

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I

Факультет технологии и товароведения



ПРОГРАММА

вступительных испытаний

по направлению 04.06.01 Химические науки

(направленность – Аналитическая химия)

Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

Программу разработал:

проф. Шапошник А.В.

Воронеж
2020

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования, уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации, по направлению 04.06.01 Химические науки

Программа утверждена на заседании кафедры химии

Протокол № 1 от « 2 » сентября 2020 г.

Заведующий кафедрой



Шапошник А.В.

Программа рекомендована к использованию методической комиссией факультета технологии и товароведения

Протокол № 1 от «22» сентября 2020 г.

Председатель методической комиссии



Колобаева А.А.

Содержание дисциплины

Раздел 1 Химические методы анализа (титриметрический анализ).

1.1 Классификация методов аналитической химии.

1.2 Аналитические реакции. Понятие об аналитических реакциях, требования к ним. Количественные характеристики полноты протекания реакций - константы равновесия. Основная, побочная, специфическая и избирательная реакции. Маскировка. Чувствительность, открываемый минимум, предельное разбавление.

1.3 Элементы метрологии и статистической обработки результатов анализа. Точные и приближенные числовые значения. Значащие цифры приближенного числа. Правило округления чисел. Точность измерения. Абсолютные, относительные, случайные, систематические и грубые погрешности. Воспроизводимость и правильность результатов анализа. Стандартное отклонение. Доверительный интервал. Статистическая обработка результатов анализа при малом числе измерений.

1.4 Титриметрический анализ. Сущность метода. Классификация методов титриметрического анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Титрование. Точка эквивалентности и конечная точка титрования, способы ее фиксации. Кривая титрования. Выбор индикатора. Способы титрования: прямое, обратное, заместительное. Погрешности титриметрического анализа. Источники погрешности.

Стандартные и стандартизированные растворы. Фиксаналы. Измерительная посуда. Вычисления в титриметрическом анализе. Титр по определяемому веществу.

1.5 Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации). Сущность метода. Вычисление pH в различные моменты титрования и построения кривых титрования сильных и слабых кислот и оснований. Кислотно-основные индикаторы, фиксация конечной точки титрования. Область перехода окраски индикатора. Показатель титрования (pT) индикатора. Наиболее распространенные кислотно-основные индикаторы. Выбор индикатора.

1.6 Комплексонометрическое титрование. Сущность метода. Требования к реакциям комплексообразования. Хелатометрия: использование аминополикарбоновых кислот в титриметрическом анализе. Этилендиаминтетрауксусная кислота и ее динатриевая соль (комплексон III, ЭДТА) как хелатообразующий реагент. Металлохромные индикаторы, их роль в процессе титрования.

1.7 Окислительно-восстановительное титрование. Сущность метода. Методы анализа: перманганатометрия и йодометрия. Индикаторы, применяемые в окислительно-восстановительном титровании. Приготовление раствора перманганата калия и его стандартизация. Стандартизация раствора тиосульфата натрия. Крахмал как индикатор.

Раздел 2 Физико-химические методы анализа

2.1 Введение. Роль физико-химических методов в современной аналитической химии, агрохимическом анализе и контроле состояния окружающей среды. Физико-химические явления и процессы в анализе. Современная классификация ФХМА. Их особенности и преимущества по сравнению с классическими химическими методами. Области применения.

2.2 Явления испускания и поглощения электромагнитной энергии. Электромагнитный спектр вещества. Спектральные линии. Классификация оптических методов анализа.

2.3 Молекулярная спектроскопия. Теоретические основы фотометрии. Основной закон светопоглощения (Бугера – Ламберта – Бера). Оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения и его зависимость от различных факторов. Фотоэлектроколориметрия как разновидность фотометрического анализа. Сущность метода. Принцип работы и оптическая схема фотоэлектроколориметра. Выбор оптимальных условий проведения фотометрических определений. Методы определения

концентрации веществ в фотометрическом анализе. Спектрофотометрический анализ. Принцип работы и оптическая схема спектрофотометра, его отличие от фотоэлектроколориметра.

2.4 Явления рассеяния и поглощения света суспензиями. Нефелометрия. Закон Рэлея. Турбидиметрия. Оптическая плотность и молярный коэффициент мутности. Нефелометрия и турбидиметрия в химическом анализе.

2.5 Преломление света. Относительный показатель преломления. Рефрактометрический анализ. Принципиальная схема рефрактометра. Метод предельного угла. Применение рефрактометрии в химическом анализе.

2.6 Плоскополяризованный свет. Вращение плоскости поляризации растворами оптически активных веществ. Поляриметрический анализ. Принцип работы и оптическая схема поляриметра. Принцип действия сахариметра универсального СУ-3. Применение поляриметрии в химическом анализе.

