

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ А.Л. Толстик

Регистрационный № УД-_____/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 01-04 «охрана окружающей среды»

Специализация:

1-31 05 01-04 01 «Химическая экология»

(кафедра аналитической химии)

Минск
2017

Программа государственного экзамена составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 05 01-2013 и учебного плана G-31-154/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;

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

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

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

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

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

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

В.И. Гергалов, доцент кафедры радиационной химии и химико-фармацевтических технологий БГУ, кандидат химических наук, доцент;

М. В. Шишонок, 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 (охрана окружающей среды)» специализации «Химическая экология», прошедших 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 химической экологии, влияния техногенных факторов на экологическое равновесие, основные закономерности радиационно-химических процессов, вопросы радиационной биологии и радиохимии, а также бионеорганической химии. 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 углеводов. 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-терефталаида.

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 микронзонд. 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 01-04 «Химия (охрана окружающей среды)»

Структура и свойства ядер химических элементов. Устойчивость ядер по отношению к радиоактивному распаду. Синтез новых ядер. Границы периодической системы.

Общие химические свойства, термодинамическое и кинетическое поведение изотопных частиц. Изотопный обмен: причины, особенности, механизм, закономерности.

Природные радиоактивные семейства. Примеры радиоактивных семейств (урана, тория, нептуния). Техногенные радионуклиды. Открытость системы и сдвиги радиоактивных равновесий. Концепция эквивалентности природных и реакторных радионуклидов.

Актиний, торий, протактиний. Ядерно-физические характеристики радионуклидов. Выделение и определение. Химические свойства актинидов (устойчивые валентные состояния, участие в окислительно-восстановительных процессах). Биологическое действие. Санитарно-гигиенические аспекты.

Уран и его изотопы. Уран в земной коре. Определение и выделение урана для производства ядерного топлива. Применение урана. Синтез сверхтяжелых элементов.

Общие закономерности и основные характеристики механической, физико-химической, биогенной и техногенной миграции элементов. Миграция газов. Миграция химических элементов в водных системах. Выщелачивание. Коллоидная и биологическая миграция. Геохимические барьеры.

Геохимическая особенность биокосных систем. Типы почв, их состав и процессы образования. Обменно-поглощительная способность почвы.

Геохимическая классификация природных вод. Солевой состав, щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия природных вод. Процессы, контролирующие состав вод.

Способность к минералообразованию. Классификация минералов и минералообразующих элементов. Причины ограниченности числа минеральных видов. Изоморфизм.

Концепция устойчивого развития и проблемы добычи и использования сырьевых ресурсов. Комплексное использование сырья. Проблема отходов. Полезные ископаемые Беларуси, их происхождение, экономические и экологические проблемы использования.

Химия и окружающая среда. Современное состояние окружающей среды и экологические проблемы, связанные с ним. Геосферы Земли. Биосфера. Круговороты веществ и энергии в биосфере. Фотосинтез, дыхание и их химизм. Брожение, гниение. Биомасса, биоценозы. Экосистемы.

Атмосфера Земли, ее строение, химический состав атмосферы. Роль диоксида углерода в биохимических и геохимических процессах на Земле. Парниковый эффект. Источники химического загрязнения атмосферы: оксиды углерода, азота и серы, сероводород, хлор, органические вещества. Дымы, аэрозоли, туманы, смоги, механизм их образования и токсического действия. Радиоактивность атмосферы и факторы, на нее влияющие.

Кислород и его роль в биохимических процессах на Земле. Озон и озонный защитный слой в атмосфере Земли. Химизм образования и разложения озона. Факторы, влияющие на процесс образования и разложения озона. Механизм защитного действия озонового слоя. Циклы различных веществ и их влияние на разложение озона. Озонные дыры. Фреоны, механизм их влияния на озонный защитный слой. Заменители фреонов.

Мониторинг атмосферы. Методы определения загрязнений воздуха, предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ. Пути уменьшения загрязнения атмосферы. Способы очистки газовых выбросов в атмосферу.

Вода как уникальное химическое вещество. Роль воды в возникновении жизни на Земле, а также в гео- и биохимических процессах. Гидросфера Земли, ее строение. Мировой океан. Химический состав вод мирового океана и показатели, их характеризующие. Химические и биохимические процессы, протекающие в океане, влияние на них деятельности человека. Ресурсы океана, круговороты элементов в океане.

