



УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой фармацевтической и общей химии

к. фарм. н. доцент Мальцева Е. М.

  
2 февраля 2023 г.

**СПИСОК ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ**  
**по дисциплине «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**  
для студентов второго курса Фармацевтического факультета  
Четвертый семестр 2022...2023 учебного года

1. Метод и методика анализа. Основные разделы аналитической химии (качественный и количественный анализ).
2. Требования к реакциям для качественного анализа.
3. Типы аналитических реакций и реагентов (по назначению, по специфичности).
4. Характеристики чувствительности аналитических реакций и связь между ними.
5. Кислотно-основная аналитическая классификация катионов. Принципы классификации, состав аналитических групп, групповые реактивы и реакции.
6. Аналитические классификации анионов по растворимости солей бария и серебра и по окислительно-восстановительным свойствам.
7. Особенности коллигативных свойств растворов сильных электролитов. Основные положения теории растворов сильных электролитов. Ионная сила раствора. Активность. Коэффициент активности. Уравнения Дебая-Хюккеля.
8. Закон действующих масс и константа химического равновесия. Термодинамическая и концентрационная, реальная и условная, общая и ступенчатая константы равновесия. Особенности применения различных типов констант для описания равновесий в растворах.
9. Растворимость. Равновесие между осадком и его насыщенным раствором и константа этого равновесия. Ионное произведение. Условия образования и растворения осадка.
10. Влияние сильных электролитов, не вступающих с осадком в химическую реакцию («посторонних», с общим ионом), на растворимость осадков. Солевой эффект. Смещение ионного равновесия. Расчет растворимости осадков в растворах сильных электролитов.
11. Тепловые эффекты при растворении кристаллических веществ. Влияние температуры на равновесие между осадком и раствором и на растворимость осадков.
12. Влияние химических реакций на растворимость осадков. Факторы, определяющие растворимость осадков в кислотах. Химические реакции, с которыми связана растворимость осадка в избытке раствора осадителя.
13. Основы протолитической теории. Кислота, основание, амфолит. Сопряженная кислотно-основная пара.
14. Протолитические свойства воды. Константа автопротолиза воды. Константы кислотности и основности  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Понятие о нейтральном, кислом, щелочном растворе. Водородный показатель (рН).
15. Константы кислотности и основности. Классификация кислот и оснований по силе.
16. Связь между константами кислотности и основности кислоты и сопряженного основания (формула, ее вывод, следствия).



17. Протолитические свойства солей. Константы основности и кислотности катионов и анионов. Примеры их расчета. Примеры солей, обладающих кислотными, основными и амфотерными свойствами.
18. Расчет рН растворов сильных и слабых кислот и оснований (формулы, их вывод). Степень протолиза.
19. Расчет рН растворов амфолитов (формулы, их вывод).
20. Буферные свойства и буферные системы. Состав, механизм действия. Примеры и применение буферных систем.
21. Расчет рН буферных растворов (уравнение Гендерсона-Хассельбаха, его вывод).
22. Буферная ёмкость (понятие, расчет, формулы, их вывод).
23. Общая характеристика комплексных соединений. Термины и понятия связанные с комплексами: центральный атом, лиганды, внутренняя и внешняя сферы комплекса, дентатность, хелаты. Особенности химической связи в комплексных соединениях.
24. Лигандообменные равновесия в растворах комплексов. Ступенчатые и общие константы устойчивости. Расчет концентрации катиона-комплексобразователя, не связанного в комплекс, на основании констант устойчивости.
25. Влияние различных факторов (рН раствора, стехиометрического соотношения между комплексобразователем и лигандами, образования осадков) на процессы образования и распада комплексов. Превращение одних комплексов в другие.
26. ОВ равновесие. Сопряженная ОВ пара. Электродный потенциал и его измерение. Потенциал как характеристика ОВ свойств компонентов сопряженной пары.
27. Стандартный водородный электрод. Стандартные потенциалы. Уравнение Нернста. Определение направления ОВ реакции на основании потенциалов составляющих её полу-реакций.
28. Влияние различных факторов (рН раствора, комплексообразования, образования осадков) на ОВ потенциалы и направление ОВ реакций. Примеры и закономерности такого влияния на основании анализа реальных потенциалов с использованием уравнения Нернста.
29. Гравиметрия. Классификация гравиметрических методов. Основные понятия гравиметрического анализа: гравиметрическая форма, осаждаемая форма, осадитель.
30. Основные этапы гравиметрического анализа методом осаждения.
31. Требования к гравиметрической форме, к осаждаемой форме, к осадителю.
32. Элементарные процессы при образовании осадка. Связь этих процессов со структурой и качеством осадка. Характеристики пересыщенного раствора (сверхрастворимость, относительное пересыщение). Факторы, определяющие размер частиц осадка.
33. Старение (созревание) осадка. Оствальдовское, химическое, термическое старение.
34. Загрязнение осадка при гравиметрическом анализе методом осаждения. Соосаждение. Разновидности соосаждения: адсорбция, окклюзия, образование твердых растворов. Закономерности процессов соосаждения.
35. Характерные признаки кристаллических осадков. Оптимальные условия получения кристаллических осадков.
36. Характерные признаки аморфных осадков. Оптимальные условия получения аморфных осадков.
37. Расчеты при гравиметрическом анализе. Схема гравиметрического анализа. Гравиметрический фактор. Расчет оптимальной массы анализируемого образца. Расчет количества осадителя. Расчет массы и массовой доли определяемого вещества.
38. Классификация и обзор методов разделения и концентрирования.
39. Жидкостная экстракция. Принцип метода. Экстрагент, разбавитель, экстракт, реэкстракция. Экстракционное равновесие. Константа распределения. Закон распределения Нернста-Шилова. Коэффициент распределения.



