

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет»

ПРОГРАММА

вступительного испытания

для поступающих в магистратуру

Института химии и химико-фармацевтических технологий в 2024 г.

Направление 04.04.01 Химия

профили «Фундаментальная и прикладная химия веществ и материалов»,
«Квантовые технологии, компьютерный нанотехнологический инжиниринг,
физикохимия и экспертиза материалов»

Направление 18.04.01 –Химическая технология
Профиль «Химическая и биотехнологическая переработка
растительного сырья»

Междисциплинарный экзамен по направлению «Химия»

ВВЕДЕНИЕ (ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА)

Настоящая программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 04.03.01 Химия и 18.03.01 Химическая технология.

Согласно общепрофессиональным и профессиональным компетенциям выпускников, в ходе вступительного междисциплинарного экзамена по химии, должны быть выявлены следующие знания и умения студентов:

- теоретические основы и общие закономерности химических процессов, изучаемых в рамках базовых химических дисциплин: неорганической, аналитической, органической, физической химии, а также, химической технологии, способы их использования при решении конкретных химических задач; Периодический закон Д.И. Менделеева и его использование для объяснения особенностей и закономерностей изменения свойств веществ; место аналитической химии в системе наук, принципы и области использования основных методов химического анализа, стандартные приемы пробоподготовки образцов для проведения качественного и количественного анализа; основные классы органических соединений, методы синтеза; основные методы и приемы решения физико-химических задач; основные идеи квантово-механического описания строения и спектров молекул; основы химических компонентов клетки; классификацию полимеров, строение макромолекул и их поведение в растворах; основные законы и закономерности строения кристаллических веществ; методы определения основных коллоидно-химических характеристик дисперсных систем; типовые химико-технологические процессы производства, основные принципы организации и развития химических и биотехнологических процессов;
- теоретические основы синтеза и анализа веществ различной природы; принципиальные основы, возможности и ограничения применения физических методов исследования химических объектов;
- физические, физико-химические и математические модели, а также ограничения и границы их применения при описания различных химических явлений;
- основные направления рисков на потенциально опасном производстве; роль, принципы и методы экологического аудита и независимой оценки риска в обеспечении экологической и техногенной безопасности.

Испытуемый должен показать высокую теоретическую подготовку, знание основных понятий, концепций и методологических вопросов всех разделов фундаментальной химии, глубокое понимание основных научных положений, наук, а также умение и навыки применять свои знания для решения исследовательских и прикладных задач.

Программа вступительных испытаний включает ключевые вопросы основных химических дисциплин, изучаемых не только в институте химии и химико-фармацевтических технологий Алтайского государственного университета, но также на всех химических факультетах классических университетов России: неорганическая химия, аналитическая химия, физическая и коллоидная химия, органическая химия и химическая технология, квантовая химия. Основу программы вступительных испытаний составляют теоретические положения химии; система знаний о классах неорганических и органических веществ, их составе и зависимости свойств от кристаллохимического строения; о химических реакциях и закономерностях их протекания; о научных принципах химических производств. Содержит список литературы по всем основным направлениям программы.

Объем знаний и степень владения материалом, описанный в программе вступительных испытаний, соответствует уровню подготовки, необходимому для сдачи междисциплинарного экзамена по химии.

На основе настоящей программы вступительных испытаний составлены вопросы междисциплинарного экзамена по направлениям подготовки 04.03.01 Химия и 18.04.01 Химическая технология.

Критерии оценивания:

Междисциплинарный экзамен (письменно) по направлениям подготовки 04.04.01 Химия и 18.04.01 Химическая технология оценивается по 100 бальной системе. Нижний порог оценивания – 30 баллов.

Билет состоит из четырех вопросов, составленных на основании содержания четырех фундаментальных дисциплин: «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Физическая химия», «Неорганическая химия».

Максимально каждый ответ на вопрос может быть оценен в 25 баллов.

