

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

А.А.Панфилов

« 05 » 09 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: *технология и переработка полимеров*

Уровень высшего образования Бакалавриат

Форма обучения Очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед., час	Лекции, час	Практические занятия, час	Лабораторн. работы, час	СРС, час.	Форма промежуточно го контроля (экз./зачет)
2	5(180 ч)	18	0	36	90	Экзамен (36 ч)
<i>Итого</i>	5(180 ч)	18	0	36	90	Экзамен (36 ч)

Владимир 2016 г.

Мет

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является обучение студентов теоретическим и практическим основам физико-химических методов анализа и идентификации веществ.

Задача дисциплины состоит в том, что на основании полученных теоретических знаний и практического овладения методами анализа, а также методами расчета результатов эксперимента, студенты могли правильно выбирать методы исследования веществ в соответствии с поставленной перед ними проблемой, разработать схему анализа, практически провести его и интерпретировать полученные результаты.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- понимать роль химического анализа;
- знать место аналитической химии в системе наук;
- владеть метрологическими основами анализа;
- знать существо реакций и процессов, используемых в аналитической химии, принципы и области использования основных методов химического анализа;
- иметь представление об особенностях объектов анализа;
- владеть методологией выбора методов анализа, иметь навыки их применения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» относится к базовой части учебного плана дисциплин по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (квалификация «бакалавр»), информационно и логически связана со следующими дисциплинами:

- неорганическая химия (свойства неорганических веществ и химических элементов);
- органическая химия (свойства органических веществ);
- физическая химия (электрохимия);
- физика (оптика, атомная спектроскопия, электричество);
- математика (методы математической статистики).

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- знать основы аналитической химии;
- уметь применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с применением информационных баз данных ;
- владеть навыками химического эксперимента, основными аналитическими методами исследования химических веществ и материалов;
- иметь опыт работы на серийной аппаратуре, применяемой в аналитических и физико-химических исследованиях;
- владеть методами регистрации и обработки результатов химических экспериментов;

В процессе изучения дисциплины формируются следующие компетенции:

- готовность использовать знания и строение вещества, природы химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ОПК-3).
- Способность проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа (ПК-10).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 ч.

№	Разделы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации	
				Лекции	Консультации	Семинары	Практические	Лаборатории	Контроль	СРС			КП/КР
1.	Введение, основные понятия и термины. Методы анализа	2	1-3	4						14		2/50	
2.	Титриметрия	2	4-7	4				12		12		8/50	Рейтинг-контроль 1
3.	Электрохимические методы анализа	2	8-9	4				12		26		8/50	Рейтинг-контроль 2
4.	Спектроскопические методы анализа	2	10-14	4				12		26		8/50	Рейтинг-контроль 3
5.	Основные объекты анализа	2	15-17	2						12		-	
Итого								36		90		26/48	Экзамен (36 ч.)

Разделы дисциплины

Введение

Предмет аналитической химии, ее структура. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности, экспрессности анализа. Виды анализа: изотопный, элементный, структурно-групповой (функциональный), молекулярный, вещественный. Физико-химические методы анализа.

Титриметрические методы анализа

Методы титриметрического анализа. Классификация. Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концентрация. Первичные и вторичные стандарты. Фиксаналы. Виды кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования и величину скачка титрования в различных методах. Точка эквивалентности. Способы определения конечной точки титрования в различных методах.

Кислотно-основное титрование. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований.

Окислительно-восстановительное титрование. Построение кривых титрования. Влияние концентрации ионов водорода, комплексообразования, ионной силы раствора на характер кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования. Погрешности титрования.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Перманганатометрия. Определение железа(II), марганца(II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов.

Иодометрия и иодиметрия. Система иод-йодид как окислитель или восстановитель. Определение арсенитов, арсенатов, железа (III), меди(II), галогенид-ионов, пероксидов, кислот.

Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии. Построение кривых титрования. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Определение кальция, магния, железа, алюминия, меди, цинка в растворах чистых солей и при совместном присутствии.

Электрохимические методы анализа

Общая характеристика методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. **Прямая потенциометрия.** Измерение потенциала.

Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионметрия. Классификация ионоселективных электродов. Характеристики ионоселективных электродов: электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Примеры практического применения ионметрии. Определение рН, ионов щелочных металлов, галогенид-ионов. **Потенциометрическое титрование.** Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования в реакциях: кислотно-основных, комплексообразования, окисления-восстановления.

