

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

12.02.2017

Регистрационный № УД-3688/уч.



**Государственный экзамен по специальности, направлению
специальности, специализации**

**Учебная программа учреждения высшего образования
для специальности:**

1-31 05 01 Химия (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 05 01-01 «научно-производственная деятельность»

Специализация:

1-31 05 01-01 01 «Аналитическая химия»

(кафедра аналитической химии)

Минск
2017

Программа государственного экзамена составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 05 01-2013 и учебного плана G-31-155/уч 2013 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

И.В. Мельситова, доцент кафедры аналитической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент

А.Л. Гулевич, профессор кафедры аналитической химии БГУ, доктор химических наук, профессор;

В.В. Егоров, профессор кафедры аналитической химии БГУ, доктор химических наук, профессор;

С.М. Лещев, профессор кафедры аналитической химии БГУ, доктор химических наук, профессор;

Л.А. Мечковский, доцент кафедры физической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

Л.М. Володкович, старший преподаватель кафедры физической химии;

С.В. Ващенко, доцент кафедры неорганической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

Т.Н. Воробьева, профессор кафедры неорганической химии БГУ, доктор химических наук, профессор;

В.И. Тыворский, доцент кафедры органической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

Н.А. Ильина, доцент кафедры органической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

Е. И. Василевская, доцент кафедры неорганической химии БГУ, кандидат химических наук, доцент;

М. В. Шишенок, доцент кафедры химии высокомолекулярных соединений БГУ, кандидат химических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Учебно-методической комиссией химического факультета БГУ

09.01.2017 г., прот. № 4
(дата, номер протокола)

Советом химического факультета БГУ

24.01.2017 г., прот. № 5
(дата, номер протокола)

Научно-методическим советом БГУ

11.01.2017 г., прот. № 2
(дата, номер протокола)



Пояснительная записка

Целью государственного экзамена по химии является проверка уровня знаний фундаментальных основ химии у выпускников химического факультета Белорусского государственного университета. Государственный экзамен по химии является интегрированным; программа государственного экзамена по химии включает вопросы, изучавшиеся студентами факультета в рамках различных химических дисциплин с учетом направлений специальности и специализации.

Данная программа предназначена для студентов направления «Химия (научно-производственная деятельность)» специализации «Аналитическая химия», проходивших обучение на кафедре аналитической химии.

В общей части программы материал подразделяется на модули. В модуле «Получение, анализ, структура и свойства химических веществ» рассматривается строение атома; периодическая система химических элементов; способность атомов к образованию химических связей как в молекулах, так и в твердых телах с немолекулярной структурой, строение и свойства молекул, свойства неорганических соединений; свойства и строение органических соединений, в том числе высокомолекулярных; методы исследования и анализа различных объектов. В модуль «Физико-химические закономерности химических процессов» включены условия и закономерности протекания химических процессов, включая условия равновесия, кинетику и термодинамику фазовых превращений, явления на поверхностях раздела фаз, в электрохимических системах и дисперсных системах. В модуле направления специальности рассматриваются вопросы строения кристаллических и аморфных твердых фаз, общие особенности химических реакций с участием твердых тел. В заключительной части программы представлены вопросы по специализации.

Экзаменационный билет включает 4 вопроса по количеству модулей, представленных в программе.

При подготовке к Государственному экзамену по химии формируются следующие компетенции, предусмотренные образовательным стандартом высшего образования ОСВО 1-31 05 01 «Химия (по направлениям)»:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

СЛК-2. Быть способным к социальному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике.

СЛК-7. Пользоваться в равной степени двумя государственными языками Республики Беларусь и иным иностранным языком как средством делового общения.

ПК-1. Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, анализировать перспективы и направления развития отдельных областей химической науки.

Содержание программы

1. Модуль «Получение, анализ, структура и свойства химических веществ»

1.1. Строение электронных оболочек и ядра атома. Периодический закон. Строение и свойства молекул

Волновая теория строения атома. Волновая функция, радиальная и угловые части. Квантовые числа. Многоэлектронный атом. Принцип Паули. Правило Хунда. Электронные конфигурации атомов. Основное и возбужденные электронные состояния атомов.

Спектры атомов. Межэлектронные и спин-орбитальное взаимодействия. Термы многоэлектронного атома.

Явление радиоактивности. Устойчивость ядер. Важнейшие типы радиоактивных превращений ядер. Закон радиоактивного распада. Постоянные распада. Природная и искусственная радиоактивность.