Оценка вопроса проводится по следующей системе:

| | |
|--------------|--|
| 20–25 баллов | <ul style="list-style-type: none"> • Приведены определения понятиям, отвечающим содержанию вопроса; • Оперировать основными научными понятиями профессиональной области; • Приведены точные формулировки законов химии, согласующиеся с содержанием вопроса и показаны умение применять их к конкретному описываемому процессу; • Составлены уравнения реакций всех химических процессов, свидетельствующих о глубоком, исчерпывающем понимании их сущности и взаимосвязи; • Представлены полные характеристики физических и химических свойств неорганических веществ и органических соединений; • Ссылается на современные методы исследования химических веществ и готов к их использованию при самостоятельной научно-исследовательской деятельности в |
|--------------|--|

| | |
|--------------|---|
| | соответствующей профессиональной области. |
| 13–19 балла | <ul style="list-style-type: none"> • Приведены определения понятиям, отвечающим содержанию вопроса; • Опирается основными научными понятиями профессиональной области; • Приведены точные формулировки законов химии, согласующиеся с содержанием вопроса; • Составлены уравнения реакций основных химических процессов; • Представлены полные характеристики физических и химических свойств неорганических веществ и органических соединений. <p>Имеет некоторые недостатки в ответах.</p> |
| 8 -12 баллов | <ul style="list-style-type: none"> • Приведены определения понятиям, отвечающим содержанию вопроса; • Перечислены законы химии, согласующиеся с содержанием вопроса; • Составлены уравнения реакций основных химических процессов; • Перечисляет основные физические и химические свойства неорганических веществ и органических соединений, но ответы содержат ошибки и неточности. |
| 0 – 7 баллов | Большое количество неточных ответов и ошибок, непонимание сущности излагаемых вопросов. |

Содержание программы

Неорганическая химия

Основы химической термодинамики, растворы, кинетика и механизм химических реакций, строение атома, химическая связь, конденсированное состояние вещества, периодический закон, химия элементов VII А и III А групп, инертные газы, общие представления о металлах, строение комплексных соединений, химия элементов I А - II А групп, химия элементов IV Б и VIII Б групп, химия элементов I Б и II Б групп, лантаноиды, актиноиды, основы химии твердого тела, основы кристаллохимии.

Список литературы

Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: Учебник / Н.С. Ахметов. - СПб.: Лань, 2014. - 752 с.

Спицын В.И., Мартыненко Л.И. Неорганическая химия: Учебник. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991, 1994. Ч.1,2.

Князев, Д.А. Неорганическая химия: Учебник для бакалавриата/ Д.А.

Князев, С.Н. Смарыгин. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 592 с

Практикум по неорганической химии / А. Воробьева, С.И. Дракина М.: Изд-во Альянс, 2014. 246 с.

Неорганическая химия: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 510500 "Химия" и специальности 011000 "Химия": в 3 т. / под ред. Ю.Д. Третьякова. – Москва : Академия, 2004-2007 Т.1: Физико-химические основы неорганической. – 2004. – 234 с. : ил. Т.2: Химия непереходных элементов. – 2004. – 365, [1] с.: ил. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.1. – 2007. – 349 с.: ил. Т.3: Химия переходных элементов. Кн.2. – 2007. – 400 с.: ил.

Аналитическая химия

Метрологические основы химического анализа; типы реакций и процессов в аналитической химии; кислотно-основные и окислительно-восстановительные равновесия; равновесия реакций комплексообразования; равновесия в системе осадок — насыщенный раствор; методы выделения, разделения и концентрирования (экстракция, хроматография, осаждение и соосаждение, сорбции и др.), гравиметрический, титриметрические, кинетические, электрохимические и оптические методы анализа. Теория и практика пробоотбора; представительная проба; размер и способы отбора пробы; подготовка пробы к анализу, основные объекты анализа; автоматизация анализа и использование ЭВМ в аналитической химии.

Список литературы

Аналитическая химия. В 3 т. Т. 1. Методы идентификации и определения веществ: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / [А.А.Белюстин и др.]; под ред. Л.Н. Москвина. - М.: Академия, 2013. - 288 с.

Аналитическая химия. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа. Т.2 / Под ред. Москвина Л.. - М.: Academia, 2018. - 608 с.

Аналитическая химия. В 3 т. Т. 3. Химический анализ: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / [И.Г. Зенкевич и др.]; под ред. Л.Н. Москвина. - М.: Академия, 2017. - 336

Основы аналитической химии. Учебник для вузов. В 2-х кн. Кн.1. Общие вопросы. Методы разделения. Кн. 2. Методы химического анализа. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высшая школа. 2004. 361 с., 503 с.