40. Степень извлечения. Связь этого параметра с концентрацией вещества в органической и водной фазах. Зависимость степени извлечения от коэффициента распределения (вывод формулы).
41. Условия экстракционного разделения.
42. Классификация экстракционных процессов по типу экстрагирующегося соединения.
43. Сущность титриметрического анализа. Титрант, титрование, точка эквивалентности, конечная точка титрования, скачок титрования, кривая титрования, индикатор. Теоретические основы титриметрии. Требования к реакциям для титриметрического анализа. Факторы, влияющие на величину скачка титрования.
44. Классификация методов титриметрического анализа по типу химической реакции и по способу выполнения: прямое титрование, реверсивное титрование, обратное титрование, титрование заместителя. Область применения и преимущества каждого из способов титрования. Примеры.
45. Методы определения массы вещества по результатам титрования: аликвотных проб (пипетирования) и отдельных навесок. Их сравнительный анализ (преимущества и недостатки).
46. Способы определения концентрации титрантов. Первичные и вторичные стандарты. Требования к первичным стандартам. Стандартизация.
47. Титранты и стандарты кислотно-основного титрования.
48. Кривые титрования: сильного основания сильной кислотой, сильной кислоты сильным основанием, слабой кислоты сильным основанием, слабого основания сильной кислотой. Состав раствора и расчет pH на различных этапах титрования: в исходном растворе, до точки эквивалентности (ТЭ), в ТЭ, после ТЭ.
49. Титрование систем с несколькими точками эквивалентности. Факторы, определяющие наличие скачка титрования в соответствующей ТЭ.
50. Кислотно-основные индикаторы. Требования к индикаторам. Концепции кислотно-основных индикаторов: ионная, хромофорная. Основные характеристики кислотно-основных индикаторов: цвета, интервал перехода, показатель титрования (pT). Правила подбора индикатора.
51. Ошибки кислотно-основного титрования: случайные, систематические (капельная, индикаторные). Причины возникновения, классификация. Расчет индикаторных ошибок несоответствия (формулы, их вывод).
52. Ограничения для кислотно-основного титрования в воде, которые можно преодолеть, используя титрование в неводных растворителях.
53. Классификация растворителей по кислотно-основным свойствам.
54. Нивелирующее действие растворителя.
55. Дифференцирующее действие растворителя.
56. Диэлектрическая проницаемость растворителя. Влияние диэлектрической проницаемости растворителя на титрование.
57. Автопротолиз амфипротонных растворителей. Связь между константой автопротолиза и константой равновесия реакции титрования. Влияние константы автопротолиза растворителя на скачок титрования и возможности дифференцированного определения нескольких веществ.
58. Требования к амфипротонному растворителю для титрования.
59. Титрование в кислотных растворителях. Титрование в безводной (ледяной) уксусной кислоте. Титранты. Прямое, обратное титрование, титрование заместителя. Определение ТЭ. Примеры реакций.
60. ОВ титрование. Требования к реакциям для ОВ титрования. Способы определения конечной точки титрования. ОВ индикаторы: механизм действия, основные характеристики, принцип выбора.