Периодический закон. Его физический смысл и значение. Периодическая система химических элементов. Формирование электронных слоев атомов и формирование периодов. s-, p-, d-, f- элементы.

Атомные и ионные радиусы. Орбитальные и эффективные (ковалентные, металлические, вандерваальсовы) радиусы. Энергия ионизации и энергия сродства атомов к электрону. Электроотрицательность. Периодичность изменения этих величин.

Периодичность изменения химических свойств элементов и образуемых ими соединений.

Основные типы химической связи: ковалентная, ионная, металлическая. Многоцентровая связь, δ - и π -связи.

Ковалентная связь. Квантово-химическая трактовка природы химических связей и строения молекул. Химическая связь в молекуле водорода. Основные положения методов валентных связей и молекулярных орбиталей. Их сравнительные возможности.

Концепция гибридизации атомных орбиталей. Концепция отталкивания электронных пар. Пространственная конфигурация молекул и ионов.

Количественные характеристики химической связи: энергия, длина, степень ионности, дипольный момент.

Трактовка ионной связи на основе электростатических представлений.

Особенности химической связи в комплексных соединениях и механизм её образования. Теория кристаллического поля и метод молекулярных орбиталей в применении к комплексным соединениям.

Силы Ван-дер-Ваальса. Водородная связь.

Методы исследования и способы описания геометрических параметров молекул. Симметрия молекул. Основные виды изомерии молекул и принципы динамической стереохимии.

Энергетические параметры молекул. Понятие об энергиях образования молекул. Энергетические состояния: электронные, колебательные и вращательные спектры молекул.

Магнитные свойства молекул. Спектры электронного парамагнитного резонанса и ЯМР спектры – принципы и возможности исследования структуры и свойства молекул.

1.2. Строение и свойства неорганических соединений

s-Элементы. Типы химических связей. Оксиды, гидроксиды, соли. Общая характеристика. Особенности химии s-элементов II периода.

p-Элементы. Валентность и степени окисления атомов. Изменение атомных радиусов, энергии ионизации и сродства к электрону по периодам и группам. Образование катионных и анионных форм, комплексообразование. Особенности свойств p-элементов II и V периодов.

Простые вещества, образуемые p-элементами. Аллотропия и полиморфизм. Химические свойства галогенов, кислорода, озона, халькогенов, азота, фосфора, углерода, кремния.

d-Элементы. Валентность и степени окисления атомов. Изменение атомных радиусов и энергий ионизации по группам, периодам. Особенности изменения химических свойств d-элементов по группам и периодам по сравнению с p-элементами. Образование катионных и анионных форм, комплексообразование.

Гидриды. Типы гидридов: солеобразные, полимерные, летучие, гидриды внедрения. Типичные примеры и общая характеристика свойств каждой группы гидридов. Гидридокомплексы.

Оксиды. Типы оксидов: оксиды с ионной, молекулярной и полимерной структурой. Нестехиометрические оксиды. Кислотные, основные, амфотерные оксиды. Их отношение к воде, кислотам, щелочам. Окислительно-восстановительные свойства оксидов. Двойные оксиды. Пероксиды. Надпероксиды. Озониды.

Гидроксиды. Типы гидроксидов: гидроксиды с ионной, молекулярной, полимерной структурой. Кислоты, основания и амфотерные гидроксиды. Кислотно-основные свойства гидроксидов s-,p-,d-элементов изменение по периодам и группам, в зависимости от степени окисления элемента.

Соли. Соли кислородсодержащих и бескислородных кислот. Склонность элементов к вхождению в состав солей в катионной и анионной фор-

мах в зависимости от химической природы элемента и степени окисления. Простые и комплексные соли. Кристаллогидраты. Гидролиз солей.

Комплексные соединения. Типичные комплексообразователи и лиганды. Пространственная конфигурация комплексных ионов. Особенности диссоциации комплексных соединений в растворе. Карбонилы металлов. Хелатные комплексы. Многоядерные комплексы. π -комплексы. Равновесия комплексообразования. Факторы, определяющие состояние равновесия: природа центрального атома и лиганда, рН, ионная сила, температура. Ионные ассоциаты.

1.3. Строение и свойства органических соединений, включая высокомолекулярные

Типы связей в молекулах органических соединений. Концепция гибридизации для описания ковалентных связей. Изомерия органических соединений (структурная и пространственная). Типы пространственных изомеров и их обозначения.

Алканы. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия. Строение молекулы метана. Химические свойства алканов. Общие представления о механизме цепных свободнорадикальных реакций замещения в алканах: галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, окисление. Углеводороды в природе. Нефть и ее переработка.