Спектроскопические методы анализа

Спектр электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеяние. Классификация спектроскопических методов по энергии. Классификация спектроскопических методов на основе спектра электромагнитного излучения: атомная, молекулярная, абсорбционная, эмиссионная спектроскопия.

Спектры атомов. Основные и возбужденные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы. Правила отбора. Законы испускания и поглощения. Вероятности электронных переходов и времена жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина.

Спектры молекул; их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Представление о полной энергии молекул как суммы электронной, колебательной и вращательной. Основные законы поглощения электромагнитного излучения (Бугера) и закон излучения (Ломакина-Шейбе). Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого соединения.

Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов их характеристики. Приемники излучения. Инструментальные помехи. Шумы и отношение сигнал-шум; оценка минимального аналитического сигнала.

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Связь химической структуры соединения с абсорбционным спектром. Функциональный анализ по колебательным и электронным спектрам. Связь оптической плотности с концентрацией. Основной закон светопоглощения. Основные причины отклонения от закона (инструментальные и физико-химические). Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения.

Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты: требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Применение метода для исследования реакций в растворах (комплексообразования, протолитических, процессов агрегации), сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения метода.

Основные объекты анализа

Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения. . Характерные особенности и задачи их анализа.

Объекты окружающей среды: воздух, природные и сточные воды, атмосферные осадки, почвы, донные отложения, . Характерные особенности и задачи их анализа.

Биологические и медицинские объекты. Аналитические задачи в этой области. Санитарно-гигиенический контроль.

Природные и синтетические органические вещества и элементоорганические соединения, полимеры. Виды анализа таких объектов и соответствующие методы. Примеры решения задач контроля органических производств.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении теоретического курса используются методы ИТ - применение компьютеров для доступа к интернет-ресурсам, использование обучающих программ для расширения информационного поля, обеспечения удобства преобразования и структурирования информации для трансформации её в знание.

Преподавание теоретического материала осуществляется с помощью электронных средств обучения при непосредственном прочтении данного материала лектором.

Для оценки освоения теоретического материала студентами используются традиционные письменные и устные контрольные мероприятия (коллоквиумы, контрольные работы).

При освоении лабораторного практикума студентам предлагается индивидуальная работа и работа в малых группах, где каждый получает своё задание.

Лабораторные работы выполняются студентами по индивидуальным графикам согласно методическим указаниям к лабораторным работам, составленным по единому плану: перечень вопросов для подготовки к лабораторным работам, сущность методики, методика проведения определения, список литературы.

Теоретические вопросы, касающиеся той или иной лабораторной работы готовятся студентами дома. Дополнительно для домашнего выполнения дается несколько задач для решения из учебника.

В лаборатории перед каждой работой преподавателем проводится допуск к лабораторной работе в виде устного опроса студентов и проверкой домашнего задания (20-30 мин).

Студенты, получившие допуск, выполняют лабораторную работу согласно методике. Все работы заканчиваются анализом раствора с неизвестной концентрацией, выданных лаборантом. Выполняется не менее 3-х параллельных определений. Результаты обрабатываются методом математической статистики. Оформляется отчет по работе. Результаты анализа и допуска к работе оцениваются преподавателем по пятибалльной системе.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Рейтинг-контроль №1

1. В чем различие аналитической химии и аналитической службы?

2. Нарисуйте кривую кондуктометрического титрования гидроксида натрия соляной кислотой и объясните ее ход.
3. В каких координатах строится градуировочный график и почему в методе потенциометрии?
4. Что такое атомизатор? Для каких целей он служит? В каких методах анализа используют атомизаторы.
5. Для определения никеля с диметилглиоксимом навеску стали растворяют и разбавляют раствор до 100 мл. К 5 мл раствора добавляют необходимые реактивы, разбавляют водой до 50 мл и фотометрируют в кювете с толщиной слоя 1 см (молярный коэффициент светопоглощения равен $1,3 \cdot 10^3$). Вычислить массу навески стали, если оптическая плотность равна 0,435 а массовая доля никеля равна 0,5%.

1. В чем различие метода анализа и методики анализа? Приведите примеры методов и названий методик анализа.
2. Нарисуйте кривую кондуктометрического титрования уксусной кислоты гидроксидом натрия и объясните ее ход.
3. Приведите примеры индикаторных электродов в потенциометрии. Принцип действия стеклянного электрода.
4. На чем основан метод атомно-эмиссионной спектроскопии? Приведите оптическую схему прибора.
5. Определить массовую долю цинка в муке, если навеску 10 г озолили и золу растворили в колбе на 100 мл. Для анализа отобрали 10 мл полученного раствора добавили необходимые реактивы, разбавили до 50 мл и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 5 см, которая оказалась равной 0,5. Для построения градуировочного графика в мерные колбы на 50 мл ввели 2, 4, 6, 8, 10 мл стандартного раствора цинка с концентрацией 1 мкг/мл, добавили необходимые реактивы, довели колбы до метки водой и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 5 см. Получили оптические плотности 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0.

