



**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный медицинский университет
имени В.И. Разумовского»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России)**

ПРИНЯТО

Ученым советом ФГБОУ ВО
Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского
Минздрава России
Протокол от 22.03.2022 г. № 3

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ
им. В.И. Разумовского Минздрава
России



А.В. Еремин
2022 г.

**Программа вступительного испытания
по специальной дисциплине
для поступающих на обучение по образовательной программе высшего
образования – программе подготовки научных и научно-
педагогических кадров в аспирантуре**

Научная специальность: 1.4.2. Аналитическая химия

Перечень вопросов для подготовки

Общие теоретические основы аналитической химии

1. Предмет аналитической химии. Место и роль аналитической химии среди других научных дисциплин. Аналитическая химия и аналитическая служба.
2. Виды химического анализа. Аналитические задачи: обнаружение, идентификация, определение веществ.
3. Основные методы аналитической химии. Характеристики методов определения: чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, селективность.
4. Понятие о качественном химическом анализе. Качественные реакции ионов, их классификация и характеристика.
5. Аналитические реагенты. Систематический и дробный ход анализа катионов и анионов.
6. Общая характеристика методов количественного анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе. Роль и значение количественного анализа в фармации.
7. Пробоотбор и пробоподготовка в аналитической химии. Требования, предъявляемые к отбору проб воздуха, воды, почв, биологических объектов. Современные методы пробоподготовки в различных методах инструментального анализа.

Метрологические основы химического анализа

8. Аналитический сигнал. Результат анализа как случайная величина. Погрешности, способы их классификации, основные источники погрешностей.
9. Систематические погрешности в химическом анализе. Правильность и способы проверки правильности. Законы сложения погрешностей.
10. Случайные погрешности в химическом анализе. Генеральная и выборочная совокупности результатов химического анализа. Закон нормального распределения результатов анализа, его проверка.
11. Статистика малых выборок. Воспроизводимость. Статистические критерии: математическое ожидание (генеральное среднее) и генеральная дисперсия случайной величины, выборочное среднее, дисперсия, стандартное отклонение, доверительная вероятность и доверительный интервал.
12. Сравнение двух дисперсий. Сравнение двух и нескольких средних результатов химического анализа.
13. Чувствительность. Коэффициент чувствительности. Предел обнаружения, нижняя граница определяемых содержаний, их статистическая оценка.
14. Погрешности отдельных стадий анализа и конечного результата. Применение дисперсионного анализа для оценки погрешностей отдельных стадий и операций химического анализа.

15. Использование корреляционного анализа для проверки независимости двух аналитических методик.
16. Применение регрессионного анализа для построения градуировочных зависимостей. Нахождение содержания вещества по градуировочной зависимости, статистическая оценка результата.
17. Математическое планирование и оптимизация аналитического эксперимента с использованием дисперсионного и многомерного регрессионного анализа. Стандартные образцы.
18. Аттестация и стандартизация методик. Аккредитация аналитических лабораторий.
19. Применение ЭВМ в аналитической химии. Многомерные данные в химическом анализе.

Типы химических реакций и процессов в аналитической химии

20. Химические равновесия в гомогенных системах. Основные типы реакций, применяемых в аналитической химии.
21. Количественные характеристики равновесий: термодинамическая и концентрационные константы, стандартный и формальный потенциалы, степень образования (мольная доля) компонента. Расчет активностей и равновесных концентраций компонентов
22. Современные представления о кислотах и основаниях. Константы кислотности и основности. Шкала pH. Буферные растворы.
23. Свойства растворителей; их классификация. Влияние растворителя на силу кислот и оснований.
24. Реакции комплексообразования в аналитической химии. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе.
25. Ступенчатое комплексообразование. Константы устойчивости комплексных соединений.
26. Методы определения состава комплексных соединений и расчета констант устойчивости. Кинетика реакций комплексообразования.
27. Окислительно-восстановительные реакции в аналитической химии. Уравнение Нернста. Стандартный и формальный потенциалы, их связь.
28. Методы измерения потенциалов. Направление и константы равновесия окислительно-восстановительных реакций.
29. Химическое равновесие в системе жидкость – твердая фаза. Константы равновесия; растворимость.
30. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, конкурирующие реакции, природа растворителя и pH раствора.
31. Органические реагенты в химическом анализе. Функционально-аналитические

группы. Влияние структуры органических реагентов на их свойства.

