Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПРОГРАММА
подготовки к вступительному испытанию по дисциплине «Химия»
поступающих на образовательные программы магистратуры
04.04.01.02 «Аналитическая химия»,
04.04.01.07 Физическая химия

Руководители программ, С.В. Качин _____

В.М. Денисов _____

Содержание программы
(по дисциплине «Химия»)

1.1 Общая и неорганическая химия

Свободная энергия Гиббса (изобарно-изотермический потенциал), энтальпийный и энтропийный факторы процесса. Оценка возможности протекания химических реакций в стандартных условиях с использованием стандартных изменений энергии Гиббса или энтальпии и энтропии образования веществ.

Типы химических реакций. Кинетическая классификация реакций. Феноменологическое уравнение скорости химической реакции. Необратимые реакции первого, второго и третьего порядка. Обратимые, параллельные и последовательные реакции. Методы определения порядка реакции. Влияние температуры на скорость реакции.

Влияние концентрации на скорость химических реакций. Порядок и молекулярность реакции. Влияние температуры на скорость химических реакций, правило Вант-Гоффа. Понятия об "активных молекулах" и энергии активации. Уравнение Аррениуса.

Свойства растворов неэлектролитов: понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором, понижение температуры плавления и повышение температуры кипения раствора по сравнению с чистым растворителем. Определение молекулярной массы хорошо растворимого нелетучего вещества. Осмос и осмотическое давление.

Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем. Тепловое движение, диффузия, осмотическое давление.

Возникновение двойного электрического слоя (ДЭС) на границе раздела фаз "металл - раствор соли металла". Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Работа гальванического элемента, элемент химического типа и концентрационные элементы.

Общая характеристика элементов IV группы периодической системы Д.И. Менделеева. Свойства простых веществ. Водородные и кислородные соединения.

Общая характеристика элементов V группы периодической системы Д.И. Менделеева. Свойства простых веществ. Водородные и кислородные соединения.

Общая характеристика элементов VI группы периодической системы Д.И. Менделеева. Свойства простых веществ. Водородные и кислородные соединения.

Общая характеристика металлов. Изменения свойств простых веществ и гидроксидов в периодах и подгруппах периодической системы Д.И. Менделеева

1.2 Аналитическая химия

Количественные характеристики равновесий: термодинамическая и концентрационные константы, стандартный и формальный потенциалы, степень образования (мольная доля) компонента. Расчет активностей и равновесных концентраций компонентов (pH, pM и концентрации разных комплексных форм, молекулярной и ионной растворимостей).

Кислотно-основное равновесие. Развитие представлений о кислотах и основаниях. Использование протолитической теории для описания равновесий. Влияние свойств растворителя (донорно-акцепторных, диэлектрической проницаемости, автопротолиза); классификация растворителей. Константы кислотности и основности. Буферные растворы.

Комплексообразование. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Комплексные соединения в растворе. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости. Методы определения состава комплексных соединений и расчета констант устойчивости. Кинетика реакций комплексообразования. Инертные и лабильные комплексы. Управление реакциями осаждения-растворения и окисления-восстановления с помощью комплексообразования. Примеры использования комплексов.

Окислительно-восстановительное равновесие. Обратимые и необратимые реакции. Уравнение Нернста. Стандартные и реальные (формальные) потенциалы. Смешанный потенциал. Методы измерения потенциалов. Константы равновесия. Механизм окислительно-восстановительных реакций. Каталитические, автокаталитические, сопряженные и индуцированные окислительно-восстановительные реакции.

Процессы осаждения-растворения. Равновесия в системе жидкость твердая фаза. Константы равновесия (термодинамическое и реальное произведение растворимости); растворимость. Механизм образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Коллоидные системы. Загрязнения и условия получения чистых осадков. Условия полного осаждения и растворения осадков.

Сорбционные методы разделения и концентрирования. Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Количественное описание сорбционных процессов. Сорбенты.

Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Экстракция и растворимость. Основные количественные характеристики: константа распределения, коэффициент распределения, константа экстракции, фактор разделения. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Классы экстрагентов.

Осаждение и соосаждение. Использование неорганических и органических осадителей и соосадителей для разделения и концентрирования элементов. Виды соосаждения. Основные типы коллекторов. Органические соосадители.

1.3 Органическая химия

Углеводороды. Строение, номенклатура, изомерия. Реакции алканов. Механизм реакций, реакционная способность. Стереоизомерия.
Циклоалканы. Реакции циклоалканов. Особенности реакций малых циклов.