1. Правильность. Как оценить правильность выполненного анализа?
2. Прямая и косвенная кондуктометрия. Способы определения концентрации.
3. Какие требования предъявляются к электродам сравнения в потенциометрии? Принцип действия этих электродов.
4. Основы атомно-эмиссионной спектроскопии. Оптическая схема прибора и способы определения концентрации
5. Два образца нефти, стандартный и анализируемый массой по 1 г разбавили в 10 раз метилизобутиленом и распылили в пламени атомно-абсорбционного спектрофотометра. Оптическая плотность линии ванадия для образца с известным содержанием ванадия 0,01 % составила 0,740 и для образца с неизвестным содержанием 0,52. Вычислить массовую долю ванадия в нефти.

1. Воспроизводимость. Как оценить воспроизводимость выполненного анализа?
2. Суть амперометрического титрования. Кривые титрования, их вид и условия получения.

3. Какие виды электродов используются в кондуктометрии? Приведите примеры.
4. Основной закон светопоглощения. В каких методах анализа он используется?
5. Для определения железа в концентрированной серной кислоте в виде сульфосалицилата навеску помещают в колбу 100 мл, добавляют необходимые реактивы и доводят до метки водой. Измеряют оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 1 см при 420 нм (молярный коэффициент светопоглощения равен 6000). Рассчитать массу навески кислоты для анализа если оптическая плотность равна 0,435 а массовая доля железа 0,005 %.

1. Что такое точность анализа и как она оценивается?
2. Нарисуйте кривую потенциометрического титрования соляной и борной кислоты при их совместном присутствии и объясните ее ход.
3. Обоснуйте выбор метода определения кадмия в сточных водах.
4. Приведите зависимость интенсивности атомно-эмиссионной линии от концентрации и укажите смысл входящих в него параметров.
5. Для приготовления стандартного раствора циркония навеску $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ массой 0,3533 г растворили в 100 мл соляной кислоты. В мерные колбы 50 мл поместили 1,0; 1,2; 1,5; 1,7; 2,0 мл стандартного раствора, прибавили реактив и довели до метки водой. Измерили оптические плотности относительно первого раствора. Получили оптические плотности 0,10; 0,235; 0,33; 0,47. навеску циркониевого сплава массой 0,112 г растворили в колбе 50 мл, отобрали 2 мл, добавили реактив и довели до метки. Измерили оптическую плотность и она оказалась равной 0,32. Вычислить массовую долю циркония в сплаве.

1. Что такое качественный и количественный анализ? Какими методами он выполняется? Приведите примеры.
2. Нарисуйте кривую кондуктометрического титрования сульфата меди и соляной кислоты при их совместном присутствии гидроксидом натрия, объясните ее ход.
3. Оптическая схема прибора для фотометрического анализа. Назначение основных узлов.
4. Для определения каких элементов целесообразно использовать пламенный, для каких – искровой способ атомизации пробы в атомно-эмиссионной спектроскопии?
5. Для построения градуировочного графика в мерные колбы 250 мл поместили 11; 12; 13; 14 и 15 мл стандартного раствора, содержащего 1,25 мг/мл марганца и окислили марганец до перманганата. Оптическую плотность измерили относительно раствора, содержащего 12,5 мг марганца в 250 мл и получили оптические плотности 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,01. Навеску руды массой 0,5 г растворили и разбавили раствор до 1 л. В 50 мл фильтрата окислили марганец до перманганата и разбавили раствор до 250 мл. Измерили оптическую плотность и она оказалась равной 0,32. вычислить массовую долю марганца в руде.

Рейтинг-контроль №2

1. Какие Вы знаете виды анализа? Приведите примеры.
2. Обоснуйте выбор метода определения ртути в сточных водах.

