

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусского
государственного университета

А.Д.Король

17 января 2025 г.

Регистрационный № 13892/гэ.



ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

для специальности

1-31 05 03 Химия высоких энергий

2025 г.

Программа государственного экзамена для специальности 1-31 05 03 «Химия высоких энергий» разработана на основе образовательного стандарта высшего образования 1-31 05 03-2013 для специальности 1-31 05 03 «Химия высоких энергий», учебных программ по учебным дисциплинам: «Неорганическая химия» (от 02.07.2020 №УД-8434/уч.), «Органическая химия» (от 02.07.2020 №УД-9188/уч.), «Аналитическая химия» (от 06.07.2018 №УД-5337/уч.), «Электрохимия» (от 02.07.2020 №УД-9505/уч.), «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений» (от 20.10.2015 №УД-600/уч.), «Радиохимия» (от 09.12.2020 №УД-9147/уч.), «Физико-химические методы анализа» (от 09.12.2020 №УД-9541/уч.), «Водоподготовка в ядерной энергетике» (от 04.02.2016 №УД-1447/уч.).

СОСТАВИТЕЛИ:

Т.Н.Воробьева, профессор кафедры неорганической химии химического факультета Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор;

Т.В.Ковальчук-Рабчинская, заместитель декана по учебной работе и образовательным инновациям химического факультета Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент;

Е.А.Стрельцов, заведующий кафедрой физической химии и электрохимии химического факультета Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор.

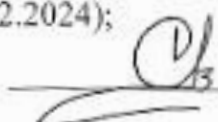
И.М.Кимленко, заведующий кафедрой радиационной химии и химико-фармацевтических технологий химического факультета Белорусского государственного университета, кандидат химических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Советом химического факультета БГУ

(протокол № 4 от 30.12.2024);

Председатель Совета



А.В.Зураев

Научно-методическим Советом БГУ (протокол № 6 от 16.01.2025)



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Государственный экзамен является одной из обязательных составляющих итоговой аттестации студентов. Программа государственного экзамена по специальности 1-31 05 03 «Химия высоких энергий» разработана в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта I ступени высшего образования и действующими Правилами проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования.

Программа государственного экзамена определяет и регламентирует структуру и содержание государственного экзамена по специальности 1-31 05 03 «Химия высоких энергий».

В программу государственного экзамена включаются следующие учебные дисциплины: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Электрохимия», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Радиохимия», «Физико-химические методы анализа» и «Водоподготовка в ядерной энергетике».

Государственный экзамен проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии.

Цель проведения государственного экзамена по специальности – выявление компетенций специалиста, т. е. теоретических знаний и практических умений, необходимых для решения теоретических и практических задач специалиста с высшим образованием.

Программа государственного экзамена носит системный, междисциплинарный характер и ориентирована на выявление у выпускника общепрофессиональных и специальных знаний и умений. Выпускник должен:

знать:

- основные понятия, законы и теории химии при характеристике состава, строения, химических свойств веществ;
- классификацию, источники и методы синтеза веществ, основные принципы направленного поиска и разработки лекарственных средств, а также выбора методов физико-химического анализа,
- планировать и осуществлять эксперимент по синтезу веществ с использованием методических указаний и литературных источников;
- теоретические основы и тенденции развития современной радиационной химии и дозиметрии;
- специфику радиационно-химического эксперимента, методы идентификации промежуточных и конечных продуктов радиолиза;
- механизмы радиационно-индуцированных превращений органических и неорганических соединений в различных агрегатных состояниях; - природу и

радиационно-химические выходы частиц, образующихся в ходе гомолитических процессов;

- актуальные задачи радиационной химии для обеспечения безопасной эксплуатации ядерных и радиационных установок, выполнения радиационно-химических синтезов крупнотоннажных продуктов, переработки радиоактивных материалов и решения экологических проблем, повышения радиационной устойчивости оборудования космической и военной техники.
- законодательство в области радиационной безопасности.