2.7 Фотолюминесценция. Хемилюминесценция. Фосфоресценция. Флуоресценция. Метод молекулярной люминесцентной (флуоресцентной) спектроскопии. Сущность метода. Области применения.

2.8 Методы атомной спектроскопии. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Сущность метода. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрофотометра. Применение атомно-абсорбционного анализа в химии.

2.9 Фотометрия пламени как разновидность эмиссионного спектрального анализа. Сущность метода. Принципиальная схема пламенного фотометра. Применение фотометрии пламени в химическом анализе.

2.10 Основные понятия электрохимии. Двойной электрический слой и равновесный потенциал электрода в растворе. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал. Электрохимический ряд напряжений металлов. Гальванический элемент. Электродвижущая сила гальванического элемента. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Электропроводность растворов электролитов. Электролиз. Законы Фарадея. Вольтамперограмма. Классификация электрохимических методов анализа.

2.11 Потенциометрия. Классификация потенциометрических методов анализа. Основные приемы ионометрии. Метод градуировочного графика. Метод добавок. Потенциометрическое титрование. Интегральная и дифференциальные кривые потенциометрического титрования, кривая Грана. Определение точки эквивалентности с помощью кривых титрования. Виды электродов и приемы работы с ними. Индикаторные электроды. Стекланный электрод для измерения рН растворов. Электроды сравнения. Приборы и техника измерений в потенциометрии. Потенциометрия в химическом анализе.

2.12 Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Удельная электропроводность. Эквивалентная электропроводность. Формула Кольрауша. Прямые кондуктометрические измерения. Принцип работы кондуктометра. Мост Уитстона. Аналитическое использование прямой кондуктометрии. Кондуктометрическое титрование. Кривые кондуктометрического титрования. Определение точки эквивалентности с помощью кривых титрования. Преимущества кондуктометрического титрования и его использование в химическом анализе.

2.13 Кулонометрический метод анализа. Теоретические основы. Потенциостатическая и амперостатическая кулонометрия. Кулонометрическое титрование. Кривые кулонометрического титрования. Определение точки эквивалентности с помощью кривых титрования. Преимущества кулонометрического титрования и его использование в химическом анализе.

2.14 Полярографический метод анализа. Теоретические основы. Прямая полярография. Виды электродов: поляризующийся катод, неполяризующийся анод. Полярографическая волна (вольтамперограмма). Качественный и количественный анализ с помощью полярографической волны. Виды амперометрического титрования. Кривые

амперометрического титрования. Определение точки эквивалентности с помощью кривых титрования. Применение метода в анализе сельскохозяйственных объектов.

2.15 Определение хроматографии. Основные хроматографические термины: сорбент, сорбат, элюент, элюат. Хроматограмма. Хроматографические условия. Время удерживания вещества. Селективность. Разрешение. Классификация хроматографических методов анализа. Виды хроматографов. Принципиальная схема хроматографа. Виды детектирования в газовой и жидкостной хроматографии.

2.16 Бумажная хроматография. Теоретические основы метода. Хроматограмма. Различные виды бумажной хроматографии. Разделение и обнаружение ионов методом бумажной хроматографии. Тонкослойная хроматография.

2.17 Ионообменная хроматография. Основные положения ионного обмена. Иониты и их свойства. Обменная емкость и степень набухания. Зависимость обменной емкости от pH раствора. Подвижная фаза в ионообменной хроматографии. Теоретические основы разделения. Ионообменная хроматография биохимических смесей. Ионная хроматография как вариант ионообменной хроматографии. Практическое использование ионообменной хроматографии для аналитических целей.

2.18 Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Теоретические основы метода. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты ВЭЖХ. Методы детектирования в ВЭЖХ. Качественный и количественный анализ смеси аминокислот методом обращенно-фазовой ВЭЖХ.

2.19 Основные области применения хроматографических методов анализа.

2.20 Мембранные методы разделения и концентрирования. Электродиализ и обратный осмос. Основные принципы методов, схемы процессов, их применение.

2.21 Экстракция. Теоретические основы метода, механизм процесса. Факторы, способствующие экстракции.

2.22 Основные методы отбора проб для анализа.

