

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.18

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Учебный план: _____ ФГОС3++b180301.12-23_23-14.plx

Кафедра: Общей и неорганической химии

Направление подготовки:
(специальность) 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки:
(специализация) Химическая технология органических веществ

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

| Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа обучающихся | | Сам. работа | Контроль, час. | Трудоём- кость, ЗЕТ | Форма промежуточной аттестации |
|---------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | Лекции | Лаб. занятия | | | | |
| 3 | УП | 17 | 68 | 59 | 36 | Экзамен |
| | РПД | 17 | 68 | 59 | 36 | |
| 4 | УП | 17 | 68 | 22,75 | 0,25 | Зачет |
| | РПД | 17 | 68 | 22,75 | 0,25 | |
| Итого | УП | 34 | 136 | 81,75 | 36,25 | |
| | РПД | 34 | 136 | 81,75 | 36,25 | |

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

Кандидат химических наук, доцент

Кандидат химических наук, доцент

Смит Р.А.

Дмитревич И.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой общей и неорганической химии

Ардашева Л. П.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Тришин Ю.Г.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Обучить студентов умению и навыкам разработки и использования методов химического и физико-химического анализа для контроля технологических процессов (в том числе при переработке полимеров), качества сырья и готовой продукции

1.2 Задачи дисциплины:

- обучить студентов классическим химическим и физико-химическим методам анализа;
- научить студентов применению теории химического равновесия в растворах к решению практических задач контроля технологического процесса;
- научить студентов обоснованному подходу к оценке, выбору и практическому использованию химических и физико-химических методов анализа для контроля производства.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Общая и неорганическая химия

Органическая химия

Физическая химия

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| |
|---|
| ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности |
| Знать: основные химические законы и теории, физико-химические методы анализа, основные этапы качественного и количественного химического анализа различных веществ, методы разделения и концентрирования веществ, метрологические характеристики классических методов анализа. |
| Уметь: подготовить пробу к анализу, прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях, выполнить анализ объекта классическим методом, провести статистическую обработку результатов измерений. |
| Владеть: навыками работы с химическими реактивами и приборами, проведения количественного и качественного анализа химическими и физико-химическими методами, навыками корректной оценки погрешностей при их проведении. |
| ОПК-5: Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные |
| Знать: теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа – электрохимических, спектральных, хроматографических, области применения, основное аппаратное оформление |
| Уметь: выбрать методику анализа для заданной задачи и выполнить ее экспериментально с получением результатов аналитических определений с необходимыми метрологическими характеристиками |
| Владеть: методами вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента. |

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий | Семестр (курс для ЗАО) | Контактная работа | | СР (часы) | Инновац. формы занятий | Форма текущего контроля |
|--|------------------------------|----------------------|----------------|--------------|------------------------------|-------------------------------|
| | | Лек. (часы) | Лаб. (часы) | | | |
| Раздел 1. Введение в аналитическую химию. Химический и физико-химические методы анализа | 3 | | | | | О,К |
| Тема 1. Теоретические основы аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Требования, предъявляемые к методам анализа | | 0,5 | | 2 | | |
| Тема 2. Химический количественный анализ. Требования, предъявляемые к реакциям в объемном анализе. Закон эквивалентности. Способы выражения концентраций. Приемы титрования. Расчет массы и концентрации определяемого вещества. | | 1,5 | | 8 | ИЛ | |
| Раздел 2. Методы кислотно-основного титрования. | | | | | | Л,Ко |
| Тема 3. Ионные равновесия в кислотно-основном титровании. Равновесие в растворах сильных и слабых кислот, оснований, гидролизующихся солей и буферных растворов. Лабораторная работа № 1. Приготовление раствора гидроксида натрия. (Техника соизмерения колбы с пипеткой. техника работы на полумикробюретке) | | 4 | 4 | 10 | ИЛ | |
| Тема 4. Расчет и построение кривых кислотно-основного титрования. Кислотно - основные индикаторы: их состав и свойства. Принцип подбора индикаторов. Лабораторная работа № 2. Установка точной концентрации рабочего раствора гидроксида натрия. Лабораторная работа № 3. Определение количества серной кислоты методом прямого титрования. Лабораторная работа № 4. Определение гидрокарбоната натрия и карбоната натрия при совместном присутствии методом фиксирования двух точек эквивалентности. | | 4 | 16 | 14 | ГД | |