уметь:

- применять основные постулаты, положения и законы химии для планирования и проведения химического эксперимента, определения физико-химических характеристик веществ, оптимальных условий протекания химических процессов;
- планировать радиационно-химический эксперимент;
- идентифицировать конечные продукты радиолитического распада с использованием современных хроматографических, масс-спектрометрических и спектроскопических методов;
- предсказывать изменение физико-химических свойств материалов в условиях облучения;

владеть:

- базовыми знаниями в области фундаментальной химии;
- методиками проведения химического эксперимента, касающихся синтеза веществ и исследованию их физико-химических свойств;
- практическими навыками исследования механизмов радиолитических процессов и верификации полученных данных;
- методами моделирования комплекса физико-химических свойств и оценки остаточного ресурса материалов в условиях облучения;
- приемами радиационной модификации различных материалов

Освоение образовательной программы 1-31 05 03 «Химия высоких энергий» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, владеть приемами информационного поиска и анализа, а также оценивать перспективы и направления развития химии, биотехнологии, фармации и экологии.

Формулировать цели и задачи научно-исследовательской деятельности, осуществлять ее планирование, принимать участие в подготовке отчетов и публикаций.

Формулировать и решать задачи, возникающие в процессе производственнотехнологической деятельности.

Анализировать параметры технологических режимов и технического

состояния оборудования, выявлять причины не оптимальности технологических процессов и разрабатывать пути их устранения.

Анализировать научную, научно-техническую, нормативную и справочную литературу, включая электронные базы данных.

Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации о новейших фундаментальных и прикладных разработках, а также инновационных технологиях.

Организовывать и вести переговоры с заинтересованными специалистами смежных профилей.

Готовить доклады, материалы к презентациям и представлять на них.

Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

Академические компетенции:

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

Владеть исследовательскими навыками.

Владеть системным и сравнительным анализом.

Уметь работать самостоятельно.

Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

Экзамен (ответы студентов и беседа с экзаменуемыми) проводится на русском или белорусском языке.

В ходе подготовки, экзаменуемые имеют право использовать учебные программы соответствующих дисциплин. Также в процессе подготовки может быть использован эвристический подход, который предполагает: осуществление студентами личностно-значимых открытий окружающего мира; демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем; творческую самореализацию обучающихся в процессе создания образовательных продуктов; индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить цели, осуществлять рефлексию собственной образовательной деятельности.

На подготовку ответа обучающемуся отводится не менее 30 минут (но не более 1 астрономического часа). Время, которое отводится на ответ одного экзаменуемого, – до 30 минут.

СТРУКТУРА ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

Вопросы экзаменационного билета по учебным дисциплинам: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Электрохимия», «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Радиохимия», «Физико-химические методы анализа» и «Водоподготовка в ядерной энергетике» отражают содержание образовательной программы высшего образования по специальности 1-31 05 03 «Химия высоких энергий».

Экзаменационный билет состоит из двух частей: теоретической (2 вопроса) и практической (1 ситуационная задача), позволяющие оценить полученные в процессе обучения знания и практические навыки.

Характеристика теоретической части:

В теоретической части представлены вопросы, относящиеся к основным положениям химических теорий, процессов, описанию свойств веществ и физико-химическим закономерностям их превращения, анализ веществ.

Содержание практической части экзаменационного билета отвечает учебным программам дисциплин «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений», «Радиохимия», «Физико-химические методы анализа», «Водоподготовка в ядерной энергетике». Примеры заданий представлены в виде ситуационных задач.

Для уточнения экзаменационной отметки члены ГЭК могут задавать обучающемуся дополнительные вопросы в соответствии с программой государственного экзамена. Количество дополнительных вопросов не должно превышать трех.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Раздел 1. Учебная дисциплина «Неорганическая химия»

Тема 1. Строение атомов химических элементов

Волновая теория строения атома. Квантовые числа как характеристика состояния электрона в атоме. Понятие об энергетическом уровне, подуровне, атомной орбитали. Принцип Паули. Правило Хунда. Двойственная природа электрона. Волновая функция электрона в атоме. Принцип неопределенности Гейзенберга. Стационарные и возбужденные состояния атома. Понятие об эффективном заряде ядра атома.