Алкены. Реакции электрофильного присоединения алкенов (реакции Adg): Правило Марковникова и его объяснение. Свободнорадикальное присоединение галогенов и бромоводорода. Аллильное галогенирование. Гомогенное и гетерогенное гидрирование.

Алкины.Реакции алкинов Ацетилениды, строение и свойства. Реакции электрофильного и нуклеофильного присоединения, их механизмы. Окисление, восстановление, гидрирование алкинов.

Алкадиены и полиены. Алкадиены с сопряженными двойными связями. Реакции 1,3-алкадиенов. Особенности реакций присоединения: 1,2- (прямое) и 1,4- (сопряженное) присоединение. Механизмы реакций. Циклоприсоединение: циклодимеризация алкенов, реакции Дильса- Альдера.

Ароматические соединения (арены). Ароматический характер бензола. Энергия сопряжения, критерии ароматичности. Реакции электрофильного замещения бензола. Влияние заместителей в бензольном кольце на направление и скорость реакций электрофильного замещения

Галогенпроизводные углеводородов: моно- и полизамещенные.

Спирты: первичные, вторичные и третичные; одно- и многоатом-ные; алифатические и ароматические, алкоголяты металлов.

Простые эфиры: линейные и циклические, моно- и полиэфиры.

Карбонильные соединения: альдегиды и кетоны, ацетали и кетали.

Карбоновые кислоты: одноосновные и многоосновные. Производные карбоновых кислот: сложные эфиры, ангидриды, галогенангидриды, амиды, нитрилы, лактоны, лактамы, соли.

Амины: первичные, вторичные и третичные, алифатические и ароматические, четвертичные аммониевые соли.

Вопросы устного экзамена

1. Энергия. Закон превращения и сохранения энергии, его математическая запись (уравнение 1-ого закона термодинамики). Внутренняя энергия системы - функция состояния системы. Теплота и работа. Энтальпия.
2. Тепловой эффект химической реакции. Термохимия. Закон Гесса. Приложение закона Гесса: расчет тепловых эффектов реакции по теплотам образования веществ.

3. Скорость химической реакции. Порядок реакции и молекулярность элементарной стадии реакции. Физический смысл константы скорости реакции. Связь констант скоростей прямой и обратной реакции и константы равновесия.
4. Влияние температуры на скорость химических реакций, правило Вант-Гоффа. Понятия об "активных молекулах" и энергии активации. Уравнение Аррениуса.
5. Энтропия. Определение, размерность. Стандартная энтропия вещества. Расчет изменения энтропии: в физических изотермических процессах, в химических реакциях. Приближенная оценка изменения энтропии в химических реакциях.
6. Изобарно-изотермический потенциал (энергия Гиббса). Энтропийный и энтальпийный факторы процессов. Методы оценки возможности протекания химических процессов: по изменению энтальпии и энтропии, по изобарным потенциалам образования веществ.
7. Химическое равновесие. Сдвиг химического равновесия. Принцип Ле Шателье. Влияние давления, концентрации, температуры, добавок "постороннего газа") на химическое равновесие.
8. Коллигативные свойства растворов неэлектролитов: осмос, понижение упругости пара летучего растворителя над раствором.
9. Истинные растворы. Способы выражения концентрации растворов. Образование растворов (процессы и явления). Растворимость. Влияние различных факторов на растворимость веществ.
10. Растворы электролитов. Коллигативные свойства растворов электролитов.
11. Свойства растворов неэлектролитов: понижение давления насыщенного пара растворителя над раствором, понижение температуры плавления и повышение температуры кипения раствора по сравнению с чистым растворителем.
12. Основные типы химических реакций: параллельные, последовательные, сопряженные, цепные. Уравнение скорости химической реакции.
13. Хром, молибден, вольфрам. Сравнение устойчивости различных степеней окисления на основании диаграмм Фроста. Взаимодействие металлов с кислотами. Окислительная щелочная плавка. Сравнение свойств оксидов, кислот, солей в высшей степени окисления элементов.
14. Азот. Кислородные соединения: оксиды, кислоты, соли. Интерпретация диаграмм Фроста в кислой и щелочной средах. Азотистая и азотная кислоты. Промышленное получение HNO3. Отношение нитратов металлов к нагреванию.
15. Фосфор. Взаимодействие с металлами, водородом и растворами щелочей. Оксиды, кислоты, соли. Ортофосфорная кислота получение свойства. Полифосфорные кислоты,
16. Мышьяк, сурьма, висмут (Э). Взаимодействие Э0 с металлами, водородом и растворами щелочей. Соединения Э3+: оксиды, гидраты

оксидов, соли. Окислительно-восстановительные свойства. Соединения Э5+: оксиды, кислоты, соли.