| | | | | | |
|---|----|----|----|----|------|
| Раздел 3. Методы титрования на основе реакций комплексообразования и осаждения | | | | | |
| Тема 5. Комплексиметрическое и комплексометрическое титрование. Комплексоны. Концентрационная и условная константы устойчивости комплексонов. Металлохромные индикаторы. Лабораторная работа № 5. Комплексометрическое определение жесткости воды. | 2 | 8 | 10 | ГД | Л,Ко |
| Тема 6. Осадительное титрование. Критерии оценки образования малорастворимых соединений. Способы определения точки эквивалентности в осадительном титровании. Лабораторная работа № 6. Определение количества хлорида калия методом осаждения. | 2 | 6 | 4 | ИЛ | |
| Раздел 4. Методы окислительно-восстановительного титрования | | | | | |
| Тема 7. Теоретические основы окислительно-восстановительного взаимодействия. Электрохимическая ячейка. Уравнение Нернста для ЭДС гальванического элемента и электродного потенциала. Константа равновесия окислительно-восстановительной реакции. Способы определения точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании. Кривые титрования. | 3 | | 8 | ИЛ | Ко,Л |
| Тема 8. Перманганатометрия: достоинство и недостатки метода. Иодометрия, условия ее проведения. Специфические индикаторы. Бихроматометрия. Лабораторная работа № 7. Определение бихромата калия методом перманганатометрии: приготовление раствора перманганата калия; определение точной концентрации рабочего раствора перманганата калия; приготовление вспомогательного раствора соли Мора; определение точной концентрации раствора соли Мора; определение количества бихромата калия методом обратного титрования. Лабораторная работа № 8. Определение количества меди методом иодометрии. | | 34 | 3 | ГД | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | 17 | 68 | 59 | | |

| Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен) | | 2,5 | 33,5 | | |
|--|---|-----|------|----|------|
| Раздел 5. Основы физико-химического анализа | | | | | |
| Тема 9. Классификация физико-химических методов анализа (по принципу получения аналитического сигнала, по физико-химическим свойствам системы, по использованию аналитического сигнала). Отличие от классических методов анализа. Стадии химического анализа. Этапы проведения анализа методами ФХМА. Преимущества и недостатки. | | 0,5 | 0,5 | ИЛ | |
| Тема 10. Аналитический сигнал и его свойства, определяющие чувствительность, селективность, экспрессность, помехозащищенность методики анализа. | | 0,5 | 0,5 | ИЛ | О |
| Тема 11. Метрологическое обеспечение анализа (чувствительность, предел определения, точность, правильность, воспроизводимость, селективность). Аккредитованные аналитические лаборатории. Методики выполнения измерений. | 4 | 0,5 | 0,5 | ИЛ | |
| Раздел 6. Электрохимические методы анализа | | | | | |
| Тема 12. Потенциометрия. Назначение метода. Возникновение электродного потенциала. Уравнение Нернста. Электрохимическая ячейка. Классификация и назначение электродов. Ионометрия и косвенная потенциометрия. Преимущества и недостатки метода. Лабораторная работа № 9. Определение количества соляной кислоты методом потенциометрического титрования. | | 2 | 10 | 3 | ГД |
| Тема 13. Кулонометрия. Назначение метода. Закон Фарадея. Потенциостатический и амперостатический методы. Кулонометрическое титрование. Назначение и особенности применения. Способы электрогенерации титранта. Требования к методу. Лабораторная работа № 10. Определение количества соляной кислоты или тиосульфата натрия методом кулонометрического титрования. | | 1 | 9 | 1 | ИЛ |
| | | | | | Л,Ко |

| | | | | | |
|---|-----|----|---|----|------|
| <p>Тема 14. Кондуктометрия. Назначение метода. Классификация способов кондуктометрического анализа (прямая/косвенная, низкочастотная/высокочастотная). Электропроводность раствора. Зависимость ее от концентрации, температуры и природы ионов. Высокочастотное титрование</p> <p>Лабораторная работа № 11. Определение количества соляной кислоты методом кондуктометрического титрования</p> | 1,5 | 10 | 1 | ИЛ | |
| <p>Тема 15. Полярография. Назначение метода. Классификация полярографических методов и примеры их использования. Получение и характеристики полярографической (вольтамперной) кривой. Принцип качественного и количественного полярографического анализа. Амперометрическое титрование: сущность, назначение, кривые титрования.</p> | 1 | | 1 | ИЛ | |
| <p>Раздел 7. Оптические методы анализа: теоретические основы, классификация и аппаратное оформление</p> | | | | | |
| <p>Тема 16. Фотометрия: закон Бугера-Ламберта-Бера; методы измерения оптической плотности; методы определения концентрации по величине оптической плотности. Фотометрическое определение железа в растворе</p> <p>Лабораторная работа № 12. Определение количества железа в растворе фотометрическим методом.</p> | 3 | 10 | 5 | ИЛ | |
| <p>Тема 17. Рефрактометрический анализ. Теоретические основы метода. Аддитивность рефракции. Применение в анализе.</p> <p>Люминесцентный анализ. Виды люминесценции, их классификация. Флуориметрия.</p> | 1 | | 2 | ИЛ | Л,Ко |
| <p>Тема 18. Спектрофотометрия: классификация методов; получение спектров поглощения, методы количественного и качественного анализа. Спектрофотометрическое определение красителей в их смеси</p> <p>Лабораторная работа № 13. Спектрофотометрическое определение концентрации красителей в их смеси</p> | | 9 | | | |