Тема 2. Периодичность свойств атомов химических элементов

Радиусы атомов. Изменение атомных и ионных радиусов по периодам и группам. Энергия ионизации атомов. Энергия сродства к электрону. Факторы, их определяющие. Электроотрицательность элементов. Различные подходы для определения электроотрицательности.

Тема 3. Химическая связь и межмолекулярное взаимодействие

Природа химической связи, ее типы, количественные характеристики: порядок, энергия, длина, степень ионности, дипольный момент. Кратность связи. Сигма (σ)- и пи (π)-связи. Направленность химических связей. Угол связи. Полярность и поляризуемость химических связей. Трактовка полярных связей в рамках концепции поляризации ионов. Пространственная конфигурация молекул и ионов в рамках представления об отталкивании электронных пар (метод Гиллеспи) и в рамках концепции гибридизации атомных орбиталей. Силы Ван-дер-Ваальса. Энергия межмолекулярного взаимодействия. Водородная связь. Влияние водородной связи на физические свойства веществ.

Тема 4. Комплексные соединения

Особенности химической связи в комплексных соединениях и механизм ее образования. Типичные комплексообразователи и лиганды. Пространственная конфигурация комплексных ионов. Особенности диссоциации комплексных соединений в растворе. Основные положения теории кристаллического поля применительно к комплексным соединениям. Энергия расщепления d -орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле лигандов. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о высоко- и низкоспиновых комплексах. Комплексообразование с точки зрения теории кислот и оснований Льюиса и концепции жестких и мягких кислот и оснований. Изомерия комплексных соединений.

Тема 5. Химические процессы и реакции

Оценка направления и полноты протекания реакции по величине и знаку изменения энергии Гиббса реакции. Зависимость между величинами окислительно-восстановительных потенциалов систем с изменением энергии

Гиббса. Использование стандартных электродных потенциалов для оценки возможности протекания окислительно-восстановительных реакций. Подбор окислителей и восстановителей с учетом стандартных окислительно-восстановительных потенциалов.

Тема 6. Основные классы неорганических соединений

Простые вещества: металлы и неметаллы. Общие методы получения простых веществ. Кисотно-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов: изменение по периодам и группам, влияние степени окисления элемента. Гидроксиды. Типы гидроксидов: гидроксиды с ионной, молекулярной, полимерной структурой. Кисотно-основные и окислительно-восстановительные свойства гидроксидов: изменение по периодам и группам, влияние степени окисления элемента. Кислоты, основания и соли с точки зрения теории электролитической диссоциации. Равновесие в растворах слабых электролитов. Константа и степень диссоциации кислот и оснований. Простые, двойные и комплексные соли. Особенности диссоциации различных типов солей. Кристаллогидраты. Гидролиз солей. Условия подавления гидролиза.

Тема 7. Химические свойства водорода и его соединений

Водород. Типы химических связей в соединениях: ионные, ковалентные полярные и ковалентные неполярные. Гидриды. Типы гидридов: ионные, ковалентные, нестехиометрические (соединения внедрения).

Тема 8. Химические свойства *p*-элементов 13-18 групп и их соединений

Изменение атомных радиусов, энергии ионизации и энергии сродства к электрону, электроотрицательности по периодам и группам для *p*-элементов 13-18 групп. Наиболее устойчивые степени окисления в химических соединениях. Склонность к образованию катионных и анионных форм, комплексообразованию. Изменение устойчивости соединений в высшей степени окисления по группам. Характер изменения энергии связи Э–Э по группе. Склонность образовывать одинарные и кратные связи Э–Э, соединения с гомоцепями –Э–Э–. Химические свойства простых веществ. Соединения элементов с кислородом; химические свойства. Характер изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов по группе. Гидроксиды в высших степенях окисления; строение молекул, сила кислот, окислительно-восстановительные свойства. Особенности химии фтора. Галогениды металлов и неметаллов. Особенности гидролиза галогенидов разных типов. Полимерные галогениды. Галогенокомплексы. Кислородсодержащие кислоты хлора и их соли: пространственное строение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Кислородсодержащие кислоты серы и их соли: пространственное строение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства. Кислородсодержащие кислоты фосфора и их соли: пространственное строение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.