3. Что такое равновесный потенциал? Как измерить потенциал индикаторного электрода, чтобы его можно было приравнять к равновесному?
4. Какой источник атомизации целесообразно использовать и почему для атомно-эмиссионного определения: а) калия в природной воде, б) никеля в стали, в) железа в воде?
5. Определить массовую долю ртути в молоке, если навеску 10 г озолили и золу растворили в колбе на 100 мл. Для анализа отобрали 10 мл полученного раствора добавили необходимые реактивы, разбавили до 50 мл и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 5 см, которая оказалась равной 0,2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы на 50 мл ввели 2, 4, 6, 8, 10 мл стандартного раствора ртути с концентрацией 1 нг/мл, добавили необходимые реактивы, довели колбы до метки водой и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 5 см. Получили оптические плотности 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0.

1. Как классифицируются методы анализа? Приведите примеры биологических методов анализа
2. Типы поглощающих систем в фотометрии.
3. Строение и принцип действия фторидселективного электрода. Области его применения.
4. В чем роль атомизатора: а) в атомно-эмиссионном; б) атомно-абсорбционном методах анализа?
5. После растворения 0,25 г чугуна раствор разбавили до 100 мл. В три мерные колбы на 50 мл поместили по 25 мл этого раствора и добавили : в первую колбу стандартный раствор, содержащий 0,5 мг титана, добавили пероксид водорода, во вторую – пероксид водорода, в третью – воду (нулевой раствор). Растворы разбавили до метки водой и фотометрировали два первых раствора относительно третьего. Получили значения оптической плотности: $A_{\lambda+ст} = 0,65$, $A_{\lambda} = 0,25$. Рассчитайте массовую долю титана в чугуне.

1. Аналитический сигнал. Приведите примеры аналитических сигналов в различных методах анализа.
2. Полярография. Суть метода. Электроды. Области применения.
3. Как выбирают условия проведения амперометрического титрования?
4. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Оптическая схема прибора. Способы определения концентрации. Области использования
5. Определить массовую долю стронция в молоке, если навеску 10 г озолили и золу растворили в колбе на 100 мл. Для анализа отобрали 10 мл полученного раствора добавили необходимые реактивы, разбавили до 50 мл и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 5 см, которая оказалась равной 0,1. Для построения градуировочного графика в мерные колбы на 50 мл ввели 2, 4, 6, 8, 10 мл стандартного раствора стронция с концентрацией 1 мкг/мл, добавили необходимые реактивы, довели колбы до метки водой и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 5 см. Получили оптические плотности 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 и 0,5.

1. Что такое избирательность метода анализа? Приведите примеры избирательных методов.

2. Атомно-эмиссионный метод анализа. Суть метода, области использования.
3. Основы потенциометрии. Электроды. Способы определения концентрации. Области использования.
4. Перечислите основные типы атомизаторов и источников излучения света, применяемых в атомно-абсорбционном методе анализа.
5. Рассчитайте массовую долю железа в молоке, определяемую методом атомной абсорбции. Навеску молока 10 г разбавили водой до 200 мл и распыляли в пламя горелки атомно-абсорбционного спектрофотометра. Получили значение оптической плотности 0,35, а при распылении стандартного раствора железа с концентрацией 1 мкг/мл – 0,34.

1. Бывают ли избирательные методы анализа универсальными? Приведите примеры.
2. Фотометрический метод анализа. Суть метода, области использования.
3. Что является аналитическим сигналом в полярографии? Нарисуйте электрическую схему полярографа.
4. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Какие источники излучения света здесь используются и почему?
5. Определить массовую долю молибдена в сухофруктах, если навеску 10 г озолили и золу растворили в колбе на 100 мл. Для анализа отобрали 10 мл полученного раствора добавили необходимые реактивы, разбавили до 50 мл и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 3 см, которая оказалась равной 0,2. Для построения градуировочного графика в мерные колбы на 50 мл ввели 2, 4, 6, 8, 10 мл стандартного раствора молибдена с концентрацией 1 мкг/мл, добавили необходимые реактивы, довели колбы до метки водой и измерили оптическую плотность в кювете с толщиной слоя 3 см. Получили оптические плотности 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0.

1. Что такое чувствительность метода анализа? Приведите примеры чувствительных методов анализа.
2. Способы определения концентрации в фотометрии. Области использования фотометрии.
3. Для чего нужны кривые потенциометрического титрования? Их виды и обработка.
4. Какие основные типы источников излучения в атомно-абсорбционной спектроскопии вам известны?
5. Навеску щавелевой кислоты $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 0,6000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На потенциометрическое титрование 20,00 мл полученного раствора израсходовали 18,34 мл гидроксида натрия. Определить молярную концентрацию раствора гидроксида натрия.

1. Что такое экспрессность метода анализа? Приведите примеры экспрессных методов анализа.
2. Оптическая схема приборов для измерения оптической плотности и назначение в ней основных узлов.