Перечень экзаменационных вопросов

1. Классификация методов аналитической химии. Требования к аналитическим реакциям.
2. Погрешности анализа, способы их учета. Элементы метрологии в химическом анализе. Критерии воспроизводимости, доверительный интервал. Обработка результатов для небольшого числа измерений.
3. Титриметрический анализ, его сущность. Методы титриметрического анализа.
4. Способы выполнения титриметрического анализа.
5. Растворы и измерительная посуда в титриметрическом анализе.
6. Титрование. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.
7. Кривая титрования и ее назначение.
8. Кислотно-основные индикаторы. Интервал перехода окраски индикатора, показатель титрования (pT). Выбор индикатора.
9. Сущность комплексометрического метода. Комплексометрия. Комплексон III.
10. Металлохромные индикаторы, их назначение и роль в процессе титрования.
11. Окислительно-восстановительное титрование и его сущность, классификация методов.
12. Установление точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании. Окислительно-восстановительные индикаторы.
13. Перманганатометрия, сущность метода, условия его выполнения.
14. Йодометрия, сущность метода, условия его выполнения. Крахмал как индикатор.
15. Применение титриметрии в анализе сельскохозяйственных объектов.
16. Потенциометрический анализ, сущность метода

17. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Типы электродов (стеклянные, ионоселективные, окислительно-восстановительные).
18. Прямая потенциометрия (ионометрия), назначение, область применения. Точность измерений.
19. Потенциометрическое титрование. Установление точки эквивалентности. Назначение и условия проведения.
20. Фотоколориметрический анализ, сущность метода.
21. Взаимодействие света с веществом. Основные закономерности светопоглощения (законы Бугера- Ламберта, Бугера-Ламберта-Бера).
22. Оптическая плотность, молярный коэффициент светопоглощения. Пропускание, коэффициент пропускания.
23. Спектры поглощения. Светофильтры. Выбор спектральной области для фотометрических измерений.
24. Принципиальные схемы устройства фотоколориметров. Метод градуировочного графика. Точность анализа и области применения.
25. Роль физико-химических методов в современной аналитической химии и пищевых производствах.
26. Виды ошибок: систематическая, случайная, грубая. Обработка результатов прямых измерений.
27. Приближенные вычисления. Правила округления погрешности и записи результата анализа.
28. Физико-химические явления и процессы в анализе. Современная классификация ФХМА. Их особенности и преимущества по сравнению с классическими химическими методами.
29. Явления испускания и поглощения электромагнитной энергии. Электромагнитный спектр вещества. Спектральные линии. Классификация оптических методов анализа.
30. Молекулярная спектроскопия. Теоретические основы фотометрии. Основной закон светопоглощения (Бугера –Ламберта – Бера).
31. Оптическая плотность, молярный коэффициент поглощения и его зависимость от различных факторов.
32. Фотоэлектроколориметрия как разновидность фотометрического анализа. Сущность метода. Принцип работы и оптическая схема фотоэлектроколориметра.
33. Выбор оптимальных условий проведения фотометрических определений. Методы определения концентрации веществ в фотометрическом анализе.
34. Спектрофотометрический анализ. Принцип работы и оптическая схема спектрофотометра, его отличие от фотоэлектроколориметра.
35. Применение фотометрии в агрохимии и почвоведении.
36. Явления рассеяния и поглощения света суспензиями. Нефелометрия. Закон Рэлея.
37. Турбидиметрия. Оптическая плотность и молярный коэффициент мутности.
38. Нефелометрия и турбидиметрия в химическом анализе и экологическом мониторинге.
39. Преломление света. Относительный показатель преломления. Рефрактометрический анализ. Принципиальная схема рефрактометра. Метод предельного угла.
40. Применение рефрактометрии в агрохимическом анализе.
41. Плоскополяризованный свет. Вращение плоскости поляризации растворами оптически активных веществ. Поляриметрический анализ.
42. Принцип работы и оптическая схема поляриметра. Принцип действия сахариметра универсального СУ-3. Применение поляриметрии в агрохимическом анализе.
43. Метод молекулярной люминесцентной (флуоресцентной) спектроскопии. Сущность метода. Области применения.