Пресные воды и их источники. Характеристики пресных вод и их состав. Показатели качества пресных вод: рН, жесткость. Загрязнители пресных вод. Мониторинг пресных вод.

Сточные воды. Основные неорганические загрязнители сточных вод. Тяжелые металлы. Пути их попадания в гидросферу, их круговорот в гидросфере. Радионуклиды и другие неорганические загрязнители воды. Органические вещества, являющиеся глобальными загрязнителями гидросферы: нефтепродукты, формальдегид, ПАВ, пестициды и источники их поступления в гидросферу.

Мониторинг гидросферы и сточных вод. Методы количественного определения загрязнений вод тяжелыми металлами, ПАВ, нефтепродуктами и другими веществами. Определение химического потребления кислорода (ХПК) и биохимического потребления кислорода (БПК) природных и сточных вод. Методы очистки сточных вод от неорганических и органических примесей. Биологическая очистка сточных вод. Физико-химические методы очистки сточных вод. Хлорирование и озонирование вод.

Литосфера Земли, строение, химический состав, минеральные ресурсы литосферы. Экология литосферы и ее нарушения, вызванные хозяйственной деятельностью человека.

Почвы как важнейшая часть литосферы. Строение почв и их состав. Гумус, гуминовые кислоты, ионообменные свойства почв. Биохимические процессы, протекающие в почвах. Факторы, оказывающие непосредственное влияние на свойства почв. Эрозия и истощение почв, способы их предупреждения. Почвы и удобрения. Проблема связанного азота, пути ее решения.

Загрязнители почв. Тяжелые металлы, пути их попадания в почву, формы их нахождения и миграции в почвах. Геохимические барьеры. Коэффициент водной миграции ионов металла и факторы на него влияющие. Миграция радионуклидов в почвах. Пестициды. Классификация, механизм действия, пути попадания в почву. Биологические методы защиты растений от вредителей.

Полициклические ароматические углеводороды как один из самых опасных загрязнителей почв, 1,2-бензпирен как основной высокотоксичный загрязнитель окружающей среды. Источники поступления полициклических ароматических углеводородов в окружающую среду. Тетрахлордифенилдиоксин и другие хлорированные ароматические углеводороды, пути образования и поступления в почвы и окружающую среду. Механизм токсического, канцерогенного и мутагенного действия полициклических и хлорированных ароматических углеводородов. Мониторинг почв. Способы определения загрязнений почв тяжелыми металлами, пестицидами, полициклическими ароматическими углеводородами. Способы очистки почв от загрязнений тяжелыми металлами, пестицидами, радионуклидами.

Проблема кислотных дождей и их влияние на экосистемы. Оксиды серы (IV) и азота (II,IV) как главные предшественники кислотных дождей. Механизмы их превращения в кислоты в атмосфере. Роль хлора и хлористого водорода в образовании кислотных дождей. Влияние кислотных дождей на состояние гидросферы и литосферы, химизм этого влияния.

Химическая экология и энергетика. Энергетическая сущность биохимических процессов. Энергия солнца и продукты ее превращения как основной источник энергии на Земле. Сравнительная характеристика различных видов энергии. Горючие полезные ископаемые, их ресурсы.

Проблема энергетического голода и пути ее решения. Экологические проблемы, связанные с использованием природного газа, нефти, угля, сланцев. Пути повышения экологической чистоты природных топлив: переработка химическими методами нефти, угля, газа.

Атомная энергетика, перспективы ее развития, особенности экологических проблем, возникающих при использовании атомной энергетике. Проблема управляемого термоядерного синтеза. «Чистые» источники энергии: энергия Солнца, геотермальные источники энергии и др. Их ограниченность.

Водород как идеальное топливо. Водородная энергетика. Космические энергетические системы, проблемы искусственного фотосинтеза. Стратегические принципы будущего развития биосферы Земли.

Радиолиз воды. Радикальные продукты радиолиза воды, их свойства. Косвенный и прямой радиолиз. Взаимодействие радикальных продуктов радиолиза воды с органическими веществами. Свободные органические радикалы и их свойства. Основные реакции органических радикалов.

Радиолитические превращения углеводов в водных растворах. Основные типы радиолитических превращений моносахаридов. Радиолиз различных полисахаридов. Действие ионизирующих излучений на водные растворы нуклеозидов. Основные закономерности радиационно-химических превращений нуклеиновых кислот. Радиолиз водных растворов липидов и моделирующих их соединений.