3. Какая величина является аналитическим сигналом в потенциометрии? Как ее измеряют?
4. Какой метод - атомно-эмиссионный или атомно-абсорбционный целесообразно использовать для качественного анализа? Почему?
5. В стандартных растворах соли натрия с концентрацией 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 М были измерены электродные потенциалы натрийселективного электрода относительно хлоридсеребряного электрода и получены следующие значения 100; 46,0; -7,00; - 60,0 мВ . Навеску образца массой 0,2000 г, содержащего натрий, растворили в воде и объем довели до 100 мл. Измерили электродный потенциал натрийселективного электрода, получили значение 60 мВ. Вычислить массовую долю натрия в образце.

Рейтинг-контроль № 3

1. Чем определяется количество значащих цифр в конечном результате анализа?
 2. Атомно-абсорбционный метод анализа. оптическая схема прибора, назначение в ней основных узлов. Области использования.
 3. В чем различие прямой и косвенной потенциометрии? Приведите примеры их использования.
 4. Сформулируйте основной закон светопоглощения. Области его использования.
 5. В стандартных растворах соли натрия с концентрацией 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 М были измерены электродные потенциалы натрийселективного электрода относительно хлоридсеребряного электрода и получены следующие значения 100; 46,0; -7,00; - 60,0 мВ. Навеску образца массой 0,2000 г, содержащего натрий, растворили в воде и объем довели до 100 мл. Измерили электродный потенциал натрийселективного электрода, получили значение 60 мВ. Вычислить массовую долю натрия в образце.
-
1. Точность анализа. Может ли быть хорошая воспроизводимость, а результат анализа неправильным?
 2. Основной закон светопоглощения и методы анализа, использующие этот закон.
 3. Что такое ионоселективные электроды и где они используются? Принцип их действия.
 4. В чем суть дифференциальной фотометрии? Как определяется концентрация в этом способе и в каком случае он применяется?
 5. В стандартных растворах соли меди с концентрацией 0,1; 0,01; 0,001; 0,0001 М были измерены электродные потенциалы медьселективного электрода относительно хлоридсеребряного электрода и получены следующие значения 100; 46,0; -7,00; - 60,0 мВ . Навеску образца массой 0,2000 г, содержащего медь, растворили в воде и объем довели до 100 мл. Измерили электродный потенциал медьселективного электрода, получили значение 60 мВ. Вычислить массовую долю меди в образце.
-
1. Что такое государственные стандартные образцы? Для чего они используются?
 2. Методы атомной спектроскопии, основы методов, области использования.

3. Уравнение Ильковича. Метод анализа, использующий это уравнение.
4. Перечислите типичные источники излучения в фотометрии. В какой области спектра они излучают?
5. В стандартных растворах соли калия с концентрацией 0.1; 0.01; 0.001; 0.0001 М были измерены электродные потенциалы калийселективного электрода относительно хлоридсеребряного электрода и получены следующие значения 100; 46.0; -7.00; - 60.0 мВ . Навеску образца массой 0.2000 г, содержащего калий, растворили в воде и объем довели до 100 мл. Измерили электродный потенциал калийселективного электрода, получили значение 60 мВ. Вычислить массовую долю калия в образце.

1. Точность анализа. Назовите известные Вам самые точные методы анализа.
2. Атомно-эмиссионный пламеннофотометрический метод анализа, суть метода, области использования.
3. Прямая и косвенная потенциометрия. Способы определения концентрации, области использования.
4. Какие приемы определения концентрации используют в фотометрии?
5. Рассчитать концентрацию уксусной кислоты (мг/л) по результатам потенциометрического титрования 10,00 мл этой кислоты 0,1000 М раствором гидроксида калия:

