства. Амфотерность. Биологическая роль α -аминокислот.

Белки. Строение. Пептидная связь. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура белков. Классификация. Химические свойства:

гидратация, денатурация. Цветные реакции белков. Каталитические свойства ферментов.

Нуклеиновые кислоты. Строение. ДНК, РНК. Нуклеотиды, нуклеозиды. Пуриновые и пиримидиновые основания в составе нуклеиновых кислот. Лактим-лактаминная таутомерия. Двойная спираль. Биологическая роль нуклеиновых кислот.

Синтетические высокомолекулярные вещества и полимерные материалы на их основе

Общие понятия химии высокомолекулярных соединений: мономер, полимер, структурное звено, степень полимеризации, средняя молекулярная масса. Классификация высокомолекулярных соединений. Линейная, разветвлённая и пространственная структура полимеров. Особенности полимерного состояния вещества. Аморфное и кристаллическое состояние полимеров.

Зависимость свойств полимеров от их строения.

Способы получения полимеров: полимеризация, сополимеризация, полимеризация с раскрытием цикла, поликонденсация.

Классификация пластмасс. Термопластичные полимеры (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол, полиметилметакрилат). Термореактивные полимеры (фенолформальдегидные смолы). Наполненные пластмассы.

Синтетические каучуки, их специфические свойства и применение.

Стереорегулярные каучуки. Резина.

Синтетические волокна. Полиэфирные, полиамидные, полиакрилонитрильные волокна: строение, свойства, применение.