Зенкевич И. Г., Карцова Л.А., Москвин Л.Н., Родинков О.В., Якимова Н.М. Аналитическая химия: В 3-х томах. - М.: Академия, 2008.

Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 215 с.

Методы пробоотбора и пробоподготовки / Ю.А. Карпов, А.П. Савостин. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 243 с.: ил. – (Методы в химии).

Лукомский Ю.Я., Физико-химические основы электрохимии: Учебник/Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург – Долгопрудный: Издательский

Дом «Интеллект», 2008. – 424 с.

Органическая химия

Предмет органической химии, классификация реагентов и реакций: особенности строения и свойства радикалов, карбенов, карбокатионов и карбанионов. Углеводороды (алканы, циклоалканы, алкены, алкадиены, алкины, арены), оптическая изомерия органических соединений, галогенопроизводные углеводородов, магний- и литийорганические соединения, гидроксилпроизводные углеводородов, простые эфиры, карбонильные соединения, карбоновые кислоты и их производные, нитросоединения, амины, азосоединения, гетерофункциональные и гетероциклические соединения.

Электронные эффекты заместителей: индуктивный и мезомерный эффекты; эффект сверхсопряжения, σ -приближение. Теория резонанса. Электрофильное замещение в ароматическом ряду(SE); алкилгалогениды и спирты; примеры реакций нуклеофильного замещения (SN); примеры реакций нуклеофильного присоединения(AN).

Список литературы

Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. / А.Л. Курц, К.П. Бутин, О.А. Реутов. — 7-е изд. (эл.) .— М. : Лаборатория знаний, 2017. — 570 с.

Травень, В. Ф. Органическая химия : учебное пособие : в 3 томах / В. Ф. Травень. — 4-е, изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2015.

Тюкавкина Н.А. и др. Органическая химия. Специальный курс. Кн.1,2. Дрофа, 2008.

Шабаров Ю.С. Органическая химия. Ч. 1,2. М., Химия. 2004.

Физическая химия

Постулаты и законы химической термодинамики, термохимия, термодинамические функции и фундаментальные уравнения Гиббса; термодинамическая теория растворов; правило фаз Гиббса и его применение к гетерогенным равновесиям; химические и адсорбционные равновесия; основы линейной неравновесной термодинамики; постулаты статистической термодинамики, сумма по состояниям, вычисления термодинамических функций, статистическая термодинамика реального газа и конденсированного состояния вещества; химическая кинетика, кинетические уравнения различных типов реакций, теория кинетики; гомогенный и гетерогенный катализ, теории катализа; теория электролитов, термодинамика и кинетика электрохимических процессов. Классификация дисперсных систем; поверхностное натяжение жидкостей; поверхностно-активные вещества и их классификация; мицеллообразование в водных и неводных средах; термодинамика мицеллообразования; методы получения дисперсных систем; основные постулаты квантовой механики и волновые функции;

оператор Гамильтона и уравнение Шредингера для молекулярных систем.

Список литературы

Основы физической химии. Теории и задачи/В.В. Лунин, И.А. Успенская, С.И. Каргов, Н.Е. Кузьменко, В.В. Еремин. Под ред. Григорьевой Е. Э.– М.: Бином. Лаборатория знаний, 2017 г

Лукомский Ю. Я. Физико-химические основы электрохимии: учебник / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург. - Долгопрудный: Интеллект, 2008.

Сумм Б.Д. Основы коллоидной химии. – М.: Из-во «Академия», 2009.

Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики. М.: Высшая школа, 2013

Эмануэль Н.М., Кнорре Д.Г. Курс химической кинетики: Учеб. М.: Высш. шк., 1984. 463 с.

Дамаскин Б.Б., Петрий О.А. Электрохимия. М., Высшая школа, 2011

Беляев А.П., Кучук В.И. Физическая и коллоидная химия. Практикум. М: ГЭОТАР-Медиа, 2012.