Тема 9. Химические свойства *s*-элементов 1 и 2 групп и их соединений

Типы химических связей в соединениях *s*-элементы 1 и 2 групп. Склонность к образованию катионных и анионных форм,

комплексообразованию. Характер изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов по группе. Особенности химии лития. Особенности химии бериллия.

Тема 10. Химические свойства d-элементов и их соединений

Общая характеристика d-элементов. Изменение атомных радиусов и энергий ионизации по группам, периодам. Типы химических связей в соединениях. Изменение устойчивости соединений в высшей степени окисления по группам. Склонность к образованию катионных и анионных форм, комплексообразованию. Характер изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов по группам и периодам

Примерный перечень вопросов по разделу I. для подготовки к государственному экзамену.

1. Волновая теория строения атома. Квантовые числа как характеристика состояния электрона в атоме.
2. Понятие об энергетическом уровне, подуровне, атомной орбитали. Принцип Паули. Правило Хунда. Двойственная природа электрона. Волновая функция электрона в атоме. Принцип неопределенности Гейзенберга.
3. Стационарные и возбужденные состояния атома. Понятие об эффективном заряде ядра атома
4. Радиусы атомов. Изменение атомных и ионных радиусов по периодам и группам. Энергия ионизации атомов. Энергия сродства к электрону. Факторы, их определяющие.
5. Электроотрицательность элементов. Различные подходы для определения электроотрицательности.
6. Природа химической связи, ее типы, количественные характеристики: порядок, энергия, длина, степень ионности, дипольный момент. Кратность связи.
7. Трактовка полярных связей в рамках концепции поляризации ионов. Пространственная конфигурация молекул и ионов в рамках представления об отталкивании электронных пар (метод Гиллеспи) и в рамках концепции гибридизации атомных орбиталей.
8. Силы Ван-дер-Ваальса. Энергия межмолекулярного взаимодействия. Водородная связь. Влияние водородной связи на физические свойства веществ.
9. Особенности химической связи в комплексных соединениях и механизм ее образования. Типичные комплексообразователи и лиганды. Пространственная конфигурация комплексных ионов. Особенности диссоциации комплексных соединений в растворе.
10. Основные положения теории кристаллического поля применительно к комплексным соединениям. Энергия расщепления d-орбиталей в октаэдрическом и тетраэдрическом поле лигандов. Спектрохимический ряд лигандов. Понятие о высоко- и низкоспиновых комплексах.

11. Комплексообразование с точки зрения теории кислот и оснований Льюиса и концепции жестких и мягких кислот и оснований. Изомерия комплексных соединений.
12. Оценка направления и полноты протекания реакции по величине и знаку изменения энергии Гиббса реакции. Зависимость между величинами окислительно-восстановительных потенциалов систем с изменением энергии Гиббса.
13. Использование стандартных электродных потенциалов для оценки возможности протекания окислительно-восстановительных реакций. Подбор окислителей и восстановителей с учетом стандартных окислительно-восстановительных потенциалов.
14. Простые вещества: металлы и неметаллы. Общие методы получения простых веществ.
15. Кисотно-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов: изменение по периодам и группам, влияние степени окисления элемента.
16. Гидроксиды. Типы гидроксидов: гидроксиды с ионной, молекулярной, полимерной структурой. Кисотно-основные и окислительно-восстановительные свойства гидроксидов: изменение по периодам и группам, влияние степени окисления элемента.
17. Кислоты, основания и соли с точки зрения теории электролитической диссоциации. Равновесие в растворах слабых электролитов.
18. Особенности диссоциации различных типов солей. Кристаллогидраты. Гидролиз солей. Условия подавления гидролиза.
19. Водород. Типы химических связей в соединениях: ионные, ковалентные полярные и ковалентные неполярные.
20. Изменение атомных радиусов, энергии ионизации и энергии сродства к электрону, электроотрицательности по периодам и группам для *p*-элементов 13-18 групп. Наиболее устойчивые степени окисления в химических соединениях. Склонность к образованию катионных и анионных форм, комплексообразованию.
21. Химические свойства простых веществ. Изменение устойчивости соединений в высшей степени окисления по группам.
22. Соединения элементов с кислородом; химические свойства. Характер изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов по группе.
23. Гидроксиды в высших степенях окисления; строение молекул, сила кислот, окислительно-восстановительные свойства.
24. Особенности химии фтора. Галогениды металлов и неметаллов. Особенности гидролиза галогенидов разных типов.
25. Кислородсодержащие кислоты хлора и их соли: пространственное строение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.
26. Кислородсодержащие кислоты серы и их соли: пространственное строение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.