| | | | | | |
|--|------|--------|--------|----|-------|
| Раздел 8. Хроматографические методы анализа: теоретические основы, классификация, методы качественного и количественного анализа | | | | | |
| Тема 19. Хроматографические методы анализа: теоретические основы, классификация, методы качественного и количественного анализа. Планарная хроматография. Гель-хроматография. ВЭЖХ. Капиллярный электрофорез. | 2 | | 8,25 | ИЛ | |
| Тема 20. Газовая хроматография. Устройство газового хроматографа. Анализ хроматограммы. Качественный и количественный анализ. Детекторы (катарометр, пламенно-ионизационный, мас-спектрометрический) Лабораторная работа № 14. Качественный и количественный анализ смеси углеводородов методом газовой хроматографией. | 2 | 10 | | ИЛ | РГР,Л |
| Тема 21. Ионообменная хроматография. Классификация и назначения ионитов. Особенности и закономерности ионного обмена. Лабораторная работа № 15. Количественное определение ионов цинка и магния в смеси методом ионообменной хроматографии | 2 | 10 | | ИЛ | |
| Итого в семестре (на курсе для ЗАО) | 17 | 68 | 22,75 | | |
| Консультации и промежуточная аттестация (Зачет) | 0,25 | | | | |
| Всего контактная работа и СР по дисциплине | | 172,75 | 115,25 | | |

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

| Код компетенции | Показатели оценивания результатов обучения | Наименование оценочного средства |
|-----------------|--|--|
| ОПК-2 | <p>1. Показывает знание базовых законов химии, физики и теоретических основ химического и физико-химического анализа (качественного и количественного).</p> <p>2. Демонстрирует способность прогнозировать влияние различных факторов на равновесие химических реакций с целью аргументированного выбора условий классического химического анализа.</p> <p>3. Показывает знакомство с основными этапами качественного и количественного химического анализа, с методами разделения, концентрирования и подготовки пробы к анализу.</p> <p>4. Проявляет навыки работы с химическими реактивами, приборами и демонстрирует способность оценивать</p> | <p>1. Вопросы устного собеседования.</p> <p>2. Практико-ориентированные задания.</p> |

| | | |
|-------|--|---|
| | погрешность измерений на основе результатов статистической обработки. | |
| ОПК-5 | <p>1. Показывает знание теоретических основ и принципов химических и физико-химических методов анализа (электрохимических, спектральных, хроматографических). Ориентируется в области их применения и аппаратного оформления.</p> <p>2. Демонстрирует способность аргументированного выбора методики решения конкретной аналитической задачи и умение ее выполнения с соблюдением заданных метрологических характеристик и требований техники безопасности.</p> <p>3. Демонстрирует навыки проведения аналитических исследований, обработки и интерпретации их результатов. Проявляет высокий уровень освоения методов вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента.</p> | <p>1. Вопросы устного собеседования.</p> <p>2. Практико-ориентированные задания</p> |

5.1.2 Система и критерии оценивания

| Шкала оценивания | Критерии оценивания сформированности компетенций | |
|----------------------------|--|--|
| | Устное собеседование | Письменная работа |
| 5 (отлично) | Обучающийся демонстрирует глубокое знание теоретических основ аналитической химии, при ответе легко ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; проработал основную и знаком с дополнительной литературой; способен обоснованно применять теорию химического равновесия к решению практических задач анализа химических систем; может аргументировано выбирать методику анализа для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала. | Обучающийся показывает правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул и химических реакций для ее решения, знание размерностей химических и физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ и может его интерпретировать |
| 4 (хорошо) | Обучающийся демонстрирует достаточный уровень знания теоретических основ аналитической химии, ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя | Обучающийся показывает достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов, формул и химических реакций для ее решения, знание размерностей химических и физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата при решении задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией. |
| 3 (удовлетворительно) | Обучающийся демонстрирует знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать химические законы, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя | Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, но не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Допускает ошибки в размерностях химических и физических величин, может сделать схему, поясняющую решение задачи. |
| 2 (неудовлетворительно) | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; плохо ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством | Обучающийся не способен проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать химические законы и плохо ориентируется в химических и физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания |

| | | |
|------------|---|--|
| | преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека. | |
| Зачтено | Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных методов физико-химического анализа, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; может обоснованно подобрать схему анализа различных объектов производственного контроля; выполнил и оформил все лабораторные работы. Правильно подобрал алгоритм решения предлагаемой в билете задачи, провел все необходимые вычислительные действия, корректно интерпретировал результаты. | |
| Не зачтено | Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные принципы организации физико-химического анализа; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Не смог корректно решить предложенную в билете задачу, не может воспользоваться предложенными формулами, не в состоянии устранить помарки даже под руководством преподавателя | |

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

| № п/п | Формулировки вопросов |
|-----------|--|
| Семестр 3 | |
| 1 | Методы аналитической химии. Их классификация и характеристика. |
| 2 | Основные требования к методам анализа в аналитической химии. |
| 3 | Сравнительная характеристика основных методов аналитической химии. |
| 4 | Гравиметрический анализ, его достоинства и недостатки. |
| 5 | Сущность титриметрического анализа. Достоинства и недостатки. |
| 6 | Стандартный раствор: его назначение и способы приготовления. |
| 7 | Требования, предъявляемые к установочным веществам. Их назначение и примеры использования. |
| 8 | Приготовление титранта стандартизацией раствора приблизительной концентрации на примере стандартного раствора гидроксида натрия. |
| 9 | Приготовление стандартного раствора по точной навеске установочного вещества. |
| 10 | Закон эквивалентности. Его использование в аналитических расчетах. |
| 11 | Прямое, косвенное и обратное титрование. Расчёт содержания анализируемого вещества при различных приёмах титрования. |
| 12 | Степень и константа диссоциации. Факторы, влияющие на степень диссоциации. Закон разбавления Освальда для слабых электролитов |
| 13 | Диссоциация воды. Константа ионного произведения воды. |
| 14 | Активность, коэффициент активности, ионная сила растворов, их взаимосвязь. |
| 15 | Протолитическая теория кислот и оснований. Расчет pH в растворах щелочей и сильных кислот. |
| 16 | Равновесие в растворах слабых кислот и оснований. Вывод формулы для расчета pH. |
| 17 | Гидролиз, степень и константа гидролиза солей. Факторы, влияющие на степень гидролиза. |
| 18 | Равновесие в растворах гидролизующихся солей. Вывод формулы для расчета pH. |

| | |
|-----------|---|
| 19 | Равновесие в растворах слабых многоосновных кислот и многокислотных оснований. |
| 20 | Буферные растворы: их назначение и классификация. Буферная емкость. |
| 21 | Равновесие в буферных растворах. (Вывод формулы для расчета pH). |
| 22 | Принцип действия буферных растворов. |
| 23 | Общие принципы построения кривых титрования. Выбор индикаторов. |
| 24 | Кислотно-основные индикаторы. Их строение и принцип действия. |
| 25 | Ионная теория кислотно-основных индикаторов. Интервал перехода окраски и показатель титрования индикаторов. |
| 26 | Хромофорная теория кислотно-основных индикаторов. |
| 27 | Принцип выбора кислотно-основных индикаторов. Индикаторные ошибки, причины их возникновения. |
| 28 | Расчет индикаторных ошибок. |
| 29 | Расчет и построение кривых титрования сильных кислот и щелочей. |
| 30 | Сравнительный анализ кривых титрования сильных и слабых кислот. |
| 31 | Расчет и построение кривых титрования слабых кислот и оснований. Причины отсутствия скачка на кривой титрования. |
| 32 | Построение кривой титрования слабой кислоты сильным основанием (На примере кислоты с $pK=4$, $C_{0к}=0,1$ М, $V_k=100$ мл.) |
| 33 | Кривые титрования слабых многоосновных кислот и многокислотных оснований. Условие дифференцированного ступенчатого титрования. |
| 34 | Реакции комплексообразования. Основные характеристики комплексных соединений. Дентантность лигандов. |
| 35 | Недостатки комплексиметрического титрования с использованием малодентантных лигандов. Комплексиметрическое - и комплексонометрическое титрование. |
| 36 | Комплексоны: примеры, строение и свойства. |
| 37 | Протолитические свойства комплексонов. |
| 38 | Выбор оптимальных условий комплексонометрического титрования. |
| 39 | Преимущество использования комплексонов в титриметрическом анализе. |
| 40 | Концентрационная и условная константы устойчивости комплексонов. |
| 41 | Расчет условной константы устойчивости комплексонов. Область ее использования. |
| 42 | Расчет и построение кривых комплексонометрического титрования. |
| 43 | Металлоиндикаторы, их строение и принцип действия. |
| 44 | Требования к индикаторам в комплексонометрическом титровании. |
| 45 | Общая характеристика методов осадительного титрования. |
| 46 | Определение точки эквивалентности в аргентометрии. |
| 47 | Уравнение Нернста для ЭДС гальванического элемента. |
| 48 | Вывод уравнения Нернста для электродного потенциала. |
| 49 | Форма записи уравнения Нернста электродного потенциала для различных видов реакций. |
| 50 | Стандартный окислительно-восстановительный потенциал (E^0) и способ его определения. |
| 51 | Расчет константы равновесия окислительно-восстановительной реакции. Оценка возможности использования окислительно-восстановительной реакции в титриметрическом анализе. |
| 52 | Окислительно-восстановительные индикаторы. Принцип их подбора. |
| 53 | Способы определения точки эквивалентности в окислительно-восстановительном титровании. |
| 54 | Условия проведения йодометрического титрования. |
| 55 | Приготовление стандартного раствора перманганата калия по точной навеске установочного вещества. |
| 56 | Условия проведения перманганатометрии. |
| Семестр 4 | |
| 57 | Капиллярный электрофорез. Сущность и назначение. Внутренняя организация капилляра, возникновение электроосмотического потока. |
| 58 | Теоретические основы метода ионообменной хроматографии. Классификация. Аппаратурное оформление и техника выполнения анализа на примере определения содержания магния и цинка при их совместном присутствии на анионите. |
| 59 | Гель-хроматография. Основные принципы и назначения метода. Преимущества и недостатки. |
| 60 | Высокоэффективная жидкостная хроматография. Основные принципы и назначения метода. Преимущества и недостатки. |
| 61 | Методы качественного и количественного анализа в газовой хроматографии. |
| 62 | Неподвижные фазы и требования, предъявляемые к ним. Хроматографические детекторы. |