Вопросы к вступительному испытанию:

1. Электронная оболочка атома химического элемента (исходные представления квантовой механики, электронное облако, атомные орбитали). Принцип Паули и емкость электронных оболочек. Правило Хунда и порядок заполнения атомных орбиталей.
2. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева как основа химической систематики. Структура периодической системы: периоды, группы. Периодическая система элементов и ее обоснование с позиции квантовой механики.
3. Периодичность энергетических и геометрических характеристик атомов (энергия ионизации, энергия сродства к электрону, атомные и ионные радиусы, вторичная периодичность)
4. Периодичность химических свойств элементов, простых веществ и химических соединений. Изменение валентности по периодам и группам. Изменение свойств элементов и их соединений (оксидов, гидроксидов) по периодам и группам.
5. Типы химической связи, основные характеристики химической связи, обменный и донорно-акцепторный механизмы образования связей, метод валентных связей
6. Теория молекулярных орбиталей (молекулярные орбитали, двухатомные гомоядерные молекулы)
7. Ионная связь. Невалентные типы связи (ионная связь, металлическая связь, водородная связь)
8. Растворы. Свойства растворов. Электролиты, равновесие в растворах слабых электролитов.
9. Диссоциация воды. Водородный показатель. Гидролиз солей. Влияние различных факторов на протекание гидролиза. Степень и константа

- гидролиза Условия подавления гидролиза.
10. Окислительно-восстановительные реакции (ОВР). Окислительно-восстановительный потенциал как количественная характеристика редокс-системы. Электрохимический ряд напряжений металлов.
 11. Электролиз. Схемы процессов на электродах при электролизе расплавов и растворов. Последовательность разряда на электродах катионов и анионов. Законы Фарадея.
 12. Комплексные соединения (номенклатура, изомерия, химическая связь, окраска комплексных соединений)
 13. s-элементы I и II групп, закономерности в строении и свойствах соединений с кислородом гидроксидов, карбонатов, галогенидов.
 14. p-элементы, свойства простых веществ. Закономерности в изменении строения, устойчивости окислительно-восстановительных и кислотно-основных свойств соединений с кислородом, гидроксидов. p-элементы, свойства простых веществ.
 15. Общая характеристика d-элементов. энергия ионизации и радиусы d-элементов, степени окисления d-элементов. Изменение устойчивости соединений в различных степенях окисления по группам.
 16. Титриметрические методы химического анализа: классификация; требования, предъявляемые к реакции в титриметрии; способы титрования.
 17. Окислительно-восстановительные равновесия в аналитической химии (уравнение Нернста; Red/Ox-потенциал; формальный потенциал; водородная шкала термодинамических потенциалов). Примеры из практики.
 18. Кинетические методы. Требования к индикаторным реакциям. Метод фиксированного времени (концентрации), тангенсов. Примеры каталитических равновесий.
 19. Комплексометрия. Комплексометрическое титрование. Равновесия в водных растворах комплексонов. Комплексопат. Метод сдвига равновесия. Титранты, применяемые в комплексометрии.
 20. Пробоотбор. Техника отбора. Способы пробоподготовки аналитических образцов природных и технических объектов. Представительность, инертность, лабильность показателей химического состава.
 21. Электрохимические методы: классификация, фарадеевские, нефарадеевские методы. Электрохимические ячейки. Индикаторный, рабочий электроды. Электроды сравнения.
 22. Вольтамперометрические методы анализа. Классификация. Инверсионная вольтамперометрия, применение в химическом анализе.

23. Хроматография как метод разделения веществ. Классификация методов хроматографии. Современные варианты хроматографии.
24. Оптические методы анализа. Классификация методов. Взаимодействие излучения с веществом. Спектры атомов и молекул. Основной закон светопоглощения.
25. Комплексообразование. Скорость реакций комплексообразования. Факторы, влияющие на устойчивость комплексов. Хелатный эффект. Практические примеры.
26. Равновесие осадок – насыщенный раствор. Константа растворимости. Неорганические и органические осадительные реагенты в гравиметрии. Примеры из практики.
27. Потенциометрический метод. Теоретические основы метода, классификация. Примеры потенциометрических определений.
28. Кулонометрия. Законы Фарадея. Прямая и косвенная кулонометрия. Границы применимости. Примеры.
29. Аналитическая химия как наука. Виды химического анализа. Процедура химического анализа. Открываемый минимум. Предел обнаружения.
30. Метрологические особенности метода и методики. Правильность и воспроизводимость. Случайные и систематические погрешности. Статистическая обработка результатов химического анализа.
31. Теория химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Основные положения. Структурные формулы и изомерия органических веществ.
32. Алканы. Изомерия. Номенклатура. Физические свойства. Химические свойства. Способы получения.
33. Алкены. Изомерия. Номенклатура. Физические свойства. Химические свойства. Правило Марковникова. Способы получения.
34. Алкины. Изомерия. Номенклатура. Физические свойства. Химические свойства. Способы получения.
35. Ароматические углеводороды. Изомерия и номенклатура гомологов бензола. Химические свойства бензола и его гомологов.
36. Галогенпроизводные углеводородов. Изомерия. Номенклатура. Получение. Химические свойства. Реакция элиминирования. Правило Зайцева.
37. Спирты. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Физические свойства. Водородная связь. Химические свойства одноатомных и многоатомных спиртов. Способы получения.
38. Фенолы. Общая характеристика. Классификация. Получение фенолов. Химические свойства фенолов.
39. Карбонильные соединения. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Физические свойства альдегидов и кетонов. Химические свойства