17. Взаимодействие щелочноземельных металлов с кислородом, водородом, галогенами, серой, азотом, углеродом, водой, растворами кислот.
18. Медь. Степени окисления. Взаимодействие металла с кислородом, галогенами, серой, растворами цианидов, кислот-окислителей. Соединения Cu+ и Cu+: оксиды, соли, комплексы. Примеры соединений Cu^{3+} и Cu^{4+}.
19. Галогены. Степени окисления. Сопоставление окислительной способности. Галогеноводороды и галогеноводородные кислоты. Галогениды металлов и неметаллов, их взаимодействие с водой. Оксиды галогенов.
20. Германий, олово, свинец. Взаимодействие металлов с растворами кислот и щелочей. Оксиды и (окси)гидроксиды. Соединения с активными металлами и водородом.
21. Сера, селен, теллур, полоний (Э). Кристаллические модификации. Взаимодействие с кислородом, активными металлами и кислотами-окислителями.
22. Углерод. Оксид углерода (II), его восстановительные и лигандные свойства. Карбонилы. Диоксид углерода. Угольная кислота и ее соли. Галогениды и оксогалогениды.
23. Германий, олово и свинец. Степени окисления. Химические свойства. Оксиды и гидроксиды. Соли и их гидролиз.
24. Свойства Al, Ga, In, Tl. Взаимодействие металлов с кислородом, серой, галогенами, азотом, растворами кислот и щелочей..
25. Триада железа (Fe, Co, Ni). Отношение металлов к воде, кислороду, растворам кислот и щелочей. Соединения $Э^{2+}$: оксиды, гидроксиды, соли, комплексы.
26. Особенности свойств лантаноидов (Ln), связанные с эффектом лантаноидного сжатия. Соединения Ln3+: оксиды, гидроксиды, соли. Другие степени окисления. Примеры восстановительных свойств Sm^{2+}, Eu^{2+} и окислительных свойств Ce^{4+}, Pr^{4+}.
27. Германий, олово, свинец. Соединения $Э^{4+}$: оксиды, гидраты оксидов, соли. Соединения $Э^{2+}$: оксиды, гидраты оксидов, соли. Сульфиды. Тиосоли.
28. Сера, селен, теллур (Э). Окислительно-восстановительные свойства соединений Э. Соединения серы: сероводород, сульфиды, сульфаны, полисульфиды, оксид серы (IV), сернистая кислота, сульфиты. Серная и селеновая кислота.
29. Серебро, Степени окисления. Взаимодействие металла с кислородом, галогенами, серой, растворами цианидов, кислот-окислителей.
30. Щелочноземельные металлы, общая характеристика. Особое поведение Be и Mg. Сравнение кислотно-основных свойств гидроксидов. Соли.

31. Щелочные металлы, общая характеристика. Химические свойства. Водородные и кислородные соединения.
32. Строение и основные химические свойства непредельных углеводородов (алкены, сопряжённые диены, аллены). Их сходство и различие. Механизм реакций электрофильного присоединения по кратным связям.
33. Строение и свойства карбонильных соединений, карбоновых кислот и их производных (сложные эфиры, амиды, ангидриды, галогенангидриды)
34. Реакции электрофильного присоединения алкенов (реакции Adg): Правило Марковникова и его объяснение. Свободнорадикальное присоединение галогенов и бромоводорода. Аллильное галогенирование.
35. Реакции алкинов Ацетилениды, строение и свойства. Окисление, восстановление, гидрирование алкинов.
36. Алкадиены с сопряженными двойными связями. Реакции 1,3-алкадиенов. Особенности реакций присоединения: 1,2-(прямое) и 1,4-(сопряженное) присоединение.
37. Ароматический характер бензола. Энергия сопряжения, критерии ароматичности. Реакции электрофильного замещения бензола. Влияние заместителей в бензольном кольце на направление и скорость реакций электрофильного замещения
38. Развитие представлений о кислотах и обнованиях. Равновесие в системе: кислота - сопряженное основание - растворитель. Теория Бренстеда-Лоури. Константы кислотности, основности, автопротолиза.
39. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Инертные и лабильные комплексы.
40. Процессы осаждения-растворения. Механизм образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Загрязнения и условия получения чистых осадков. Условия полного осаждения и растворения осадков.
41. Кислотно-основное равновесие. Влияние свойств растворителя (донорно-акцепторных, диэлектрической проницаемости, автопротолиза) на силу кислот и оснований. Буферные растворы.
42. Уравнение Нернста. Стандартные и реальные (формальные) потенциалы. Расчет константы равновесия.
43. Процессы осаждения-растворения. Равновесия в системе жидкость твердая фаза. Константы равновесия (термодинамическое и реальное произведение растворимости); растворимость. Условия полного осаждения и растворения осадков.
44. Сорбционные методы разделения и концентрирования. Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Количественное описание сорбционных процессов. Сорбенты.

45. Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Экстракция и растворимость. Основные количественные характеристики: константа распределения, коэффициент распределения, константа экстракции, фактор разделения.
46. Осаждение и соосаждение. Использование неорганических и органических осадителей и соосадителей для разделения и концентрирования элементов. Виды соосаждения.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Общая и неорганическая химия: учебник / Н. С. Ахметов. - Изд. 8-е, стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2014. - 743 с
2. Неорганическая химия: учебник для студ. вузов по напр. и спец. "Химия" : в 3-х томах / под ред. Ю. Д. Третьяков. - Москва : Академия, 2012. Т. 1 : Физико-химические основы неорганической химии. - 3-е изд., перераб. и доп. - 2012. - 240 с.
3. Неорганическая химия: учебник для студ. вузов по напр. и спец. "Химия" / под ред. Ю. Д. Третьяков. - Москва : Академия, 2011 - . - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). Т. 2 : Химия непереходных элементов. - 2-е изд., перераб. - 2011. - 366 с.
4. Основы аналитической химии. В 2 т. Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Академия, 2014. Т. 1. 384 с.; Т. 2. 408 с.
5. Аналитическая химия. Учебник для вузов. В 3 т. Под ред. J1.Н. Москвина. М.: Академия, Т. 1. Методы идентификации и определения веществ. 2008. 576 е.; Т.2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа. 2008. 304 е.; Т. 3. Химический анализ. 2010. 368с.
6. Л.Н. Москвин, О.В. Родинков. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии. Учебное пособие. М.: Интеллект, 2011. 352с.
7. Моррисон Р. Т. Органическая химия : учебник / Р. Моррисон, Р. Бойд ; под ред. И. К. Коробицыной ; пер. с англ.: В. М. Демьянович, В. А. Смита. – 2019

Дополнительная

1. М.Е.Тамм, Ю.Д.Третьяков Неорганическая химия: В 3-х т. Т. 1-2: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2004.
2. Неорганическая химия: в двух томах/Д. Шрайвер, П. Эткинс ; под ред. В. П. Зломанов. - М. : Мир, 2004 – 679с.; 486с.
3. Травень В.Ф. Органическая химия: в 2 томах - М.: Академкнига, 2005 – 727с., 582с.
4. Неорганическая химия: в 3 томах : учебник для студентов вузов по направлению и специальности "Химия" / под ред. Ю. Д. Третьяков. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2008 - . - (Высшее профессиональное

образование. Естественные науки). Т. 3, кн. 1 : Химия переходных процессов. - 2008. - 349 с.
5. Неорганическая химия: в 3 томах : учебник для студентов вузов по направлению и специальности "Химия" / под ред. Ю. Д. Третьяков. - 2-е изд., испр. - Москва : Академия, 2008 - . - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). Т. 3, кн. 2 : Химия переходных процессов. - 2008. - 400 с
6. Неорганическая химия: учебник для бакалавров / Д. А. Князев, С. Н. Смарыгин. - 4-е изд. - Москва : Юрайт, 2012. - 592 с.
7. Общая и неорганическая химия: учебник для студентов вузов по направлению и специальности "Химия": рекомендовано Министерством образования и науки РФ / Я. А. Угай. - Изд.5-е, стереотип. - Москва : Высшая школа, 2007. - 527 с.
8. Общая и неорганическая химия: учебник для студентов вузов / М. Х. Карапетьянц, С. И. Дракин. - 4-е изд., стер. - Москва : Химия, 2000. - 592 с.
9. Робертс Дж., Кассерио М. Основы органической химии: В 2-х т. - М.: Мир, 1978.
10. Терней А. Современная органическая химия: В 2-х т. М.: Мир, 1981. -
9. Несмеянов А.Н., Несмеянов Н.А. Начала органической химии: В 2 кн.- М.: Химия, 1974.
10. Нейланд О.Я. Органическая химия. - М.: Высш. шк., 1990.- 750 с.
11. Сайкс П. Механизмы реакций в органической химии.-М.: Мир, 1991
12. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Учебник для вузов. В 2 т. Под ред. А.А. Ищенко. М.: Академия, 2010.
13. Г. Кристиан. Аналитическая химия. В 2 т. Пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009
14. М. Отто. Современные методы аналитической химии. Пер. с нем. под ред. А.В. Гармаша. М.: Техносфера, 2008. 544 с.