27. Кислородсодержащие кислоты фосфора и их соли: пространственное строение, кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства.

28. Типы химических связей в соединениях *s*-элементы 1 и 2 групп. Склонность к образованию катионных и анионных форм, комплексообразованию.

29. Характер изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов по группе.

30. Особенности химии лития.

31. Особенности химии бериллия.

32. Общая характеристика *d*-элементов. Изменение атомных радиусов и энергий ионизации по группам, периодам. Типы химических связей в соединениях.

33. Характер изменения кислотно-основных свойств оксидов и гидроксидов *d*-элементов по группам и периодам

Раздел 2. Учебная дисциплина «Аналитическая химия»

Тема 1. Равновесия в растворах

Закон действия масс. Коэффициенты активности. Теория сильных электролитов Дебая–Хюккеля. Химическое равновесие. Теории кислот и оснований. Буферные кислотнo-основные системы. Реакции комплексообразования в аналитической химии. Окислительно-восстановительные реакции в анализе. Экстракция молекулярных форм. Применение экстракции молекулярных форм для выделения, концентрирования и разделения веществ. Факторы, определяющие состояние равновесия в системах раствор-осадок.

Тема 2. Методы аналитической химии

Классификация катионов в качественном анализе. Титриметрические методы анализа. Виды титриметрических определений. Классификация индикаторов и требования к ним. Окислительно-восстановительное титрование. Индикация конечной точки титрования. Определение окислителей и восстановителей. Комплексонометрическое титрование. Кривые титрования, индикаторы.

Тема 3. Метрологические основы химического анализа

Погрешности анализа. Классификация. Систематические и случайные погрешности. Способы количественной оценки и устранения систематических погрешностей. Оценка воспроизводимости результатов анализа. Распределение Стьюдента. Стандартное отклонение, доверительный интервал.

Примерный перечень вопросов по разделу 2. для подготовки к государственному экзамену.

1. Закон действия масс. Коэффициенты активности. электролитов Дебая–Хюккеля.

2. Химическое равновесие. Теории кислот и оснований.
3. Буферные кислотно-основные системы. Реакции комплексообразования в аналитической химии.
4. Окислительно-восстановительные реакции в анализе.
5. Экстракция молекулярных форм. Применение экстракции молекулярных форм для выделения, концентрирования и разделения веществ.
6. Факторы, определяющие состояние равновесия в системах раствор-осадок.
7. Классификация катионов в качественном анализе.
8. Титриметрические методы анализа. Виды титриметрических определений.
9. Классификация индикаторов и требования к ним.
10. Окислительно-восстановительное титрование. Индикация конечной точки титрования
11. Комплексометрическое титрование. Кривые титрования, индикаторы
12. Определение окислителей и восстановителей.
13. Погрешности анализа. Классификация. Систематические и случайные погрешности. Способы количественной оценки и устранения систематических погрешностей.
14. Оценка воспроизводимости результатов анализа. Распределение Стьюдента. Стандартное отклонение, доверительный интервал.

