

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Белорусского
государственного университета

А.Д.Король



17 января 2025 г.

Регистрационный № 13869/гэ.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

для специальности

1-31 05 01 Химия (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 05 01-01 Химия (научно-производственная деятельность)

2025 г.

Программа государственного экзамена для специальности 1-31 05 01 «Химия (по направлениям)» разработана на основе образовательного стандарта высшего образования 1-31 05 01-2021 для специальности 1-31 05 01-01 «Химия (научно-производственная деятельность)», учебных программ по учебным дисциплинам: «Неорганическая химия» (от 30.06.2021 УД-10430/уч.), «Аналитическая химия» (от 30.06.2022 №УД-11077/уч.), «Физическая химия» (от 01.12.2022 №УД-12360/уч.), «Химия твердого тела» (от 05.07.2024 №УД-12388/уч.), «Строение вещества» (от 05.06.2024 №УД-13032/уч.), «Метрология, пробоотбор и пробоподготовка в химическом анализе» (от 30.06.2023 УД-12580/уч.), «Инструментальные и хроматографические методы анализа» (от 01.12.2022 №УД-11514/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;

Д.В.Свиридов, заведующий кафедрой неорганической химии химического факультета Белорусского государственного университета, член-корр. НАН Беларуси, профессор;

М.Ф.Заяц, заведующий кафедрой аналитической химии химического факультета Белорусского государственного университета, доктор химических наук, доцент;

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

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 01-01 «Химия (научно-производственная деятельность)» 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 01-01 «Химия (научно-производственная деятельность)».

В программу государственного экзамена включаются следующие учебные дисциплины: «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая химия, «Химия твердого тела», «Строение вещества, «Метрология, пробоотбор и пробоподготовка в химическом анализе», «Инструментальные и хроматографические методы анализа».

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;

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 химический эксперимент;

владеть:

– базовыми знаниями в области фундаментальной химии;

– методиками проведения химического эксперимента, касающихся синтеза веществ и исследованию их физико-химических свойств;

– практическими навыками исследования механизмов процессов и верификации полученных данных;

Освоение образовательной программы 1-31 05 01-01 «Химия (научно-производственная деятельность)» должно обеспечить формирование следующих базовых компетенций:

Базовые профессиональные компетенции:

Применять основные понятия, законы и теории неорганической химии при характеристике состава, строения, химических свойств простых веществ и неорганических соединений, планировать и осуществлять эксперимент по синтезу неорганических веществ с использованием методических указаний и литературных источников;

Проводить качественный и количественный анализ химических соединений и их смесей в соответствии со спецификой групповых и индивидуальных свойств составляющих их компонентов;

Характеризовать состав, строение и свойства представителей основных классов органических соединений, механизмы важнейших органических реакций, планировать и осуществлять эксперимент по синтезу простых органических веществ с использованием методических указаний и литературных источников;

Применять основные постулаты, положения и законы физической химии для планирования и проведения физико-химического и электрохимического эксперимента, определения физико-химических характеристик веществ, оптимальных условий протекания химических процессов;

Оценивать механизмы и способы полимеризации, структуру и свойства полимеров и сополимеров;

Анализировать коллоидно-химические закономерности образования и устойчивости дисперсных систем, механизмы и роль поверхностных явлений, возникающих на границе раздела фаз;

Специализированные компетенции:

Выбирать с учетом теоретических представлений оптимальный и наиболее эффективный метод определения состава анализируемого объекта и осуществлять анализ с использованием физико-химических методов (хроматографических, оптических, спектроскопических, потенциометрических, электрохимических), включая пробоотбор, пробоподготовку, стадии разделения и концентрирования;

Ориентироваться в актуальных направлениях химической науки, предлагать пути решения задач химического профиля, в том числе с

привлечением междисциплинарных знаний и с учетом мировых научных достижений;

Применять знания теоретических основ неорганической химии для решения расчетных задач, объяснения и прогнозирования химических процессов, разработки концепций синтеза и исследования новых структур и соединений, обеспечения безопасного поведения в химической лаборатории.

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 лично-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», «Физическая химия, «Строение вещества, «Химия твердого тела», «Метрология, пробоотбор и пробоподготовка в химическом анализе», «Инструментальные и хроматографические методы анализа» отражают содержание образовательной программы высшего образования по специальности 1-31 05 01-01 «Химия (научно-производственная деятельность)».

