МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Е.А. Турилова
17 февраля 2023 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Избранные главы электрохимического анализа

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия
Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего
Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и): заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Евтюгин Г.А. (Кафедра аналитической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Gennady.Evtugyn@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Знать основные механизмы окисления/восстановления низкомолекулярных соединений и пути исследования этих механизмов методами вольтамперометрии, обсуждать физико-химические аспекты электродных реакций определяемых соединений, ориентироваться в современной литературе и вести дискуссию по электрохимическим методам анализа

Должен уметь:

Уметь самостоятельно планировать электрохимические исследования с целью установления механизма электродных реакций и рабочих условий определения соединений различного строения для решения конкретных аналитических задач

Должен владеть:

Владеть навыками расчетов кинетических параметров электродных реакций и определения стехиометрических параметров переноса электрона и ионов водорода, оценки метрологических и иные операционных характеристик биосенсоров

Должен демонстрировать способность и готовность:

способность владеть основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической и аналитической химии), применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.13.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Фундаментальная химия: материалы будущего)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 4 курсе в 8 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 40 часа(ов), в том числе лекции - 40 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 32 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 8 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Место электрохимических методов анализа в аналитической химии. Понятие механизма электрохимической реакции. Химическая и электрохимическая обратимость	8	2	0	0	0	0	0	1
2.	Тема 2. Феноменологическое изучение механизма электрохимической реакции: циклическая вольтамперометрия	8	2	0	0	0	0	0	1
3.	Тема 3. Компьютерная симуляция вольтамперных кривых	8	2	0	0	0	0	0	1
4.	Тема 4. Анализ химических стадий электрохимических процессов по данным вольтамперометрии	8	2	0	0	0	0	0	1
5.	Тема 5. Case study: Сопряженные реакции переноса электрона и иона водорода	8	2	0	0	0	0	0	2
6.	Тема 6. Реакции электрополимеризации в электроанализе: контроль характеристик продукта полимеризации на стадии электролиза	8	2	0	0	0	0	0	2
7.	Тема 7. Электрохимия полианилина, политиофена и полипиррола	8	4	0	0	0	0	0	2
8.	Тема 8. Потенциостатические методы	8	4	0	0	0	0	0	2
9.	Тема 9. Коллоквиум "Анализ механизма электродных реакций"	8	2	0	0	0	0	0	2
10.	Тема 10. Спектроскопия электрохимического импеданса	8	2	0	0	0	0	0	2
11.	Тема 11. Case study: планирование электрохимического эксперимента для расшифровки механизма электродной реакции по данным постояннотоковой вольтамперометрии и спектроскопии электрохимического импеданса	8	2	0	0	0	0	0	2
12.	Тема 12. Пьезокварцевое микровзвешивание	8	2	0	0	0	0	0	2
13.	Тема 13. Комбинированные методы электроанализа. Пьезокварцевое микровзвешивание с регистрацией вольтамперных кривых	8	2	0	0	0	0	0	2
14.	Тема 14. Комбинированные методы электроанализа. Электролюминесценция	8	2	0	0	0	0	0	2
15.	Тема 15. Комбинированные методы электроанализа. Спектроэлектрохимия.	8	2	0	0	0	0	0	2
16.	Тема 16. Комбинированные методы электроанализа. Проточный электроанализ. Микрофлюидные устройства с электрохимическими детекторами.	8	2	0	0	0	0	0	2
17.	Тема 17. Контрольная работа	8	2	0	0	0	0	0	2

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
18.	Тема 18. Перспективы развития методов электроанализа (круглый стол с приглашением специалистов).	8	2	0	0	0	0	0	2
	Итого		40	0	0	0	0	0	32

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Место электрохимических методов анализа в аналитической химии. Понятие механизма электрохимической реакции. Химическая и электрохимическая обратимость

1. Введение. Место электрохимических методов анализа в аналитической химии. Понятие механизма электрохимической реакции. Химическая и электрохимическая обратимость. Стадии электрохимического процесса. Электродная реакция и химические реакции интермедиатов. Общая характеристика природы промежуточных частиц в реакциях переноса электрона, иона водорода, димеризации и разложения. Понятие "хорошей" уходящей группы. Общие подходы к выявлению природы и последовательности стадий электрохимического процесса на примере ЕС, СЕ и ЕСЕ-процессов.