61. Кривые ОВ титрования. Расчет ОВ потенциала системы на различных этапах титрования: до ТЭ, в ТЭ, после ТЭ. Примеры. Факторы, влияющие на величину скачка титрования.
62. Индикаторные ошибки ОВ титрования. Их происхождение и расчет.
63. Перманганатометрия. Реакции восстановления перманганата при разном рН раствора. Перманганатометрия в кислом растворе. Условия титрования. Титрант, его стандартизация. Определение конечной точки титрования. Особенности применения прямой, обратной и косвенной (титрование заместителя) перманганатометрии.
64. Дихроматометрия. Реакция, на которой основан анализ. Особенности метода в сравнении с перманганатометрией. Титрант. Определение конечной точки титрования. Условия титрования. Применение. Определение органических веществ способом обратного дихроматометрического титрования.
65. Прямая и обратная йодиметрия. Реакции, на которых основан анализ. Титранты, их стандартизация. Определение конечной точки титрования. Условия титрования. Применение. Примеры методик анализа с уравнениями реакций.
66. Косвенная йодометрия (титрование йода как заместителя). Реакции, на которых основан анализ. Титрант, его стандартизация. Определение конечной точки титрования. Условия титрования. Применение. Примеры методик анализа с уравнениями реакций.
67. Йодатометрия. Реакции, на которых основан анализ, и соответствующие им точки эквивалентности. Титрант. Определение конечных точек титрования. Метод Андрусса. Условия титрования. Примеры методик анализа с уравнениями реакций. Йодатометрическое определение сильных кислот.
68. Нитритометрия. Реакции, на которых основан анализ неорганических восстановителей. Реакции, на которых основан анализ органических аминов. Титрант, его стандартизация. Нитритометрическое определение ароматических аминов. Определение конечной точки титрования. Условия титрования. Определения эквивалента при нитритометрическом титровании.
69. Броматометрия. Реакции, на которых основан анализ. Титрант. Определение конечной точки титрования. Условия титрования. Применение для анализа неорганических восстановителей. Бромид-броматное титрование. Реакции, на которых основан анализ. Определение ароматических соединений прямой и обратной бромид-броматометрией. Броматометрическое определение катионов в виде оксихинолятов. Примеры методик анализа с уравнениями реакций. Определения эквивалента органических веществ при их броматометрическом определении.
70. Методы осадительного титрования: аргентометрия, меркурометрия, бариметрия и сульфатометрия, гексацианоферратометрия. Титранты и реакции, на которых основан анализ. Требования к реакциям для осадительного титрования.
71. Расчет кривой аргентометрического титрования. Факторы, влияющие на скачок титрования.
72. Методы аргентометрического титрования: Мора, Фольгарда, Фаянса. Соответствующие им титранты, способы определения ТЭ, условия титрования. Сравнительный анализ (возможности и ограничения) методов аргентометрии.
73. Комплексонометрия. Комплексоны. Этилендиаминтетрауксусная кислота. Этилендиаминтетраацетат натрия. Комплексоны. Кислотно-основные равновесия в водных растворах ЭДТА.
74. Расчет кривой комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на скачок титрования.
75. Условия комплексонометрического титрования. Выбор оптимального рН раствора при комплексонометрии.
76. Способы определения ТЭ при комплексонометрии. Металлохромные индикаторы: принцип действия, требования к индикатору. Примеры металлохромных индикаторов.