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: «Строение вещества, «Метрология, пробоотбор и пробоподготовка в химическом анализе», «Инструментальные и хроматографические методы анализа». 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. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства оксидов: изменение по периодам и группам, влияние степени окисления элемента. Гидроксиды. Типы гидроксидов: гидроксиды с ионной, молекулярной, полимерной структурой. Кислотно-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. Кислотно-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. Кислотно-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 кислотно-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 «Физическая химия»

Тема 1. Основные понятия, терминология и постулаты химической термодинамики. Первый закон термодинамики. Термохимия

Исходные постулаты и первый закон термодинамики. Теплоемкость кристаллических тел, жидкостей и газов. Зависимость теплоемкости веществ от температуры. Термохимия. Закон Гесса и следствия из него. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры.

Тема 2. Второй и третий законы термодинамики и его приложения.

Фундаментальные уравнения термодинамики

Второй и третий законы термодинамики. Абсолютная энтропия. Методы ее определения. Абсолютная температура. Температурные шкалы. Термодинамическая температурная шкала (ТТШ). Международная температурная шкала (МТШ). Фундаментальные уравнения термодинамики. Общие условия равновесия в закрытых системах. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса.

Тема 3. Термодинамика растворов и гетерогенных систем

Характеристические функции многокомпонентных систем. Химический потенциал. Условия равновесия в многокомпонентных гетерогенных системах.

Тема 4. Химические равновесия

Способы вычисления стандартной энергии Гиббса и константы равновесия химических реакций. Определение максимального выхода целевого продукта.

Уравнение изотермы химической реакции. Зависимость константы равновесия от температуры (уравнение изобары). Влияние давления на химическое равновесие.

Тема 5. Основные понятия и постулаты химической кинетики

Основные понятия химической кинетики: скорость химической реакции, константа скорости, порядок и молекулярность реакции.

Закон действующих масс – основной постулат химической кинетики. Принцип независимости химических реакций, принцип лимитирующей стадии химического процесса, принцип детального равновесия. Особенности применения закона действующих масс для простых и сложных реакций.

Тема 6. Кинетика химических реакций в статических условиях

Кинетические особенности протекания простых реакций целочисленных порядков. Методы определения порядка реакции. Понятие об интегральных и дифференциальных методах определения порядка реакции: метод подстановки, метод определения порядка реакции по времени полупревращения (метод Оствальда–Нойеса), дифференциальный метод Вант–Гоффа.

Тема 7. Зависимость скорости реакции от температуры

Зависимость скорости реакции от температуры. Уравнение Аррениуса и различные формы его записи. Энергия активации химической реакции и ее определение по экспериментальным данным.

Тема 8. Теории химической кинетики

Теория активных столкновений. Расчет числа столкновений между одинаковыми частицами и частицами разных типов. Частота столкновений. Уравнение Траутца–Льюиса для бимолекулярной реакции. Основные положения теории активированного комплекса. Уравнение Эйринга. Термодинамический аспект теории активированного комплекса.

Тема 9. Основы кинетики отдельных типов химических реакций

Особенности кинетики химических реакций в растворах. «Клеточный эффект». Зависимость константы скорости реакций в растворах от ионной силы. Уравнение Бренстеда–Бьеррума. Первичный и вторичный солевой эффекты. Кинетика цепных реакций. Элементарные стадии возникновения, продолжения, развития и обрыва цепи. Особенности кинетики разветвленных и неразветвленных цепных реакций. Кинетика фотохимических реакций. Основные законы фотохимии: законы Гротгуса, Вант–Гоффа и Эйнштейна. Квантовый выход. Процессы, происходящие при поглощении света веществом. Схема Штерна–Фольмера. Скорость гетерогенной химической реакции. Роль диффузии и адсорбции при протекании гетерогенного процесса. Диффузионная и кинетическая области протекания гетерогенной реакции. Кинетические особенности топохимических реакций. Уравнение Ерофеева–Колмогорова.

Тема 10. Катализ

Основные принципы катализа. Особенности механизма и энергетический профиль гомогенных и гетерогенных каталитических процессов.

Ферментативный катализ. Уравнение Михаэлиса–Ментен. Методы определения кинетических параметров уравнения Михаэлиса–Ментен по экспериментальным данным.