44. Методы атомной спектроскопии. Атомно-абсорбционный спектральный анализ. Сущность метода. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрофотометра.
45. Применение атомно-абсорбционного анализа в агрохимии и контроле состояния окружающей среды.
46. Фотометрия пламени как разновидность эмиссионного спектрального анализа. Сущность метода. Принципиальная схема пламенного фотометра.
47. Применение фотометрии пламени в агрохимии и контроле состояния окружающей среды.
48. Двойной электрический слой и равновесный потенциал электрода в растворе. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал.
49. Электрохимический ряд напряжений металлов. Гальванический элемент. Электродвижущая сила гальванического элемента.
50. Индикаторный электрод и электрод сравнения.
51. Электропроводность растворов электролитов.
52. Электролиз. Законы Фарадея. Вольтамперограмма.
53. Классификация электрохимических методов анализа.
54. Основные приемы ионометрии. Метод градуировочного графика. Метод добавок.
55. Потенциометрическое титрование. Интегральная и дифференциальные кривые потенциометрического титрования, кривая Грана. Определение точки эквивалентности с помощью кривых титрования.
56. Виды электродов и приемы работы с ними. Индикаторные электроды. Стекланный электрод для измерения рН растворов. Электроды сравнения.
57. Приборы и техника измерений в потенциометрии.
58. Потенциометрия в агрохимическом и почвенном анализе.
59. Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Удельная электропроводность. Эквивалентная электропроводность. Формула Кольрауша. Прямые кондуктометрические измерения.
60. Принцип работы кондуктометра. Мост Уитстона. Аналитическое использование прямой кондуктометрии.
61. Кондуктометрическое титрование. Кривые кондуктометрического титрования. Определение точки эквивалентности с помощью кривых титрования.
62. Достоинства кондуктометрического титрования и его использование в агрохимическом анализе.
63. Кулонометрический метод анализа. Теоретические основы. Потенциостатическая и амперостатическая кулонометрия.
64. Кулонометрическое титрование. Кривые кулонометрического титрования. Определение точки эквивалентности с помощью кривых титрования.
65. Достоинства кулонометрического титрования и его использование в агрохимическом анализе.
66. Полярографический метод анализа. Теоретические основы. Прямая полярография.
67. Виды электродов: поляризующийся катод, неполяризующийся анод. Полярографическая волна (вольтамперограмма). Качественный и количественный анализ с помощью полярографической волны.
68. Виды амперометрического титрования. Кривые амперометрического титрования. Определение точки эквивалентности с помощью кривых титрования. Применение метода в анализе сельскохозяйственных объектов.
69. Определение хроматографии. Основные хроматографические термины. Сорбент. Сорбат. Элюент. Элюат. Хроматограмма. Хроматографические условия. Время удерживания вещества. Селективность. Разрешение. Классификация хроматографических методов анализа.
70. Виды хроматографов. Принципиальная схема хроматографа. Виды детектирования

- в газовой и жидкостной хроматографии.
71. Ионообменная хроматография. Основные положения ионного обмена. Иониты и их свойства. Обменная емкость и степень набухания. Зависимость обменной емкости от pH раствора.
 72. Подвижная фаза в ионообменной хроматографии. Теоретические основы разделения. Ионообменная хроматография биохимических смесей.
 73. Ионная хроматография как вариант ионообменной хроматографии. Практическое использование ионообменной хроматографии для аналитических целей.
 74. Жидкостная хроматография. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Теоретические основы метода. Нормально-фазовый и обращенно-фазовый варианты ВЭЖХ.
 75. Методы детектирования в ВЭЖХ. Качественный и количественный анализ смеси аминокислот методом обращенно-фазовой ВЭЖХ.
 76. Бумажная хроматография. Теоретические основы метода. Хроматограмма. Различные виды бумажной хроматографии.
 77. Разделение и обнаружение ионов методом бумажной хроматографии.
 78. Тонкослойная хроматография.
 79. Мембранные методы разделения и концентрирования. Электродиализ. Основные принципы метода, схема процесса, применение.
 80. Обратный осмос. Основные принципы метода, схема процесса, применение.
 81. Экстракция. Теоретические основы метода, механизм процесса. Факторы, способствующие экстракции.
 82. Основные методы отбора проб воздуха, воды, почвы и растений для анализа.

Таблица 1 – Основная литература

№ п/п	Автор	Заглавие	Гриф издания	Издательство	Год издания	Кол-во экзempl яров в библиот еке
1	Цитович И.К.	Курс аналитической химии	Для студенто в с.-х. специал ьностей вузов	Лань	2009	235
2	Харитонов Ю.Я.	Аналитическая химия (Аналитика). Кн. 1	МО РФ	Высшая школа	2010	3
3	Харитонов Ю.Я.	Аналитическая химия (Аналитика). Кн. 2	МО РФ	Высшая школа	2010	3

Таблица 2 – Дополнительная литература

№ п/п	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1	Золотов Ю.А., Вершинин В.И.	История и методология аналитической химии	Академия	2008
2	Под ред. Ю.А. Золотова	Основы аналитической химии: практическое руководство	Высшая школа	2003

3	Коренман Я.И.	Практикум по аналитической химии. Кн.1 Титриметрические методы анализа	КолосС	2005
4	Под ред. Ю.А. Золотова	Основы аналитической химии. Кн. 1	Высшая школа	2002
5	Под ред. Ю.А. Золотова	Основы аналитической химии. Кн. 2	Высшая школа	2002
6		Аналитическая химия. Проблемы и подходы. В 2 томах: Пер. с англ. / Под ред. Р. Кельнера [и др.]- 2004	Мир: Изд-во «АСТ»	2004
7	Кристиан Г.	Аналитическая химия. В 2 томах Пер. с англ.	Бином «Лабораторные знания»	2009