Раздел 3. Учебная дисциплина «Органическая химия»

Тема 1. Углеводороды

Алканы. Гомологический ряд, номенклатура и изомерия алканов. Строение молекулы метана. Химические свойства алканов. Общие представления о механизме цепных свободнорадикальных реакций замещения в алканах: галогенирование, сульфохлорирование, нитрование, Углеводороды в природе. Нефть и ее переработка, окисление. Алкены. Строение молекулы этилена. Номенклатура, структурная и пространственная изомерия алкенов. 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 в диенах. Реакция Дильса–Альдера (диеновый синтез). Понятие об изопреноидах.

Алкины. Методы получения и гомологизации ацетилена. 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.

Тема 2. Гомофункциональные органические соединения

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.

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.

Тема 3. Гетерофункциональные органические соединения

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.

Примерный перечень вопросов по разделу 3. для подготовки к государственному экзамену.

1. Алканы, их свойства, получение и применение.
2. Алкены их свойства, получение и применение.
3. Алкадиены их свойства, получение и применение.
4. Алкины их свойства, получение и применение.
5. Ароматические углеводороды их свойства, получение и применение.
6. Галогенпроизводные углеводородов их свойства, получение и применение.
7. Спирты, методы синтеза важнейших представителей их свойства, получение и применение.
8. Альдегиды и кетоны их свойства, получение и применение.
9. Фенолы их свойства, получение и применение.
10. Карбоновые кислоты и их производные.
11. Амины их свойства, получение и применение.
12. Гидроксикислоты их свойства, получение и применение.
13. Аминокислоты их свойства, получение и применение.

Раздел 4. Учебная дисциплина «Электрохимия»

Тема 1. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Электролизеры и гальванические элементы. Законы Фарадея

Электрохимическая цепь и ее компоненты. Электролизеры (электрохимические ванны) и гальванические элементы (химические источники тока). Законы Фарадея. Выход по току. Кулонометры и кулонометрия. Понятие о кулонометрическом анализе веществ.

Тема 2. Ион-дипольные и ион-ионные взаимодействия в растворах электролитов

Сольватация и гидратация ионов. Энергия ионной кристаллической решетки и энергия сольватации. Энергия ионной кристаллической решетки и энергия сольватации ионов (подходы Борна и Фрумкина). Факторы, влияющие на эти величины. Межионное взаимодействие в растворах электролитов. Понятия активности, средней ионной активности и среднего ионного коэффициент активности. Ионная сила раствора. Основные положения теории сильных электролитов Дебая–Гюккеля.

Тема 4. Диффузия и миграция ионов в растворах

Определение понятий «диффузия» и «миграция» ионов в растворах. Потоки диффузии и миграции. Первый закон Фика. Коэффициент диффузии. Электрическая подвижность ионов. Формула Нернста–Эйнштейна. Диффузионный потенциал. Способы устранения диффузионного потенциала.

Тема 5. Удельная, эквивалентная и молярная электропроводность

Понятия «удельная», «эквивалентная» и «молярная» электропроводности. Зависимость от концентрации для сильных и слабых электролитов. Измерение удельной электропроводности растворов. Закон Кольрауша. Электропроводности ионов. Аномальная подвижность катионов водорода и гидроксид-анионов. Определение произведения растворимости труднорастворимых соединений (солей) путем измерения удельной электропроводности их насыщенных растворов.

Тема 6. Числа переноса ионов и методы их определения.

Сольватированные ионы

Числа переноса ионов, их зависимость от концентрации и температуры. Предельные числа переноса. Определения чисел переноса методами движущейся границы и Гитторфа. Определение радиусов сольватированных ионов по Стоксу.

Тема 7. Электродвижущая сила. Классификация электродов и электрохимических цепей

Правильно разомкнутая электрохимическая цепь. Электродвижущая сила (ЭДС) и ее связь с изменением энергии Гиббса. Понятие электродного потенциала. Стандартный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Электроды первого, второго, третьего рода, газовые, окислительно-восстановительные, специального назначения. Электроды сравнения:

водородный электрод, хлорсеребряный, каломельный. Классификация электрохимических цепей. Примеры практически используемых химических источников тока.