| | |
|----|--|
| 63 | Основные критерии хроматографического разделения: эффективность, разрешение и селективность колонки. |
| 64 | Проявительный метод в газовой хроматографии. Вид дифференциальной хроматограммы, её основные параметры. |
| 65 | Классификация, назначение и основы метода газовой хроматографии. Принципиальная схема газового хроматографа и техника выполнения анализа. |
| 66 | Распределительная хроматография. Сущность метода, аппаратное оформление. Бумажная хроматография. Установление химической природы и количества компонентов. |
| 67 | Тонкослойная хроматография. Сущность метода, аппаратное оформление. Установление химической природы и количества компонентов. |
| 68 | Колоночная адсорбционная хроматография. Опыты М.С.Цвета. Качественная и количественная идентификация разделяемых веществ. |
| 69 | Теоретические основы хроматографии. Теория теоретических тарелок. |
| 70 | Классификация хроматографических методов анализа в зависимости от способа проведения – элюентная, вытеснительная и фронтальная. |
| 71 | Классификация хроматографических методов анализа в зависимости от природы подвижной и неподвижной фазы и аппаратного оформления. |
| 72 | Сущность процесса хроматографии. |
| 73 | Описать принцип люминесцентного анализа. Флуориметрия. |
| 74 | Описать принцип рентгенофлуоресцентного анализа. |
| 75 | Спектрофотометрическое определение концентрации компонентов в смеси светопоглощающих веществ – анализ смеси двух красителей. |
| 76 | Определение железа при помощи сульфосалициловой кислоты. |
| 77 | Описать методы определения концентрации (метод калибровочного графика, добавок, сравнения и дифференциальной фотометрии). Преимущества и недостатки каждого метода. |
| 78 | Выбор светофильтра. Факторы, влияющие на оптическую плотность. Чувствительность фотометрических методов. |
| 79 | Количественный анализ методом молекулярной спектроскопии. Выбор условий фотометрирования однокомпонентных растворов. Пояснить необходимость фотометрирования относительно раствора сравнения и добавки к бесцветным растворам окрашивающих реагентов. |
| 80 | Материал оптической аппаратуры, монохроматоры, светофильтры и детекторы. |
| 81 | Основные узлы приборов абсорбционной спектроскопии. Перечислить источники излучения для получения спектров в различном диапазоне длин волн. |
| 82 | Описать метод молекулярно-абсорбционной фотометрии. Характеристика молекулярных спектров поглощения. ИК и УФ спектроскопия (количественный и качественный анализ этими методами). |
| 83 | Описать метод атомно - абсорбционной спектроскопии. Перечислить способы атомизации вещества. Электротермическая атомизация. Пламенно-эмиссионная спектроскопия. Различие между атомно – абсорбционной и пламенно-эмиссионной. Преимущества и недостатки методов. |
| 84 | Представить закон Бугера-Ламберта-Бера в линейном и степенном виде. Аддитивность оптической плотности. Связь оптической плотности с пропусканием. Молярный коэффициент поглощения. Ограничения и условия применимости закона. |
| 85 | Назвать три спектральные области, в которых изучается поглощение света веществом и соответствующие методы спектроскопии. Избирательное поглощение света веществом. Классификация методов спектроскопии. |
| 86 | Сущность процесса взаимодействия вещества с электромагнитным излучением. Представить процесс поглощения света с точки зрения изменения внутренней энергии исследуемого вещества. Дать объяснение понятию «корпускулярно-волновой дуализм». |
| 87 | Описать метод кондуктометрического титрования и принцип нахождения точки эквивалентности на примере кислотно-основного титрования. Зависимость формы кривой ВЧТ от частоты генератора. |
| 88 | Дать полное выражение общей проводимости ячейки емкостного типа. Активная и реактивная составляющая. Отличие высокочастотных методов от низкочастотных. |
| 89 | Представить сущность процесса неконтактного высокочастотного титрования (ВЧТ). Преимущества и недостатки. Типы ячеек, применяемых в высокочастотном титровании. |
| 90 | Схема установки для определения электрической проводимости. Константа сосуда. Ток разбаланса моста. |
| 91 | Прямая кондуктометрия. Назначение, преимущества и недостатки. Объяснить причину ограниченного применения. |
| 92 | Объяснить причину аномально высокой подвижности протона и гидроксил-иона в электрическом поле. Зависимость электрической проводимости от температуры. |
| 93 | Влияние концентрации сильных и слабых электролитов на электропроводность. Представить графики зависимости удельной и эквивалентной электропроводности от концентрации сильных и слабых электролитов. |