V(КОН), мл 15,00 18,00 19,00 19,50 19,90 20,00 20,10 20,50 21,00

pH 5.22 5.71 6.04 6.35 7.05 8.79 10.52 11.22 11.51

Вопросы к экзамену

1. Приведите примеры аналитических сигналов в различных методах анализа.
 2. О чем говорит наличие трех скачков на кривой титрования?
 3. Предложите схему идентификации катионов кальция, бария, алюминия и свинца, находящихся в смеси.
 4. В каких случаях применяют обратное титрование.
 5. К кислому раствору иодида калия прибавили 20,00 мл $c(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,1133 \text{ M}$ и выделившийся йод оттитровали 25,90 мл раствора тиосульфата натрия. Рассчитать молярную концентрацию эквивалента раствора тиосульфата натрия.
1. Что такое избирательность метода анализа? Приведите примеры избирательных методов.
 2. Рассчитайте pH 0,05 М раствора серной кислоты.
 3. Предложите схему идентификации катионов аммония, калия, магния, алюминия и железа(II), находящихся в смеси.
 4. В каких координатах строят кривые титрования в различных титриметрических методах анализа?
 5. После растворения цемента массой 0,5020 г и отделения кремниевой кислоты железо восстановили до двухвалентного и оттитровали 15,41 мл раствора дихромата калия ($T = 0,00500$). Вычислить массовую долю (%) Fe_2O_3 в цементе.
1. Бывают ли избирательные методы анализа универсальными? Приведите примеры.
 2. Можно ли раздельно оттитровать серную и соляную кислоты при их совместном присутствии? Нарисуйте кривую титрования.
 3. Предложите схему идентификации катионов кобальта, железа(III), никеля, алюминия, находящихся в смеси.
 4. Как зависит величина скачка при комплексонометрическом титровании от константы устойчивости комплексного соединения, температуры, концентрации и pH среды.
 5. Для определения содержания этилового спирта в крови пробу массой 1,00 г подкислили азотной кислотой и добавили 25,00 мл 0,0200 М раствора дихромата калия (при этом этанол окислился до уксусной кислоты). Избыток дихромата оттитровали

йодометрически, затратив 22.25 мл 0.0200 М раствора тиосульфата натрия. Вычислить концентрацию этанола в крови (мг/л, Ответ: 0.6335 мг/л)

1. Какова роль атомизатора в атомно-эмиссионном и атомно-абсорбционном методах анализа?
 2. Какой из спектроскопических методов обычно используют для качественного анализа и почему?
 3. Какому спектроскопическому методу вы отдадите предпочтение и почему при определении фенола в сточных водах?
 4. Навеску сплава меди 0.1000 г растворили в кислоте и перенесли в колбу вместимостью 250.0 мл. Для анализа отобрали 5.0 мл в колбу вместимостью 50.0 мл, добавили необходимые реактивы и довели до метки водой. Оптическая плотность полученного раствора равна 0.350 при длине волны 520 нм и длине кюветы 10 мм. Оптическая плотность стандартного раствора меди с концентрацией 10 мкг/мл, измеренная в аналогичных условиях, равна 0.193. Вычислить массовую долю меди в сплаве.
 5. Величина атомного поглощения кадмия в сточной воде составила 0.635, а величина атомного поглощения стандартного раствора кадмия с концентрацией 5 мкг/мл составила 0.508. Найдите концентрацию кадмия в сточной воде (мг/л).
-
1. В чем принципиальное различие в оптической схеме спектрофотометров и фотоколориметров?
 2. Какие спектроскопические методы можно использовать для анализа без пробоподготовки?
 3. Какому спектроскопическому методу вы отдадите предпочтение и почему при определении цинка в природных водах?
 4. Навеску стали массой 0.5000 г растворили в колбе вместимостью 50.00 мл. Две пробы по 20.00 мл поместили в колбы вместимостью 50.00 мл. В одну колбу добавили раствор, содержащий 0.00300 г ванадия. В обе колбы прилили пероксид водорода и довели до метки. Вычислить массовую долю ванадия в стали, если при фотометрировании растворов получили следующие оптические плотности $A_x = 0.200$, $A_{x+ст} = 0.480$.
 5. Два образца нефти, стандартный и анализируемый массой по 1 г разбавили в 10 раз метилизобутилкеном и распылили в пламени атомно-абсорбционного спектрофотометра. Оптическая плотность линии ванадия для образца с известным содержанием ванадия 0.01 % составила 0.740 и для образца с неизвестным содержанием 0.52. Вычислить массовую долю ванадия в нефти.
-
1. Приведет ли к увеличению чувствительности определения увеличение интенсивности испускаемого света источником излучения в фотометрических методах анализа?
 2. Как изменилось пропускание, если оптическая плотность увеличивается в 2 раза?
 3. Какому спектроскопическому методу вы отдадите предпочтение и почему при определении олова в консервах?
 4. Для определения никеля с диметилглиоксимом навеску стали растворили и разбавили раствор до 100.0 мл. К 5.00 мл раствора добавили необходимые реактивы, разбавили водой до 50.00 мл и фотометрировали при длине волны 470 нм и толщине поглощающего слоя 10 мм (молярный коэффициент светопоглощения равен 13000). Вычислить массу навески стали для анализа, если оптимальное значение оптической плотности равно 0.435 и массовая доля никеля в стали равна 0.5%.
 5. Два образца нефти, стандартный и анализируемый массой по 1 г разбавили в 10 раз метилизобутилкеном и распылили в пламени атомно-абсорбционного спектрофотометра. Оптическая плотность линии ванадия для образца с известным содержанием ванадия 0.01 % составила 0.740 и для образца с неизвестным содержанием 0.52. Вычислить массовую долю ванадия в нефти.
-
1. Приведет ли к увеличению чувствительности определения увеличение интенсивности света, испускаемого источником излучения, в атомно-абсорбционном методе анализа?
 2. Как изменится оптическая плотность, если пропускание увеличится в 2 раза?
 3. Какому спектроскопическому методу вы отдадите предпочтение и почему при определении алюминия в питьевой воде?
 4. При определении марганца в сплаве методом добавок навеску массой 0.5000 г растворили и разбавили раствор до 200.0 мл. Отбрали четыре одинаковые порции раствора и к каждой порции добавили равные объемы стандартных растворов марганца, содержащих 0; 2; 4; 6 мкг/мл марганца. На атомно-абсорбционном спектрофотометре измерили оптическую плотность для аналитической линии 279.48 нм, распыляя растворы в пламя ацетилен-воздух. Получили соответственно величины атомного поглощения 0.225; 0.340; 0.455; 0.570. Вычислить массовую долю марганца в сплаве.
 5. Самые незначительные следы меди сильно изменяют вкус сливочного масла. Предложите один из спектроскопических методов для быстрого определения меди в масле. Какой вид обработки необходим для подготовки образца к анализу?