***Примерный перечень вопросов по разделу 4. для подготовки к
государственному экзамену.***

1. Электрохимическая цепь и ее компоненты. Законы Фарадея.
2. Ион-дипольные взаимодействия в растворах электролитов.
3. Ион-ионные взаимодействия в растворах электролитов.
4. Диффузия и миграция ионов в растворах.
5. Формула Нернста–Эйнштейна. Диффузионный потенциал. Способы устранения диффузионного потенциала.
6. Удельная, эквивалентная и молярная электропроводность.
7. Числа переноса ионов и методы их определения.
8. Сольватированные ионы.
9. Электродвижущая сила (ЭДС) и ее связь с изменением энергии Гиббса. Понятие электродного потенциала. Стандартный электродный потенциал.
10. Классификация электродов и электрохимических цепей.
11. Электроды первого, второго, третьего рода, газовые, окислительно-восстановительные, специального назначения.
12. Электроды сравнения: водородный электрод, хлорсеребряный, каломельный. Классификация электрохимических цепей. Примеры практически используемых химических источников тока.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Раздел 1. Учебная дисциплина «Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений»

Ситуационная задача:

1. Человек находится в течение года на загрязненной территории с уровнем гамма-радиации 100 мкР/час. За счет вдыхания воздуха, содержащего радон, легкие человека получают поглощенную дозу 0,01 Гр в год. За счет накопления в костях стронция-90 эквивалентная доза, приходящаяся на красный костный мозг, составляет 0,1 бэр за год. Рассчитайте годовую эффективную эквивалентную дозу, которую получит человек в этих условиях.

Раздел 2. Учебная дисциплина «Радиационная химия»

Ситуационная задача:

Рассчитайте, при какой поглощенной дозе (СИ), концентрация ионов Fe^{3+} в растворе увеличится на 10^{-4} моль/литр при облучении ферросульфатного дозиметра? Ответ выразить в единицах СИ. Как изменится необходимая доза при удалении кислорода из раствора? Радиационно-химический выход ионов Fe^{3+} для насыщенных воздухом растворов – $G_{\text{Fe}^{3+}} = 15,5 \frac{\text{молек}}{100 \text{ эВ}}$; плотность дозиметрической системы – $1,024 \text{ г/см}^3$;

Раздел 3. Учебная дисциплина «Физико-химические методы анализа»

Ситуационная задача:

1. При определении калия в разбавленных растворах с помощью ИСЭ исследователь решил заменить насыщенный (примерно 4М) раствор KCl раствором NaCl соответствующей концентрации. Допустима ли такая замена? Как она повлияет на величину э. д. с., наклон электродной функции, на достоверность результатов измерения? Ответ мотивируйте. Подвижности ионов K^+ , Cl^- , Na^+ составляют: (8,00; 8,11; 5,47) $10^{-9} \text{ см}^2 \text{с}^{-1} \text{ Дж}^{-1} \text{ моль}$.

Раздел 4. Учебная дисциплина «Водоподготовка в ядерной энергетике»

Ситуационная задача:

1. Идея применения воды сверхкритического давления в водоохлаждаемых реакторах обсуждается с начала 60-х годов прошлого столетия. Впервые вопрос об использовании теплоносителя с закритическими параметрами применительно к канальным ядерным реакторам был поднят в докладе Н.А.Доллежала и др. на 3-й Международной конференции ООН по использованию атомной энергии в мирных целях. Впоследствии был предложен вариант корпусного реактора ВВЭР-СКД. Охарактеризуйте его преимущества.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Шевельков, А.В. Неорганическая химия. Учебник/ А.В. Шевельков, А.А. Дроздов, М.Е. Тамм; под редакцией А.В. Шевелькова. — Москва: Лаборатория знаний, 2021. — 586 с.
2. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учебное пособие для студентов высших учебных заведений по фармацевтическим и химическим специальностям / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. — 2-е изд. — Минск : Новое знание : Москва : ИНФРА-М, 2020. — 541 с.