| | |
|-----|---|
| 94 | Эквивалентная электропроводность при бесконечном разбавлении. Закон независимого движения ионов. Формула Кольрауша – зависимость эквивалентной электропроводности сильных электролитов. |
| 95 | Дать понятие удельной, эквивалентной и электропроводности. Представить размерность. Соотношение удельной и эквивалентной электропроводности. |
| 96 | Охарактеризовать метод кондуктометрических исследований. Объяснить сущность процесса электропроводности растворов электролитов. Показать связь величины электропроводности раствора электролита и его сопротивления. |
| 97 | Практическое применение методов кулонометрического анализа. |
| 98 | Представить преимущества кулонометрического анализа (как прямого, так и косвенного) перед классическими методами анализа. |
| 99 | Описать способ определения содержания тиосульфата натрия методом кулонометрического титрования. Реакции, описывающие электрохимическое получение реагента и его взаимодействие с определяемым веществом при определении тиосульфата натрия. |
| 100 | Описать способ определения содержания кислоты методом кулонометрического титрования. Реакции, описывающие электрохимическое получение реагента и его взаимодействие с определяемым веществом при определении кислот. |
| 101 | Основные принципы фиксации конечной точки титрования (точки эквивалентности) в кулонометрии. |
| 102 | Условия проведения кулонометрического титрования. |
| 103 | Сущность косвенной амперостатической кулонометрии. Способы электрогенерации титранта. |
| 104 | Электрогравиметрический анализ. Назначение метода, краткая характеристика. |
| 105 | Схема установки для прямой потенциостатической кулонометрии. Химический кулонометр. |
| 106 | Определение количества электричества в прямой потенциостатической кулонометрии. |
| 107 | Выбор потенциала рабочего электрода в прямой потенциостатической кулонометрии. Дать определение понятию «потенциал выделения вещества». |
| 108 | Прямая кулонометрия. Электрохимические реакции, применяемые в прямой кулонометрии. |
| 109 | Охарактеризовать методы анализа, основанные на законе Фарадея (прямая/косвенная, амперостатическая/потенциостатическая кулонометрия). |
| 110 | Условия проведения кулонометрического анализа. |
| 111 | Основные принципы кулонометрических исследований. Описать процесс электрохимического превращения вещества на электроде с использованием закона Фарадея. |
| 112 | Охарактеризовать методы измерения ЭДС в потенциометрии (компенсационный и некомпенсационный метод). |
| 113 | Преимущества потенциометрического титрования перед классическими методами. |
| 114 | Осадительное, комплексонометрическое, окислительно-восстановительное титрование. Основные принципы. |
| 115 | Охарактеризовать косвенные методы потенциометрии. Описать принцип потенциометрического титрования на примере кислотно-основного взаимодействия. Индикаторные электроды кислотно-основного титрования. |
| 116 | Описать методы определения концентрации в прямой потенциометрии (метод градуировочного графика (+калибровка электрода), концентрационного элемента, добавок и пр.). |
| 117 | Привести примеры использования ионометрии. |
| 118 | Описать конструкцию и вывести потенциал стеклянного электрода. Перечислить его преимущества и недостатки. |
| 119 | Перечислить виды мембранных электродов. Кратко охарактеризовать каждый вид, представить конструкцию. |
| 120 | Редокс электроды. Дать определение и вывести потенциал хингидронного электрода. |
| 121 | Привести примеры электродов второго рода. Описать конструкцию и вывести потенциал хлорсеребряного электрода. |
| 122 | Дать определение функциям электрода сравнения и индикаторного электрода, привести пример каждого. Перечислить требования, предъявляемые к ним. |
| 123 | Основные принципы классификации электродов (по назначению, по механизму возникновения потенциала). Обратимые и необратимые электроды. Привести примеры. |
| 124 | Представить принцип работы гальванического элемента, его схематическое изображение, процессы и реакции, протекающие на электродах. Принцип расчета ЭДС ячейки. |
| 125 | Дать определение стандартного электродного потенциала. Описать конструкцию и назначение стандартного водородного электрода, а также способ измерения стандартного электродного потенциала |
| 126 | Описать процесс возникновения потенциала на границе раздела фаз металлический электрод-раствор. Представить уравнение Нернста. |
| 127 | Дать определение терминам: электрод, электрохимическая реакция, электрохимическая ячейка (обратить внимание на различия принципа действия гальванического элемента и электролизера). Представить связь гальванического элемента и электролитической ячейки. |