Химические методы анализа

32. Сущность гравиметрического анализа. Методы осаждения и отгонки. Прямые и косвенные гравиметрические методы. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам.
33. Этапы гравиметрического анализа. Важнейшие неорганические и органические осадители. Погрешности гравиметрического определения.
34. Механизм образования и свойства кристаллических и аморфных осадков. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств и условий осаждения.
35. Причины загрязнения осадка (совместное осаждение, соосаждение, последующее осаждение). Условия получения чистых осадков.
36. Виды и механизмы соосаждения; его положительная и отрицательная роль в химическом анализе.
37. Термогравиметрический анализ.
38. Сущность и классификация титриметрических методов анализа. Виды титрования (прямое, обратное, косвенное).
39. Выражение концентраций растворов в титриметрии. Расчет молярной массы эквивалента в разных методах титрования.
40. Стандартные растворы. Первичные и вторичные стандартные растворы.
41. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Кривые титрования и их типы.
42. Кислотно-основное титрование в водных и неводных средах. Кислотно-основные индикаторы, критерии их выбора. Кривые титрования. Ошибки в кислотно-основном титровании.
43. Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия. Иодометрия. Бихроматометрия. Редокс-индикаторы, принцип их выбора. Индикаторные погрешности.
44. Сущность осадительного титрования. Построение кривых титрования. Методы установления конечной точки титрования. Индикаторы.
45. Комплексометрическое титрование. Сущность метода. Использование аминополикарбоновых кислот (комплексометрия). Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Индикаторные погрешности.

Электрохимические методы анализа

46. Электрохимическая цепь и электрохимическая реакция. Основные процессы, протекающие на электродах в электрохимической ячейке.
47. Классификация электрохимических методов анализа. Методы без наложения

потенциала и с наложением потенциала: прямые и косвенные.

48. Классификация электродов в потенциометрии (обратимые и необратимые, электронообменные и ионообменные, индикаторные и электроды сравнения).
49. Характеристика индикаторных электродов I, II, III рода в потенциометрии. Характеристика электродов сравнения, применяемых в потенциометрии (каломельные, хлоридсеребряные).
50. Ионметрия. Типы ионоселективных электродов и их характеристики. Метрологические характеристики и области применения ионоселективных электродов.
51. Ионоселективные электроды с твердыми и жидкостными (гомогенными и гетерогенными) мембранами. Электродная функция ионоселективного электрода. Коэффициент потенциометрической селективности.
52. Принцип функционирования и области применения стеклянного индикаторного электрода.
53. Потенциометрическое титрование. Кривые титрования. Зависимость формы кривой и скачка потенциалов от различных факторов. Титрование в водных и неводных средах. Способы обнаружения конечной точки титрования.
54. Теоретические основы кулонометрического метода анализа и его классификация. Условия проведения кулонометрических измерений. Прямая потенциостатическая и гальваностатическая кулонометрия.
55. Кулонометрическое титрование, его возможности и преимущества. Определение электроактивных и электронеактивных компонентов. Способы электрогенерирования кулонометрических титрантов. Индикация конца титрования.
56. Сущность вольтамперометрического метода анализа (классический вариант). Вольтамперная кривая, ее характеристики. Характеристики вольтамперограмм, используемые для изучения и определения органических и неорганических соединений.
57. Современные варианты вольтамперометрии: импульсные, переменноточковые, инверсионные. Метрологические характеристики, возможности и ограничения методов.
58. Поляризация электродов (электрохимическая, концентрационная, кинетическая). Стадии электрохимического процесса на поляризованном электроде.
59. Особенности ртутного капельного и платинового индикаторных микроэлектродов в вольтамперометрии. Перенапряжение выделения водорода на ртутном и платиновом электродах. Зависимость величины диффузионного тока от концентрации деполяризатора (уравнение Ильковича).
60. Амперометрическое титрование. Сущность метода. Кривые титрования.

Преимущества метода.

61. Кондуктометрия. Принцип метода, основные понятия. Связь концентрации электролитов с их электрической проводимостью. Определение концентрации вещества по величине электропроводности.
62. Кондуктометрическое титрование. Сущность метода. Кривые титрования для различных случаев титрования.