Алкены. Строение молекулы этилена. Номенклатура, структурная и пространственная изомерия. Способы образования двойной связи. Дегидрогалогенирование алкилгалогенидов, дегидратация спиртов (правило Зайцева). Общие сведения о реакционной способности алкенов. Присоединение электрофильных реагентов по двойной связи. Механизм и региоселективность этих реакций. Правило Марковникова и его интерпретация.

Алкадиены. Особенности электронного строения и химических свойств 1,3-диенов. Образование продуктов 1,2- и 1,4-присоединения. Реакция Дильса-Альдера (диеновый синтез). Понятие об изопреноидах.

Алкины. Методы получения и гомологизации ацетиленов. Важнейшие химические свойства алкинов, гидратация (реакция Кучерова).

Ароматические углеводороды, особенности электронного строения и химических свойств. Понятие об ароматичности и ее критериях. Механизм и закономерности реакций электрофильного замещения в ароматическом ядре, их значение для функционализации и промышленной переработки аренов.

Галогенпроизводные углеводородов. Способы образования связи углерод-галоген. Реакции нуклеофильного замещения атома галогена как метод получения органических соединений различных классов. Представление о механизмах нуклеофильного замещения у насыщенного атома углерода.

Конкуренция реакций нуклеофильного замещения и элиминирования. Использование представлений о закономерностях их протекания при планировании направленных синтезов на основе галогенпроизводных углеводородов. Особенности реакционной способности арилгалогенидов в реакциях нуклеофильного замещения. Активированные галогенарены.

Получение литий- и магнийорганических соединений, их применение в органическом синтезе.

Спирты, методы синтеза важнейших представителей. Строение ОН-группы и типы реакций спиртов. Активация ОН-группы в реакциях нуклеофильного замещения. Дегидратация спиртов, получение простых и сложных эфиров. Диэтиловый эфир. Окисление спиртов.

Многоатомные спирты. Этиленгликоль. Глицерин, 1,4-бутандиол. Циклические простые эфиры. Краун-эфиры. Комплексные гликоляты меди.

Фенолы. Методы получения фенола. Строение молекулы фенола и типы реакций. Сравнительная характеристика химических свойств спиртов и фенолов. Гидрохинон.

Альдегиды и кетоны. Способы синтеза важнейших представителей. Строение карбонильной группы и типы реакций альдегидов и кетонов. Реакции с гетероатомными нуклеофилами, получение и использование производных по карбонильной группе (ацетали, имины, оксимы, гидразоны). Взаимодействие карбонильных соединений с металлоорганическими соединениями (синтез Гриньяра). Кето-енольная таутомерия и связанные с ней свойства карбонильных соединений. Строение енолят-иона. Альдольно-кетоновая конденсация и ее механизм. α,β -Непредельные карбонильные соединения, синтез и реакции 1,2- и 1,4-присоединения. Хиноны.

Карбоновые кислоты и их производные. Основные методы получения. Сложные эфиры. Реакция этерификации и гидролиз сложных эфиров, их механизм. Взаимопревращения карбоновых кислот и их производных, представление о механизмах, роль кислотного и основного катализа. Галогенангидриды и ангидриды кислот, сложные эфиры, амиды, нитрилы. Жиры, их состав. Жирные кислоты. Непредельные и дикарбоновые кислоты.

Нитросоединения. Способы получения и важнейшие свойства. Продукты полного и частичного восстановления ароматических нитросоединений.

Амины. Классификация и основные способы получения. Химические свойства. Роль неподеленной электронной пары азота в проявлении основных и нуклеофильных свойств. Особенности свойств ароматических аминов. Реакция диазотирования и ее значение в органическом синтезе. Азосочетание, получение азокрасителей. Метилоранж.

Углеводы. Важнейшие представители моносахаридов, особенности их строения и свойств. Глюкоза. Фруктоза. Представление о строении дисахаридов и полисахаридов: сахароза, крахмал, целлюлоза.

Гидроксикислоты. Природные источники и важнейшие представители гидроксикислот: молочная, яблочная, винная, лимонная кислоты. Особенности их пространственного строения. Салициловая кислота. Представление об альдегидо- и кетокислотах. Пировиноградная, ацетоуксусная кислоты. Ацетоуксусный эфир.

Аминокислоты. Важнейшие природные α -аминокислоты, особенности их строения и свойств. Представление о составе и структуре белков. Капролактam. Пара-аминобензолсульфокислота, представление о сульфаниламидных препаратах.