Вопросы для СРС

1. Дайте определение аналитической химии как науки. Ее предмет, цели, задачи.
2. Как связана наука "аналитическая химия" с жизнью современного общества (наукой, производством, окружающей средой, медициной, качеством жизни).
3. Назовите основные этапы развития аналитической химии.
4. Как вы определите аналитические задачи (обнаружение, идентификация, определение, тестирование веществ)? Объекты анализа (твердые, жидкие, газообразные, плазма; макро- и микро- ; органические и неорганические, близкие и удаленные).
5. По каким принципам классифицируют методы аналитической химии (химические, физические, биологические; обнаружения, идентификации, определения: разделения и концентрирования; гибридные и комбинированные; прямые и косвенные методы)?
6. Метод и методика. Метрологические параметры методики: продолжительность, трудоемкость, стоимость, приборное обеспечение.
7. Дайте определение метрологических характеристик методов определения (чувствительность, предел обнаружения, диапазон определяемых содержаний, воспроизводимость, правильность, избирательность).
8. Дайте определение понятию аналитическая служба.
9. Организация аналитической службы и ее функции: контроль технологических процессов, мониторинг окружающей среды, здоровья населения, служба контроля за хранением продукции, оперативный контроль. Сертификация продукции и химический анализ.
10. Принципы унификации и стандартизации аналитических методов.
11. Обеспечение химического анализа: химические реактивы, классификация, общая характеристика, степень чистоты, очистка.
12. Мерная посуда, ее градуировка.
13. Аналитические приборы: общая характеристика и требования к ним: класс точности, поверка, градуировка, сочетание с микропроцессорами и ЭВМ.
14. Аналитическое приборостроение, его тенденции (блочно-модульный принцип, автоматизация, миниатюризация и др.)
15. Источники информации по аналитической химии: периодическая, монографическая, учебная литература.
16. Международные и отечественные сообщества аналитиков. Рекомендации ИЮПАК по аналитической химии.
17. Перечислите метрологические характеристики методов химического анализа.
18. Укажите эквивалент, фактор эквивалентности и молярную массу эквивалента в следующих реакциях:
$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} = \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O},$$
$$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O},$$
$$\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{KOH} = \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O},$$
$$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O},$$
$$2\text{KCN} + \text{AgNO}_3 = \text{KAg}(\text{CN})_2 + \text{KNO}_3,$$
$$\text{CuSO}_4 + 2\text{KI} = \text{CuI} + 1/2\text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4,$$
$$2\text{KMnO}_4 + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 10\text{CO}_2 + 8\text{H}_2\text{O},$$
$$4\text{KMnO}_4 + 5\text{As}_2\text{O}_3 + 12\text{HCl} = 4\text{KCl} + 4\text{MnCl}_2 + 5\text{As}_2\text{O}_5 + 6\text{H}_2\text{O},$$
$$\text{FeCl}_3 + \text{TiCl}_3 = \text{FeCl}_2 + \text{TiCl}_4,$$
$$\text{SnCl}_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4) + 2\text{HCl} = \text{SnCl}_4 + 2\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4.$$

Перечень лабораторных работ

1. Приготовление раствора кислоты и его стандартизация.
2. Титриметрическое определение щелочи и карбоната натрия при их совместном присутствии.