| | |
|-----|---|
| 128 | Охарактеризовать метод потенциометрического анализа (основы метода, главные направления применения). Привести классификацию потенциометрических методов анализа (ионометрия, редоксиметрия и т.д.). |
| 129 | Сущность электрохимических методов анализа. Классификация ЭХМА по получаемому аналитическому сигналу. |
| 130 | Аккредитованные аналитические лаборатории. Методики выполнения экспериментов. |
| 131 | Метрологическое обеспечение анализа. |
| 132 | Классификация ФХМА по использованию аналитического сигнала. |
| 133 | Классификация ФХМА по физико-химическим свойствам системы. |
| 134 | Преимущества и недостатки ФХМА. |
| 135 | Схема классического химического анализа. Этапы проведения анализа методами ФХМА. |
| 136 | Характеристики аналитического сигнала. Классификация методов аналитической химии по принципу получения аналитического сигнала. |
| 137 | Аналитический сигнал. Свойства веществ - интенсивные и экстенсивные. Получение аналитического сигнала. |
| 138 | Сущность физико-химических методов анализа. Место ФХМА в структуре химического анализа. |

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

3 семестр.

1. Вычислить молярную концентрацию эквивалента H_2SO_4 и $T H_2SO_4/CaO$ если $T H_2SO_4 = 0,004852$ г/мл.

2. Какую навеску янтарной кислоты ($H_2C_4H_4O_4$) следует взять, чтобы после ее растворения в мерной колбе вместимостью 200 см³, на титрование 25 см³ полученного раствора пошло 4,2 см³ 0,1 н. раствора NaOH?

3. Определить жесткость Н-катионированной воды, используемой для уменьшения зольности целлюлозы, если на титрование 300 см³ воды затрачено 0,86 см³ 0,01 н раствора трилона Б

4. Рассчитать окислительно-восстановительный потенциал в точке эквивалентности при титровании 0,1 м раствора $FeSO_4$ 0,1 м раствором $KMnO_4$ в присутствии H_2SO_4 ($H^+ = 1$ моль/л) ($E_{O_{MnO_4^-}/Mn^{2+}} = 1,51$ В; $E_{O_{Fe^{3+}}/Fe^{2+}} = 0,77$ В).

5. Определить содержание Na_2S (г/дм³) в белом щелоке сульфатной варки целлюлозы, если 10 см³ щелока разбавили в колбе 250 см³. К 25 см³ полученного раствора добавили 5,0 см³ 0,1 н раствора йода и на обратное титрование затратили 1,86 см³ 0,1 н раствора тиосульфата натрия ($K = 1,052$).