Гетероциклические соединения, общие принципы их классификации. Важнейшие пяти- и шестичленные гетероароматические соединения с одним гетероатомом. Сравнительная характеристика их свойств.

Синтез высокомолекулярных соединений. Поликонденсация (уравнения реакций синтеза полиэфиров, полиамидов, полисилоксанов, фенолформальдегидных высокомолекулярных соединений). Радикальная полимеризация виниловых, винилиденовых и диеновых мономеров (уравнения реакций инициирования, роста, передачи и обрыва цепи). Катионная полимеризация виниловых, винилиденовых и диеновых мономеров (уравнения реакций инициирования, роста, передачи и обрыва цепи). Анионная полимеризация виниловых, винилиденовых и диеновых мономеров (уравнения реакций инициирования, роста, передачи и обрыва цепи). Координационная полимеризация виниловых и диеновых мономеров (уравнения реакций инициирования, роста, передачи и обрыва цепи).

Структура высокомолекулярных соединений. Конфигурационная изомерия. Конформационная изомерия. Гибкость цепи. Молекулярно-массовое распределение. Фазовые состояния. Морфологическая структура. Релаксационного состояния.

Свойства высокомолекулярных соединений. Набухание и растворимость. Высокоэластические и вынужденноэластические деформации. Прочность.

Полимерные материалы. Каучуки. Резины. Пластмассы. Волокна. Пленки.

Характеристика (получение, структура, свойства и применение) крупнотоннажных полимеров (полиэтилена; полипропилена; полистирола; поливинилхлорида; политетрафторэтилена; полиакрилонитрила; полиметилметакрилата; полибутадиена; полиизобутилена; полиизопрена; полихлоропрена;

полиэтилентерефталата; полигксаметиленадипаида; поли-п-фенилен-терефталамида.

1.4. Методы разделения, обнаружения и определения веществ

Аналитическая классификация ионов и периодическая система химических элементов. Сульфидный, кислотнo-щелочной и аммиачно-фосфатный методы разделения катионов.

Экстракционные и сорбционные методы разделения и концентрирования. Факторы, определяющие межфазный перенос компонентов в экстракционных и сорбционных системах.

Хроматография. Принципы хроматографического разделения. Параметры хроматограмм. Газовая, жидкостная и сверхкритическая флюидная хроматография.

Титриметрия. Кислотно-основное, комплексометрическое и электрохимическое титрование. Кривые титрования. Индикаторы.

Гравиметрия. Варианты гравиметрии: методы осаждения, отгонки, выделения. Термогравиметрия. Реагенты-осадители: минеральные, органические.

Электроанализ. Потенциометрия, вольтамперометрия, кулонометрия.

Оптические методы анализа. Атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный и молекулярно-абсорбционный анализ. Реагенты и реакции в фотометрическом анализе. Экстракционно-фотометрический анализ.

Радиоактивационный анализ. Масс-спектральный анализ. Колебательная спектроскопия (ИК и КР).

Спектральные методы анализа и исследования. Люминесцентный анализ, ЭПР- и ЯМР-спектроскопия.

Основы рентгеноструктурного анализа. Дифракция рентгеновских лучей. Определение параметров решетки и симметрии кристалла.

Методы исследования поверхности. Оже-электронная спектроскопия. Рентгенофотоэлектронная спектроскопия. Электронный микроскоп. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая спектроскопия.

2. Модуль «Физико-химические закономерности химических процессов»

Постулаты и законы химической термодинамики. Функции состояния: температура, внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, энергии Гиббса и Гельмгольца. Условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания

процессов, выраженные через характеристические функции. Энергетика химических реакций, закон Гесса и уравнение Кирхгоффа, теплоёмкость газов, жидкостей и кристаллов.

Условия равновесия и термодинамика фазовых превращений одно- и многокомпонентных неизолированных систем. Химический потенциал компонента в идеальных и реальных конденсированных и газовых системах, выбор стандартного состояния. Растворимость твердых тел и газов в жидкости, влияние различных факторов на растворимость. Типы растворов, их термодинамическая классификация, свойства идеальных растворов. Активность, коэффициент активности и способы их определения. Ограниченная и полная взаимная растворимость компонентов в различных фазовых состояниях. Коллоидное состояние вещества. Особенности свойств дисперсных систем и их классификация. Получение и молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем, их устойчивость.

Основы термодинамического описания поверхностных явлений. Поверхностное натяжение, адгезия, смачивание, флотация, капиллярное давление. Адсорбция, уравнения адсорбции, изотерма адсорбции.