3. Приготовление раствора тиосульфата натрия и его стандартизация.
4. Иодометрическое определение меди.
5. Приготовление раствора ЭДТА и его стандартизация.
6. Комплексонометрическое определение цинка.
7. Комплексонометрическое определение жесткости воды.
8. Определение pH растворов.
9. Кондуктометрический анализ смеси серной кислоты и сульфата меди.
10. Фотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой.
11. Определение меди в виде аммиаката дифференциальной фотометрией.
12. Фотометрическое определение никеля.
13. Ионметрическое определение фторидов или нитратов.

По теоретическим разделам курса студенты сдают коллоквиумы и контрольные работы индивидуально по мере выполнения лабораторных работ данной темы:

1. Общие вопросы аналитической химии.
2. Титриметрические методы анализа.
3. Электрохимические методы анализа.
4. Спектроскопические методы анализа.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название и выходные данные (автор, вид издания, издательство, издания, количество страниц)	Год издания	Количество экземпляров в библиотеке университета	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ	Количество студентов, использующих указанную литературу	Обеспеченность студентов литературой, %
Основная литература						
1	Аналитическая химия. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа: практикум учебное пособие / Харитонов Ю.Я., Джабаров Д.Н., Григорьева В.Ю. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. 120 с.	2012	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970421994.html	20	100
2	Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа Учеб. пособие / И.В. Тикунова, Н.В. Дробницкая, А.И. Артеменко и др. - М. : Абрис, 2012.	2012	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200759.html	20	100

3	Аналитическая химия : учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / В.И.Вершинин, И.В.Власова, И. А. Никифорова. — М. : Издательский центр «Академия», 2012. — 448 с.	2012	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785769562921.html	20	100
Дополнительная литература						
1	Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 томах. / пер. с англ. — М.: БИНОМ.Лаборатория знаний, 2009. — N.1- 623 с.,Т. 2. - 504 с.	2009	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743890.html www.window.edu.ru	20	100
2	Основы аналитической химии. В 2-х кн. /Под ред. Ю.А. Золотова. М.: Высш. шк., 2007.	2007	30	-	20	100
3	Пругло Г.Ф., Комиссаренков А.А., Фёдоров В.А. Оптические методы анализа: учебно-методическое пособие. - СПб.: СПбГТУРП, 2010. -52 с.	2010	-	http://www.studentlibrary.ru/book www.window.edu.ru	20	100
4	Нечипоренко А.П. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Электрохимические методы. Потенциометрия и кондуктометрия: Учеб.-метод. пособие / Под ред. В.В. Кириллова. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 34 с	2013	-	http://www.studentlibrary.ru/book www.window.edu.ru	20	100
5	Хенце Г. Поляррография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / пер. с нем. А.В. Гармаша и А.И. Каменева. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 284 с.	2008	-	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785947743579.html www.window.edu.ru	20	100

6	Харитонов Ю.А. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. Учебник для ВУЗов. М.: Высшая школа, 2007. 616с.	2007	-	http://www.studentlibrary.ru/book www.window.edu.ru	20	100
---	--	------	---	---	----	-----

8. МАТЕРИАЛЬНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Теоретический курс.

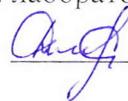
лекции: презентации (диск)

2. Практикум

1. Весы аналитические, технические.
2. Спектрофотометр СФ-46.
3. Фотоколориметры КФК-2, КФК-2МП.
4. Иономеры И130, Эксперт, Аквилон.
5. Мерная посуда и приборы для титриметрии.

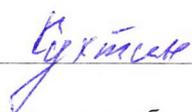
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению **18.03.01 – химическая технология**.

Рабочую программу составил д.х.н. профессор  Амелин В.Г.

Рецензент к.х.н., с.н.с. лаборатории химанализа ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных»  Большаков Д.С.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии ВлГУ.

протокол № 2 от 5.09. 2016 г.

Зав. кафедрой химии  Кухтин Б.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.01.

Протокол № 1 от 5.09 2016 г.

Председатель комиссии  Панов Ю.Т.

**Лист переутверждения
рабочей программы дисциплины**

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий

кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий

кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий

кафедрой _____