3. Мельситова, И.В. Аналитическая химия : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Биология», «Биоэкология», «Биохимия», «Микробиология» / И.В. Мельситова : БГУ. – Минск : БГУ, 2021. – 183 с.
4. Регистрация ионизирующих излучений : учебное пособие / И.Р. Гулаков. – Минск :Вышэйшая школа, 2021. – 287 с.
5. Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа : учебное пособие для вузов / А.А. Ганеев, И.Г. Зенкевич, Л.А. Карцова [и др.] ; под ред. Л.Н. Москвина. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 332 с.
6. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ : учебник для вузов / М.И. Булатов, А.А. Ганеев, А.И. Дробышев [и др.] ; под ред. Л.Н. Москвина. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 584 с.
7. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / А.И. Жебентяев. – М. : ИНФРА-М, 2021. – 206 с.
8. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Инструментальные методы анализа : учеб. пособие / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. – Минск : Новое знание, 2021. – 360 с.
9. Воронов В.Н., Ларин Б.М., Сенина В.А. Химико-технологические режимы АЭС с водо-водяными энергетическими реакторами. – М.: Изд-во МЭИ, 2022. – 390 с.
10. Шачнева Е.Ю. Водоподготовка и химия воды: учебно-метод. пособие/Е.Ю. Шачнева. СПб.: М.: Краснодар: Лань, 2022.–102 с.
11. Физико-химические процессы в водном теплоносителе электростанций: учебник/ Т.И.Петрова, В.Н.Воронов, Ф.В.Дяченко. – М.: Изд-во МЭИ, 2021. – 384 с.
12. Травень, В. Ф. Органическая химия : учебное пособие для студ. высших учебных заведений : в 3 т. / В. Ф. Травень. - 11-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - Т. 1. - 2024. - 368 с.
13. Травень, В. Ф. Органическая химия : учебное пособие для студ. высших учебных заведений : в 3 т. / В. Ф. Травень. - 11-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - Т. 2. - 2024. - 517 с.
14. Травень, В. Ф. Органическая химия : учебное пособие для студ. высших учебных заведений : в 3 т. / В. Ф. Травень. - 11-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2024. - Т. 3. - 2024. - 388 с.Буданов, В.В. Химическая термодинамика : учебное пособие / В.В. Буданов, А.И. Максимов. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 320 с.
- 15.

Дополнительная литература

1. Основы аналитической химии : учебник для студ. вузов, обуч. по хим. направлениям : в 2 т. / под ред. Ю.А. Золотова. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва : Академия, 2014. Т. 1 : / [авт.: Т.А. Большова и др.]. – Москва: Академия, 2014. – 391 с.

2. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П. Органическая химия: в 4 т. – М. : МГУ, 2004-2007.
3. Мечковский, Л.А. Химическая термодинамика: учебное пособие в 2-х ч. / Л.А. Мечковский, А.В. Блохин – Минск : БГУ. – Ч.1: Феноменологическая термодинамика. Основные понятия, фазовые равновесия. – 2012. – 144 с.
4. Мечковский, Л.А. Химическая термодинамика: учебное пособие в 2-х ч. / Л.А. Мечковский, А.В. Блохин – Минск : БГУ. – Ч. 2: Термодинамика многокомпонентных систем. Химические равновесия. Элементы статистической термодинамики. – 2013. – 200 с.
5. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия / Б.Б.Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. – М. : Химия, КолосС, 2008. – 672 с.
6. Лукомский, Ю.А., Физико-химические основы электрохимии / Ю.А. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2008.
7. Воробьева, Т.Н. Химия твердого тела : учебник для студ. учреждений высш. образования по хим. спец. / Т.Н. Воробьева, А.И. Кулак, Т.В. Свиридова. – Минск : БГУ, 2011. – 320 с.
8. Пикаев А.К. Современная радиационная химия, 1-3 т. М.: Наука, 1985 – 1989 гг.
9. Иванов В.И. Курс дозиметрии: Учебник для вузов/4-е изд., перераб.и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1988– 400 с.
10. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС: учебно-метод. пособие/ В.А. Чиж и др. Мн.:БНТУ.– 2015 г. – 105 с.