Спектроскопические методы анализа

63. Общая характеристика электромагнитного излучения и его взаимодействия с веществом. Классификация методов спектрального анализа. Спектр, линия спектра, интенсивность линии. Энергетические состояния и переходы.
64. Основные законы поглощения электромагнитного излучения (Бугера-Ламберта-Бера) и излучения (Ломакина-Шейбе). Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого соединения.
65. Атомные спектры эмиссии, поглощения и флуоресценции. Резонансное поглощение. Зависимость аналитического сигнала от концентрации.
66. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Основы метода и аппаратного оформления. Аналитические характеристики атомно-эмиссионных методов анализа.
67. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Источники излучения и регистрации. Аналитическое применение атомно-абсорбционной спектроскопии.
68. Молекулярные спектры поглощения, испускания. Поляризация и оптическая активность. Способы измерения аналитического сигнала.
69. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия в УФ- и видимой областях). Уравнение Бугера - Ламберта Бера и отклонения от него. Фотометрические реакции и реагенты. Примеры использования спектрофотометрии для определения неорганических и органических соединений.
70. Способы определения концентрации веществ в спектрофотометрии. Производная и дифференциальная спектрофотометрия, возможности анализа многокомпонентных систем.
71. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Общая классификация молекулярной люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Качественный и количественный анализ.
72. ИК- и рамановская (комбинационного рассеяния) спектроскопия. Колебательные и вращательные спектры. Качественный и количественный анализ. Особенности анализа проб в различном агрегатном состоянии. Метод Фурье-спектрометрии.
73. Методы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Хромато-масс-спектрометрия.

Хроматографические методы анализа

74. Хроматография как метод разделения и определения веществ. Классификация хроматографических методов. Особенности реализации колоночной и плоскостной хроматографии.
75. Теория хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Селективность и эффективность хроматографического разделения, разрешение. Методы количественного хроматографического анализа.
76. Особенности аппаратного оформления газовой хроматографии. Детекторы. Подвижные и неподвижные фазы. Капиллярная и многомерная газовая хроматография.
77. Особенности аппаратного оформления высокоэффективной жидкостной хроматографии. Разновидности метода в зависимости от полярности неподвижной фазы: нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты. Детекторы. Требования, предъявляемые к элюентам.
78. Ионная хроматография, разновидности. Особенности определения анионов и катионов с помощью ионной хроматографии.
79. Ионообменная хроматография. Неорганические и органические ионообменники и их свойства. Кинетика и селективность ионного обмена. Влияние природы и состава элюента на селективность разделения веществ.
80. Плоскостная хроматография. Сущность метода и области применения.

Методы разделения и концентрирования

81. Классификация методов разделения и концентрирования. Термодинамические и кинетические характеристики разделения и концентрирования. Количественные характеристики разделения и концентрирования. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения.
82. Сорбционные методы. Классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса, геометрическим признакам неподвижной фазы. Количественное описание сорбционных процессов. Сорбенты.
83. Экстракция. Сущность метода. Закон распределения. Классификация экстракционных процессов по типу используемого экстрагента, типу образующихся соединений, технике осуществления.
84. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Требования к экстрагентам и растворителям. Основные направления использования экстракции в аналитической химии. Сочетание экстракции с методами определения.

Перечень литературы

Основная литература:

1. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 1: Общие вопросы; Методы

- разделения: Учебник для вузов /Под ред. Золотова Ю.А. Изд. 3-е, перераб., доп. Классический университетский учебник М.: Высшая школа, 2004 -358с.
2. Основы аналитической химии: В 2 кн.: Кн. 2: Методы химического анализа: Учебник для вузов /Под ред. Золотова Ю.А.). Изд. 3-е, перераб., доп. Классический университетский учебник М.: Высшая школа, 2004. - 346 с.
3. Аналитическая химия (в 3-х томах) / Под ред. Л.Н.Москвина. - М.: Издательский центр «Академия», 2008.
4. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа (в 2-х томах) / Под ред. А.А.Ищенко. - М.: Издательский центр «Академия», 2010.
5. Аналитическая химия. Проблемы и подходы (в 2-х томах) / Под ред. Р.Кельнера, Ж.-М.Мерме, М.Отто, Г.М.Видмера. – М.: АСТ, 2004.
6. Кристиан Г. Аналитическая химия (в 2-х томах) / М.: Бионом. Лаборатория знаний, 2008.

Дополнительная литература:

1. Хенце Г. Полярография и вольтамперометрия. М.: Бионом. Лаборатория знаний, 2011.- 284 с.
2. Будников Г.К., Евтюгин Г.А., Майстренко В.Н. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине. М.: Бионом. Лаборатория знаний, 2009,-416 с.
3. Пентин Ю.А., Курамшина Г.М. Основы молекулярной спектроскопии. М.: Бионом. Лаборатория знаний, 2008.- 398 с.
4. Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. М.: Техносфера, 2007.- 368 с.
5. Беккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. М.: Техносфера, 2009,- 472 с.
6. Яшин Я.И., Яшин Е.Я., Яшин А.Я. Газовая хроматография. М.: Транслит, 2009,- 528 с.
7. Хнеке Х. Жидкостная хроматография. М.: Техносфера, 2009.- 264 с.