Условия равновесия систем с химическими реакциями. Константа равновесия и изменение энергии Гиббса химической реакции, их вычисление в идеальных и реальных системах. Влияние температуры и давления на химическое равновесие.

Основные понятия химической кинетики: скорость, константа скорости, порядок и молекулярность химической реакции. Основной постулат химической кинетики и его применение к простым и сложным химическим реакциям, кинетические уравнения для реакций различных порядков.

Влияние температуры на скорость химической реакции. Уравнение Аррениуса, понятие об энергии активации и методах ее определения.

Теории химической кинетики: теория активных соударений и теория активированного комплекса. Термодинамический аспект теории активированного комплекса.

Особенности кинетики цепных, фотохимических и топохимических реакций: предельные явления в кинетике цепных реакций, основные законы фотохимии и понятие квантового выхода. Кинетика реакций в растворах. Клеточный эффект.

Понятие о катализе и катализаторах. Гомогенный и гетерогенный катализ. Энергетические профили каталитических реакций. Основы теории гетерогенного катализа. Физико-химические основы технологии производства аммиака, серной и азотной кислот.

Равновесие в растворах электролитов. Классификация электролитов. Основы теории Дебая-Гюккеля, ионная сила раствора и средний ионный ко-

эффицент активности. Современные теории кислот и оснований (Бренстеда-Лоури, Льюиса-Пирсона).

Неравновесные явления в растворах электролитов: диффузия и миграция ионов в растворе. Электропроводность растворов электролитов, кондуктометрия.

Равновесные электродные процессы. Понятие о скачке потенциала на границе раздела фаз. Электрохимический потенциал. Образование и строение двойного электрического слоя. Уравнение Нернста. Стандартные электродные потенциалы. Классификация электродов и электрохимических цепей. Термодинамика обратимых электрохимических систем. ЭДС гальванического элемента и её измерение.

Кинетика электродных процессов, поляризация электродов. Плотность тока обмена как мера скорости электродного процесса.

3. Модуль вопросов направления специальности: 1-31 05 01-01 «Химия (научно-производственная деятельность)»

Понятие симметрии. Операции симметрии и элементы симметрии. Точечные элементы симметрии. Оси симметрии, порядки осей, плоскость симметрии, центр инверсии. Распределение групп симметрии по классам и сингониям. Порядок групп симметрии.

Открытые элементы симметрии - трансляции, плоскости скольжения, винтовые оси. Узловые ряды и узловые сетки. Симметрия узловых сеток. Пространственные решётки. Трансляционные группы симметрии. Правила выбора элементарных ячеек пространственных решеток, их типы. Ячейки Браве.

Дифракционные методы исследования - рентгеноструктурный анализ (РСА), электронный структурный (ЭСА), нейтронный структурный анализ (НСА). Их сравнительные возможности.

Способы описания химической связи в твёрдых телах. Влияние характера химической связи на тип кристаллической структуры. Кристаллы ковалентные, ионные, металлические, молекулярные. Различные подходы к классификации кристаллических структур.

Металлическая связь. Структурные типы металлов. Полиморфизм металлов. Кристаллические структуры металлов различных групп Периодической системы элементов.

Кристаллические структуры простых веществ неметаллов. Изменения характера кристаллических структур простых веществ, относящихся к одной группе Периодической системы элементов, с увеличением порядковых номеров элементов.

Классическая и современная трактовка изоморфизма. Типы изоморфных замещений. Твёрдые растворы замещения. Правило Вегарда. Изовалентные и гетеровалентные замещения. Полиморфизм. Виды полиморфизма.

Дефекты в кристаллах. Типы точечных дефектов. Равновесные и биографические дефекты. Дислокации.

Диффузия в твердых телах. Механизмы диффузии. Законы Фика. Коэффициент диффузии; самодиффузия.

Фазовые переходы в твердых телах. Термодинамическая классификация. Переходы 1 и 2-го рода. Переходы реконструктивные и деформационные, затрагивающие первую и вторую координационную сферу. Переходы типа «порядок-беспорядок».

Модель квазисвободных электронов. Образование разрешенных и запрещенных зон в твердом теле. Теория сильно связанных электронов. Особенности зонного строения металлов, диэлектриков, полупроводников.

Донорные и акцепторные примеси в полупроводниках. Уровень Ферми в полупроводниках и металлах.

Активное состояние твердых тел. Термодинамическая интерпретация активного состояния. Экспериментальное определение активности. Влияние размера кристаллитов на их химическую активность.