77. Титрант комплексонометрического титрования, его стандартизация. Особенности применения комплексонометрии. Прямое, обратное и вытеснительное (титрование заместителя) комплексонометрическое титрование. Примеры методик.
78. Общая характеристика и классификация физико-химических методов анализа (ФХМА). Сравнение ФХМА с классическими методами химического анализа.
79. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия. Сущность и теоретические основы метода. Электроды, используемые в потенциометрии. Их классификация. Устройство потенциометрической ячейки. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое определение концентрации методом калибровочного графика, методом стандарта, методом добавок стандарта. Выбор индикаторного электрода для потенциометрических измерений. Применение прямой потенциометрии.
80. Потенциометрическое титрование. Способы определения конечной точки титрования. Интегральные и дифференциальные кривые потенциометрического титрования. Кривые титрования по Грану. Определение точки эквивалентности по кривым титрования. Преимущества потенциометрического титрования по сравнению с титрованием с химическими индикаторами. Применение потенциометрического титрования и выбор индикаторных электродов для титрования.
81. Кулонометрия. Сущность и теоретические основы метода. Закон Фарадея. Классификация кулонометрических методов. Требования к реакциям для кулонометрического анализа. Устройство кулонометрической ячейки. Способы измерения количества электричества. Химические кулонометры. Прямая кулонометрия. Условия анализа. Определение момента окончания реакции. Применение.
82. Кулонометрическое титрование. Сущность метода. Условия кулонометрического титрования. Определение конечной точки титрования. Дополнительные возможности кулонометрического титрования в сравнении с титрованием из бюретки. Применение.
83. Основной закон поглощения света в дифференциальной, интегральной и логарифмической форме. Основные фотометрические параметры: абсорбционность (оптическая плотность), пропускание, молярный и удельный коэффициенты поглощения. Связь между ними. Правило аддитивности абсорбционности.
84. Колориметрия. Методы колориметрического анализа: стандартных серий, разбавления, уравнивания окрасок. Колориметр Дюбоска (колориметр погружения).
85. Приборы для фотометрического анализа. Основные узлы приборов и их назначение. Двухлучевые и однолучевые приборы. Спектрофотометрия. Преимущества по сравнению с колориметрическими методами.
86. Условия количественного фотометрического анализа. Использование раствора сравнения. Выбор аналитической длины волны, концентрации раствора и толщины кюветы. Фотометрические реакции и реагенты. Экстракционно-фотометрический анализ. Отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера и их причины.
87. Методы количественного фотометрического анализа. Определение концентрации по коэффициенту поглощения. Метод калибровочного графика. Метод стандарта. Метод добавок стандарта. Формулы для расчета концентрации каждым из этих методов и их вывод.
88. Дифференциальный фотометрический анализ. Сущность метода. Определение концентрации по результатам дифференциальной фотометрии методом калибровочного графика, методом стандарта. Преимущества дифференциальной фотометрии по сравнению с «обычным» фотометрическим анализом.
89. Хроматография. Принцип метода. Подвижная и неподвижная фаза. Хроматограмма. Классификация хроматографических методов анализа по механизму разделения веществ, по агрегатному состоянию фаз, по технике выполнения, по способу перемещения фаз, по цели.



90. Тонкослойная и бумажная хроматография. Принцип метода. Характеристика подвижной и неподвижной фаз. Относительный коэффициент подвижности  $R_f$ . Выбор элюента. Условия анализа. Качественный и количественный анализ методом тонкослойной хроматографии.
91. Ионообменная хроматография. Иониты. Обменная емкость ионитов. Характеристика подвижной фазы. Ионообменное равновесие. Коэффициент распределения. Принципы хроматографического разделения ионов методом элюирования. Градиентное элюирование. Применение ионообменной хроматографии.
92. Газовая хроматография. Характеристика подвижной и неподвижной фаз. Понятие о теоретических основах метода (теория теоретических тарелок и кинетическая теория). Хроматографические параметры удерживания и разделения.
93. Практика газовой хроматографии. Влияние температуры на разделение. Программирование температуры. Устройство хроматографа. Выбор неподвижной жидкой фазы, требования к ней. Колонки для газовой хроматографии. Детекторы для газовой хроматографии (катарометр, детектор электронного захвата, пламенно-ионизационный детектор). Применение газовой хроматографии для качественного и количественного анализа.