Лучевая болезнь человека, ее основные фазы. Механизмы противолучевой защиты. Основные классы химических соединений радиозащитного действия. Антиоксиданты в радиобиологии. Оценка радиозащитного действия.

4. Модуль вопросов специализации 1-31 05 01-04 01 «Химическая экология» (кафедра аналитической химии)

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

Классификация электродов: металлические и мембранные электроды. Распределение заряженных частиц между фазами. Количественное описание межфазового потенциала.

Диффузионный потенциал. Уравнение Гендерсона. Способы элиминирования диффузионного потенциала. Электроды сравнения: принцип функционирования и конструкция. Двойной солевой мост.

Стеклянный электрод для определения рН. Устройство и механизм функционирования. Роль стеклообразователя и модификатора. Условие Гугенгейма. Теория Никольского: основные положения, уравнение Никольского. Физический смысл коэффициента селективности. Уравнение Никольского-Эйзенмана для стеклянного электрода. Способы управления селективно-

стью. Электроды с функциями щелочных металлов. Электроды на основе халькогенидных стекол.

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. Факторы, определяющие селективность таких электродов.

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

Методы описания и экспериментального определения потенциометрических коэффициентов селективности.

Основные варианты метода прямой потенциометрии: метод калибровочного графика, метод ограничивающих растворов, метод стандартного раствора, метод добавок. Их достоинства и недостатки.

Потенциометрическое титрование. Метод Грана. Анализ кривых потенциометрического титрования. Факторы, определяющие высоту скачка титрования. Практические способы установления точки эквивалентности.

Погрешности потенциометрического анализа: основные источники и пути устранения.

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 (ААА). 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. Нейленд О.Я. Органическая химия. М.: Высшая школа, 1990.
8. Шабаров Ю.С. Органическая химия. М.: Химия, 2002.
9. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия. Бином. Лаборатория знаний. 2003
10. Шишенок, М. В. Высокмолекулярные соединения. Минск: Вышэйшая школа, 2012.
11. Шишенок, М. В. Л.П. Круль. Основы химии высокомлекулярных соединений. Минск: БГУ, 2010.
12. Основы аналитической химии. В 2-х кн. под редакцией Ю.Л.Золотова. М.: Высшая школа, 2002.
13. Тюкавкина Н.А., Бауков А. Г. Биоорганическая химия. М.: ДРОФА, 2006.
14. Мычко Д.И. Основы геохимии. Неорганическая геохимия. Минск: БГУ, 2004.
15. Богдановский Т.А. Химическая экология. –М.: Химия, 1994.
16. Бродский А.К. Краткий курс общей экологии.– СПб.: ДЕАН,1999.
17. Общая экология. /Автор-составитель А.С. Степановских.–М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000.
18. Гергалов, В.И. Радиохимия. Учебно-методическое пособие в 2-х частях. Мн., БГУ, 2015.
19. Родионов А.И. и др. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989.
20. Челноков А.А., Ющенко Л.Ф. Основы промышленной экологии. Мн.: ВШ. 2001.
21. Хаханина Т. И. и др. Химия окружающей среды. М.: Высшее образование, 2009.
22. Калыгин В.Г. Промышленная экология. М.: Академия, 2004
23. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. – М.: Высшая школа, 1988.
24. 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. Структура вещества и реакционная способность М. : Химия, 1987.
2. Общая химия в формулах, определениях, схемах / под ред. В. Ф. Тикавого. Минск: Университетское, 1996.
3. Смирнов С.Н. Радиационная экология. М.: МНЭПУ, 2000.
4. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных. М.: Высш.шк. 2004.
5. Нефедов В.А., Текстер Е.Н, Торопова М.А. Радиохимия. М.: Высш. шк. 1987.
6. Нонхибел Дж., Уолтон Дж. Химия свободных радикалов. М.: Мир, 1977.
7. Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия. М.: 2000
8. Семчиков Ю.Д. Высокмолекулярные соединения. М.: Academia, 2003.
9. Давыдов, Ю. П. Основы радиохимии/ Ю.П. Давыдов.- Мн.: Вышэйшая школа, 2014.
10. Гергалов В.И. Петряев Е.П. Радиация, жизнь и окружающая среда. Минск: Народная асвета, 1994.
11. Голдовская Л. Ф. Химия окружающей среды. 2-е изд. М.: Мир : Бином, 2007
12. Шарпаты В.А. Радиационная химия биополимеров. – М.: Энергоиздат, 1981.
13. 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.