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

1. Основные понятия, терминология и постулаты химической термодинамики. Первый закон термодинамики. Термохимия
2. Второй и третий законы термодинамики и его приложения. Фундаментальные уравнения термодинамики.
3. Термодинамика растворов и гетерогенных систем.
4. Химические равновесия.
5. Основные понятия и постулаты химической кинетики.
6. Кинетика химических реакций в статических условиях.
7. Зависимость скорости реакции от температуры.
8. Теории химической кинетики.
9. Основы кинетики отдельных типов химических реакций.
10. Основные принципы катализа.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Раздел 1. Учебная дисциплина «Строение вещества»

Ситуационная задача:

Проанализируйте, какие типы фундаментальных взаимодействий реализуются между элементарными частицами в атоме водорода. Оцените с теоретической точки зрения, будет ли гравитационное взаимодействие вносить существенный вклад в удержании электрона в атоме водорода. Подтвердите свой ответ расчетом, сравнив силу гравитационного и электромагнитного взаимодействия между ядром и электроном в атоме водорода.

Справочные данные: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг, $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, $e = 1,66 \cdot 10^{-19}$ Кл, радиус первой боровской орбиты $r = 5,29 \cdot 10^{-11}$ м, гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг², постоянная Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл²; $F_K = k \cdot |q_1| \cdot |q_2| / r^2$; $F_T = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$.

Раздел 2. Учебная дисциплина

«Метрология, пробоотбор и пробоподготовка в химическом анализе»

Ситуационная задача:

Предполагают, что в титановой руде содержание TiO_2 составляет 90%. Сколько проб следует взять, чтобы получить результат с доверительной вероятностью 0,95, при условии, что доверительный интервал должен быть равен 5%, а стандартное отклонение - 5,5%. ($t_{\infty 0,95} = 1,96$)?

Решение

$$n = \left(\frac{t \cdot S}{\Delta} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{1,96 \cdot 5,5}{5} \right)^2 = 4,6 \sim 5$$

Необходимо взять 5 проб.

Раздел 3. Учебная дисциплина «Инструментальные и хроматографические методы анализа»

Ситуационная задача:

С целью снижения мешающего влияния KCl , вытекающего из электрода сравнения, на потенциал ИСЭ, концентрацию KCl в электроде сравнения снизили до 0,01М. Как повлияет подкисление исследуемого раствора соляной кислотой до pH 2, или подщелачивание раствором $NaOH$ до pH 12 на величину э. д. с., если ионы H^+ и Na^+ не оказывают влияния на потенциал K^+ -СЭ? Концентрация KCl в исследуемом растворе равна 0,001М. Подвижности ионов K^+ , H^+ , Cl^- , Na^+ , OH^- равны (8,00; 37,6; 8,11; 5,47; 20,6) $10^{-9} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1} \text{ Дж}^{-1} \text{ моль}^{-1}$.

Изменением коэффициентов активности ионов калия при подкислении (подщелачивании) раствора пренебречь.

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. Буданов, В.В. Химическая кинетика : учебное пособие / В.В. Буданов, Т.Н. Ломова, В.В. Рыбкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с.
5. Шишонок, М.В. Химия высокомолекулярных соединений: учебное пособие / М.В. Шишонок. Минск : Вышэйшая школа, 2021. — 624 с.
6. 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.
7. 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.
8. Методы и достижения современной аналитической химии: учебник для вузов / Г.К. Будников, В.И. Вершинин, Г.А. Евтюгин [и др.] ; под ред. В.И. Вершинина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 588 с.
9. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / А.И. Жебентяев. — М. : ИНФРА-М, 2021. — 206 с.
10. 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.
11. Строение и состояния вещества: Учебное пособие / Камышов В.М., Мирошникова Е.Г., Татауров В.П. — СПб.: Издательство «Лань», 2021. — 236 с.

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. :

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. Дворкин, В. И. Метрология и обеспечение качества химического анализа : монография / В. И. Дворкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Техносфера, 2019. – 318 с. – ISBN 978-5-94836-564-0. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/175540>

6. Другов Ю.С., Родин Ю.С., Бином А. А. Пробоподготовка в экологическом анализе. – М. : Мир, 2009. – 855 с.

7. Карпов, Юрий Александрович. Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю. А. Карпов, А. П. Савостин. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 243 с.

8. Частицы и атомные ядра: Учебник / Ишханов Б.С., Капитонов И.М., Юдин Н.П. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2017. – 584 с.

9. Основы физической химии: Учебник в 2-х частях / Еремин В.В., Каргов С.И., Успенская И.А., Кузьменко Н.Е., Лунин В.В. – 5-е изд., перераб. и доп. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. – 348 с.