Общие особенности различных типов химических реакций с участием твердых тел. Реакции типа «твердое+твердое». Понятие «топохимическая реакция». Кинетика разложения твердых тел. Лимитирующие стадии твердофазных реакций.

Полупроводниковые материалы. Особенности физических свойств, кристаллической структуры и химической связи в полупроводниковых материалах. Влияние различных факторов на ширину запрещенной зоны, тип и величину проводимости. Нестехиометрические полупроводниковые соединения.

Органические полупроводники. Соединения с поли- π -сопряженными связями, комплексы с переносом зарядов, молекулярные кристаллы. Дефекты альтернирования связей; механизмы образования свободных носителей зарядов в транс-полиацетилене.

Металлические материалы. Факторы, влияющие на физические и химические свойства металлов. Твердые растворы, интерметаллические соединения, гетерогенные сплавы. Факторы, определяющие механические свойства металлов и сплавов.

Диэлектрические материалы. Керамические материалы. Пористые и скелетные структуры. Конструкционные и строительные материалы. Вяжущие материалы.

Стекла. Влияние различных факторов на стеклообразование, способность стекол к кристаллизации. Полупроводниковые стекла.

Магнитные свойства кристаллов. Парамагнетики, ферро-, ферри- и антиферромагнетики. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Доменная структура.

Сегнетоэлектрические свойства кристаллов. Примеры сегнетоэлектриков и их использование. Фазовый переход в титанате бария. Пьезоэлектрики.

Выращивание монокристаллов из растворов, растворов-расплавов и паровой фазы. Использование фазовых диаграмм состояния для управления процессами выращивания монокристаллов.

Получение пленок и покрытий. Вакуумные методы получения пленок. Осаждение пленок из растворов с использованием реакций гидролиза и восстановления.

Принципы очистки веществ с использованием равновесий жидкость-пар, твердое-пар, твердое-жидкое, а также с применением химических превращений.

4. Модуль вопросов специализации 1-31 05 01-01 01 «Аналитическая химия» (кафедра аналитической химии)

Потенциометрический метод анализа. Определение. Основные термины и понятия: гальваническая ячейка, индикаторный электрод, электрод сравнения. Схематическая запись. Правила знаков э.д.с. и электродных потенциалов.

Распределение заряженных частиц между фазами. Условие Гуггенгейма. Количественное описание межфазового потенциала.

Стеклянный электрод для определения pH. Устройство и механизм функционирования. Теория Никольского: основные положения, уравнение Никольского. Физический смысл коэффициента селективности. Уравнение Никольского-Эйзенмана для стеклянного электрода. Способы управления селективностью. Электроды с функциями щелочных металлов.

Электроды на основе труднорастворимых осадков. Устройство, механизм функционирования, факторы, определяющие нижний предел обнаружения и селективность, важнейшие представители.

Электроды на основе жидких ионообменников. Устройство, механизм функционирования, механизмы возникновения нижнего и верхнего предела обнаружения, важнейшие представители.

Электроды на основе нейтральных переносчиков. Устройство, механизм функционирования, природа селективности, причины возникновения анионных функций, важнейшие представители.

Сложные устройства на основе ионселективных электродов: газовые селективные электроды, ферментные электроды, ионселективные полевые транзисторы. Устройство и принципы функционирования.

Погрешности потенциометрического анализа: основные источники и пути устранения.

Электроды, обратимые к анионным комплексам металлов. Механизм функционирования, принципы выбора оптимального фона, важнейшие представители.

Принципиальная схема газового хроматографа. Газ-носитель и его роль в процессе разделения. Детекторы газовой хроматографии. Их характеристика. Особенности устройства и функционирования. Влияние скорости потока газа-носителя на эффективность насадочных и капиллярных колонок. Уравнение Ван-Деемтера. Уравнение Голя. Основы качественного и количественного газо-хроматографического анализа. Характеристика неподвижных и подвижных фаз в жидкостной адсорбционной хроматографии. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Теоретические основы метода. Характеристика неподвижных фаз, используемых в высокоэффективной жидкостной хроматографии. Характеристика плоскостных вариантов жидкостной хроматографии. Характеристика основных способов ионизации исследуемых соединений при их масс-селективном детектировании. Особенности устройства и функционирования анализаторов масс различных типов. Структура масс-спектров и основные правила их интерпретации.

Введение. Классификация оптических методов анализа. Оптические методы в анализе объектов окружающей среды.