6. Группа студентов была направлена на летнюю практику в лабораторию ГУП «ТЭК СПб». Поскольку руководство предприятия заинтересовано в подборе молодых перспективных специалистов, для проверки навыков студентов и их компетентность им было предложено решить несколько задач. Раствор дихромата калия для определения химического потребления кислорода должен иметь молярную концентрацию эквивалента 0,25 моль/дм³. Для определения концентрации $K_2Cr_2O_7$ титриметрическим методом необходимо обоснованно выбрать индикатор. Что и каким образом необходимо сделать в случае, если данный раствор не имеет нужной концентрации (укрепить, разбавить)?

4 семестр.

7. Выразите оптическую плотность в процентах пропускания: а) 0,064; б) 0,765; в) 0,318; г) 0,209; д) 0,437; е) 0,413

8. При электролизе раствора, содержащего ионы $Me(III)$ при силе тока 1,0 А за 35 мин. На катоде было выделено 0,3772 г металла. Приняв выход по току равным 100 %, определить, какой это металл

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная + Письменная + Компьютерное тестирование Иная

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

При проведении экзамена время подготовки к ответу составляет не более 40 мин (на решение кейса - 1 час). В это время входит подготовка ответа на теоретический вопрос и решение практической задачи. Для выполнения практической задачи обучающемуся необходимо иметь при себе калькулятор. Необходимая справочная литература предоставляется.

Студенты, выполнившие все требования текущего контроля, на зачете отвечают на два теоретических вопроса и решают одну практическую задачу. Время на подготовку составляет 30 минут.

Преподаватель вправе задать несколько дополнительных вопросов.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

| Автор | Заглавие | Издательство | Год издания | Ссылка |
|---|--|--|-------------|---|
| 6.1.1 Основная учебная литература | | | | |
| Громов, Н. В., Таран, О. П. | Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Сборник задач с основами теории и примерами решений | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет | 2018 | http://www.iprbooks.hop.ru/91181.html |
| Апарнев, А. И., Казакова, А. А., Александрова, Т. П. | Аналитическая химия и физико-химические методы анализа | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет | 2018 | http://www.iprbooks.hop.ru/91180.html |
| Сульдина, Т. И. | Аналитическая химия и физико-химические методы анализа | Саратов: Ай Пи Эр Медиа | 2018 | http://www.iprbooks.hop.ru/70757.html |
| 6.1.2 Дополнительная учебная литература | | | | |
| И.Н. Дмитриевич | Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: оптические методы (вопросы, тесты и ответы): учеб. пособие | М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД | 2020 | http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/1583455919.pdf |
| Карасева, Н. А., Фарафонова, О. В. | Электрохимические методы анализа | Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ | 2019 | http://www.iprbooks.hop.ru/99158.html |
| Тягливый, А. С. | Электрохимические методы анализа | Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета | 2021 | https://www.iprbooks.hop.ru/121893.html |
| Лысова С. С., Скрипникова Т. А., Зевацкий Ю. Э., Мызников Л. В., Ворона С. В. | Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Электронные спектры и строение органических соединений | Санкт-Петербург: СПбГУПТД | 2018 | http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201871 |

| | | | | |
|---|--|--|------|---|
| О.В. Фёдорова, И.Н. Дмитриевич, О.С. Андранович | Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: количественный анализ: метод. указания для проведения лабораторных работ. – 4-е изд., доп. и испр. | М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД | 2020 | http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/1590531987.pdf |
| Г.Ф. Пругло, О.В. Федорова, Р. А. Смит | Хроматографические методы анализа [Текст]: учеб. пособие | М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД | 2017 | http://nizrp.narod.ru/metod/kafobshineorgh/18.pdf |

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
 Электронно-библиотечная система "Айбукс" [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ibooks.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
 MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| Аудитория | Оснащение |
|----------------------|--|
| Б-316 | Вытяжные шкафы, весы аналитические, комплект посуды для количественного анализа и водоподготовки, вакуумный сушильный шкаф, электрические плитки. Специализированная учебная лаборатория ФХМА с необходимым оборудованием: Спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301, хроматограф Цвет 100, высокочастотные титраторы, анализатор вольтамперометрический АКВ – 07 МК, прибор для капиллярного электрофореза «Капель 3», установка для проведения процесса ионитного умягчения воды. |
| Б-306 | Вытяжные шкафы, весы аналитические, комплект посуды для количественного анализа и водоподготовки, вакуумный сушильный шкаф, электрические плитки, спектрофотометры и фотоколориметры ФЭК 56-М, КФК-2, КФК-3, Юнико 1201, СФ-2000, рН – метры марки ИПЛ – 301, хроматограф Цвет 100, высокочастотные титраторы, концентратомер КН-1, прибор для капиллярного электрофореза «Капель 3» |
| Лекционная аудитория | Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска |
| Учебная аудитория | Специализированная мебель, доска |