- альдегидов и кетонов. Способы получения.
40. Карбоновые кислоты. Изомерия. Номенклатура. Физические свойства. Химические свойства. Влияние заместителей на кислотные свойства. Получение карбоновых кислот.
 41. Углеводы. Классификация. Строение глюкозы. Химические свойства глюкозы. Дисахариды. Полисахариды.
 42. Амины. Классификация. Изомерия. Номенклатура. Строение аминов. Основность аминов. Химические свойства. Способы получения.
 43. Аминокислоты. Изомерия. Строение аминокислот. Химические свойства и способы получения аминокислот. Пептиды. Белки. Особенности строения.
 44. Гетероциклические соединения. Классификация. Азотсодержащие гетероциклические соединения. Пиридин. Пиррол.
 45. Химические связи и взаимное влияние атомов в органических соединениях. Ковалентные связи. Донорно-акцепторные связи. Сопряженные системы. Индуктивный эффект. Мезомерный эффект.
 46. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия, теплота и работа. Приложение первого закона термодинамики к идеальным газам. Вычисление работы в различных процессах. Графическое изображение работы расширения в различных процессах.
 47. Теплоемкость. Зависимость теплоемкости от температуры. Теплоемкость газов и твердых тел. Закон Дюлонга-Пти и уравнение Дебая.
 48. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Принцип Каратеодори. Изменение энтропии в различных процессах.
 49. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал.
 50. Зависимость скорости реакции от температуры. Определение энергии активации. Уравнение Аррениуса.
 51. Гомогенный катализ. Классификация гомогенно-каталитических реакций. Примеры реакций, протекающих в газовой фазе и растворах. Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного типа. Кинетика общего кислотного и общего основного катализа. Примеры. Механизмы реакций и лимитирующие стадии. Кинетические уравнения и определение элементарных констант из опытных данных. Уравнение Бренстеда.
 52. Гетерогенный катализ. Стадии гетерогенно-каталитических реакций. Адсорбция на поверхности катализатора. Теории гетерогенного катализа.
 53. Порядок реакции. Способы определения порядка реакции и константы скорости реакции для элементарных и формально простых реакций в закрытых системах.
 54. Основные положения теории активных столкновений. Преимущества и недостатки. Определение энергии активации. Как связаны между собой величины энергии активации, опытной и входящей в основное

- уравнение теории активных столкновений. Стерический фактор P .
55. Летучие смеси. Их классификация. Идеальные летучие смеси. Графические зависимости давления пара, температуры кипения и состава пара от состава летучей смеси.
 56. Удельная и молярная электрические проводимости. Зависимость электрической проводимости растворов слабых и сильных электролитов от концентрации электролита.
 57. Квантово-химическое описание элементарного акта химической реакции. Путь реакции и координата реакции на потенциальной поверхности. Переходное состояние. Симметрия реагентов, переходного состояния и продуктов реакции.
 58. Полуэмпирические методы в химии. Метод Хюккеля для π -электронных систем. Сопряжённые соединения, ароматичность. Индексы реакционной способности: индексы свободной валентности, заряды на атомах, порядки связей. Граничные орбитали.
 59. Построение приближённых решений электронного уравнения на основе вариационного принципа. Одноэлектронное приближение. Метод Хартри-Фока (самосогласованного поля). Орбитали и орбитальные энергии.
 60. Оператор Гамильтона для атомных и молекулярных систем на примерах: атом C , молекулы LiH , BeH_2 . Построение электронной волновой функции в виде определителя.