Атомно-абсорбционный метод анализа. Способы атомизации образцов в ААА. Механизм атомизации. Гидридный метод. Количественный ААА. Градуировочные графики. Метод добавок.

Атомно-эмиссионный анализ. Интенсивность спектральной линии. Источники возбуждения спектров. Методы количественного анализа. Способы регистрации спектров. Фотоэлектрическая регистрация спектров.

Молекулярный абсорбционный анализ. УФ-спектрофотометрия в анализе. Фотометрический анализ органических соединений. Экстракционно-фотометрический анализ.

Люминесцентный анализ. Законы фотолюминесценции. Количественный люминесцентный анализ.

Рефрактометрический анализ. Поляриметрический анализ. Нефелометрия и турбидиметрия.

Количественное описание экстракции неэлектролитов. Термодинамические и концентрационные константы распределения. Расчет степени экстракции. Закономерности жидкостной экстракции слабых кислот, оснований и амфотерных электролитов. Взаимосвязь констант и коэффициентов распределения псевдоэлектролитов. Разделение органических веществ различной кислотно-основной природы методом диссоциативной экстракции. Экстракция молекулярных форм металлокомплексов и ее использование для выделения металлов из растворов. Экстракция нейтральных внутрикомплексных соединений и ее использование для определения металлов. Анионообменная экстракция органических, неорганических и металлокомплексных анионов высшими четвертичными аммониевыми солями и ее применение в аналитической химии. Закономерности экстракции ионных ассоциатов, и ее применение в аналитической химии лекарственных препаратов.

Рекомендуемая учебная литература

Основная

1. Неорганическая химия: в 3 т. / Под ред. Ю.Д.Третьякова.– М.: Akademia, 2004-2008.
2. Неорганическая химия. Химия элементов: в 2 т. / под ред. Ю. Д. Третьякова. М. : МГУ, 2007.
3. Шрайвер Д., Эткинс П. Неорганическая химия: в 2 т. М. : Мир, 2004.
4. Хаускрофт К., Констебл Э. Современный курс общей химии. в 2 томах. М: Мир, 2002
5. Физическая химия. Под редакцией Краснова К.С. Т.1, Т.2, М.: Высшая школа, 2001. Разделы III, IV, V, VI, VII, VIII.
6. Савицкая Т. А. Коллоидная химия : опорный конспект лекций для студ. спец. 1-31 05 01 "Химия" / Т. А. Савицкая, Д. А. Котиков. - Минск : БГУ, 2009.
7. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2002.
8. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. Бином. Лаборатория знаний. 2003
9. Шишенок, М. В. Высокомолекулярные соединения. Минск: Вышэйшая школа, 2012.
10. Шишенок, М. В. Л.П. Круль. Основы химии высокомолекулярных соединений. Минск: БГУ, 2010.
11. Основы аналитической химии. В 2-х кн. под редакцией Ю.Л.Золотова. М.: Высшая школа, 2002.
12. Дамаскин Б.Б. Принципы современных методов изучения электрохимических реакций. – М.: 1965.
13. Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д. Химия твердого тела. – М.: Академия, 2006
14. Каратаева, Т. П. Основы кристаллохимии/ Т.П. Каратаева - Минск: БГУ, 2001
15. Егоров- Тисменко, Ю.Г. Кристаллография и кристаллохимия /Ю.Г.Егоров-Тисменко.-М.: Изд-во КДУ, 2005.
16. Воробьева Т. Н., Кулак А.И., Свиридова Т.В. Химия твердого тела: Классический университетский учебник. –Минск: БГУ, 2011.
17. Отто М. Современные методы аналитической химии: в 2 т. М.: Техносфера, 2003 г.
18. Гулевич А.Л., Лещев С.М., Рахманько Е.М. Экстракционные методы разделения и концентрирования веществ пособие для студентов хим. фак. Минск, Изд-во БГУ. 160 с.
19. В.А. Винарский Курс лекций в 2-х частях. Изд. центр БГУ, 2003
20. Агасян П.К., Николаева Е.Р. Основы электрохимических методов анализа: Потенциометрический метод. М.: Изд. МГУ. 1986.
21. Айвазов Б.В. Введение в хроматографию. М.: Высш. школа, 1983.
22. Юинг Г. Инструментальные методы анализа. М.: Мир, 1989.

23. Мечковский, Л.А. Химическая термодинамика : пособие для студентов, обуч. по спец. 1-31 05 01 "Химия (по напр.)" : в 2 ч. / Л. А. Мечковский, А. В. Блохин ; Бел. гос. ун-т. - Минск : БГУ, 2013.

Дополнительная

1. Хьюи, Дж. Неорганическая химия. Строение вещества и реакционная способность М. : Химия, 1987.
2. Общая химия в формулах, определениях, схемах / под ред. В. Ф. Тикавого. Минск: Университетское, 1996.
3. Днепровский А.С., Темникова Т.И. Теоретические основы органической химии. Химия, 1979, 1991.
4. Нейленд О.Я. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1990.
5. Бёккер Ю. Спектроскопия. М.: Техносфера, 2009
6. Урусов, В.С.. Кристаллохимия. Краткий курс./ В.С.Урусов, Н.Н. Ерёмин - М.:Изд-во МГУ 2010.
7. Хенней Н. Химия твердого тела. –М.: Мир, 1971.
8. Воробьева, Т. Н. Прикладная химия твердого тела: материалы и процессы твердотельной электроники. Пособие для студентов химического факультета. – Минск: БГУ. 2013.
9. Воробьева Т. Н., Василевская Е. И. Химия поверхности и тонких пленок. – Минск: БГУ, 2009.
10. Савицкая Т.А. Коллоидная химия : строение двойного электрического слоя, получение и устойчивость дисперсных систем : пособие для студ. вузов, обуч. по спец. 1-31 05 01 "Химия (по направлениям)" / Т. А. Савицкая, Д. А. Котиков, Т. А. Шичкова ; БГУ. - Минск : БГУ, 2013.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К ПРОГРАММЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА УВО

на 2019 / 2020 учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1	Дополнить программу разделом 5, содержащим примеры практических заданий (задания исследовательского, творческого, открытого типа)	Решение Совета БГУ № 07/1 от 25.02.2019

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании Совета химического факультета (протокол № 11 от 24.05.2019 _____.)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Доктор химических наук,

Член-корр. НАН Беларуси _____

Д.В. Свиридов

5. Практическая часть (примеры заданий творческого, открытого типа)

1. Предположите, как с помощью величины энергии кристаллической решетки можно объяснить, почему стабильность супероксидов калия, рубидия и цезия выше, чем супероксида натрия, и почему литий образует преимущественно оксид, а не пероксид и супероксид.

2. Используя теорию отталкивания электронных пар валентной оболочки, предскажите структуры ионов: а) $[\text{InBr}_6]^{3-}$; б) $[\text{GaCl}_5]^{2-}$; в) $[\text{GaCl}_4]^-$. В соли $[(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{N}]_2[\text{InCl}_5]$ анион имеет структуру квадратной пирамиды. Предложите возможное объяснение такой геометрии.

3. Опишите возможные механизмы взаимодействия 2-метил-2-хлорбутана с водой и гидроксид-ионом, уделяя особое внимание стереохимии реакций и любым возможным конкурирующим процессам. Какие можно написать кинетические уравнения для данных реакций? Был бы ваш ответ верен в полной мере для реакций 2-метил-1-хлорбутана?

4. Предложите многостадийный синтез, в результате которого из этилена можно было бы получить 1-пропиламин.

5. Разделите следующие аллотропные модификации в соответствии с тем, имеют ли они моноциклическую структуру или трехмерную каркасную форму: а) S_6 , б) S_8 , в) Se_8 , г) P_4 , д) C_{60} , е) C_{70} . Обсудите тип связи в каждой молекуле. Выскажите предположение, почему при 298 К азот образует двухатомные молекулы, а белый фосфор нет?

6. Приведите два метода синтеза, с помощью которых можно удлинить углеродную цепь; в качестве иллюстрации объясните, как превратить 1-хлорпентан в гексановую кислоту.

7. Как с помощью ИК-спектроскопии различить следующие пары соединений:

а) $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_3$ и $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$

б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

в) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ и $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$?

В каких из указанных случаев использование спектроскопии ЯМР ^{13}C может дать столь же однозначный ответ?

8. Предложите методы количественного определения ингредиентов лекарственной смеси:

Эфедрин гидрохлорида 0,6

Раствора новокаина 1 % - 200 мл

Дайте им обоснование, напишите химизм реакций.

9. Предложите методы количественного определения ингредиентов лекарственной смеси:

Фурацилина 0,02

Натрия хлорида 0,8

Дайте им обоснование, напишите химизм реакций.

10. Предложите рациональную схему качественного и количественного анализа лекарственной смеси. Ответ подтвердите химизмом реакций:

Тиамин бромид 0,005

Кислоты аскорбиновой по 0,1

Сахара 0,1