Тема 2. Феноменологическое изучение механизма электрохимической реакции: циклическая вольтамперометрия

2. Феноменологическое изучение механизма электрохимической реакции: циклическая вольтамперометрия. Характеристика вольтамперной кривой. Окно рабочих потенциалов. Процессы, ограничивающие ширину рабочего "окна" потенциалов и способы его изменения. Вольтамперный пик. Описание формы пика для обратимого и необратимого электродного процесса. Влияние нефарадеевских стадий на форму вольтамперного пика. Адсорбция. Реакции протонирования-депротонирования. Полимеризация и "отравление" электрода. Электрокатализ. Характеристика изменения пиков на циклических вольтамперограммах в зависимости от соотношения стадий химического превращения интермедиатов и переноса электрона.

Тема 3. Компьютерная симуляция вольтамперных кривых

3. Компьютерная симуляция вольтамперных кривых. Стадии массопереноса и переноса электрона. Электрохимический вариант законов Фика. Дифференциальные уравнения и граничные условия, описывающие концентрационные зависимости электродной реакции при различной геометрии электрода. Примеры реализации компьютерной симуляции кривых. Программы Electrochemist.com, Polarograph.com, ESP. Особенности реализации интерфейса и примеры использования для расчета кинетических параметров переноса электрона.

Тема 4. Анализ химических стадий электрохимических процессов по данным вольтамперометрии

4. Анализ химических стадий электрохимических процессов по данным вольтамперометрии. Химические стадии, инициируемые электронным переносам. Депротонирование и димеризация как основные стадии анодных реакций, протонирование, отщепление устойчивых анионов и димеризация в катодных процессах. Характеристика вольтамперограмм и способы расчета кинетических параметров априорных стадий ЕСЕ процессов. Надежность установления механизма электродной реакции по данным вольтамперометрии. Использование сверхбыстрой развертки потенциала и бипотенциостатических методов анализа.

Тема 5. Case study: Сопряженные реакции переноса электрона и иона водорода

5. Case study: Сопряженные реакции переноса электрона и иона водорода. Влияние стадий переноса электрона и иона водорода в анодном окислении замещенных фенолов, полиспиртов и ароматических аминов. Окисление пирокатехинов. Диаграммы E - pH и установление лимитирующих стадий процесса по константам кислотности.

Тема 6. Реакции электрополимеризации в электроанализе: контроль характеристик продукта полимеризации на стадии электролиза

6. Реакции электрополимеризации в электроанализе: контроль характеристик продукта полимеризации на стадии электролиза. Характеристика органических соединений, способных к электрополимеризации, в соответствии с редокс-активностью и электропроводностью продуктов. Методы проведения электрополимеризации: потенциостатический электролиз, потенциодинамический электролиз, пульс-методы. Характеристика циклических вольтамперограмм в реакциях электрохимического осаждения продуктов олигомеризации на электроде. Влияние ионного состава электролита на характеристики полимера. Влияние материала электрода на эффективность полимеризации и природу продукта.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 7. Электрохимия полианилина, политиофена и полипиррола

7. Электрохимия полианилина, политиофена и полипиррола. Особенности получения и проявления электрохимической активности полианилина, политиофена и полипиррола. Виды вольтамперограмм и условия получения продуктов реакции. Проведение электролиза в органических и мицеллярных средах. Кислотно-основные свойства полианилина. Влияние противоиона на процесс полимеризации, ионообменные и окислительно-восстановительные свойства полианилина. Особенности электрополимеризации тиофена. Характеристика 3,4-диоксиэтилентиофена и октилтиофена. Оптические свойства политиофена и PEDOT. Сравнительная характеристика полипиррола и других полимеров как основы для иммобилизации биохимических компонентов. Сверхокисленный полипиррол в биосенсорах.

Тема 8. Потенциостатические методы

8. Потенциостатические методы. Условия потенциостатического измерения окислительно-восстановительных характеристик деполяризатора. Понятие реакционного слоя. Уравнение Котрелла. Сравнительная характеристика чувствительности потенциостатических и потенциодинамических (вольтамперометрических) методов анализа. Анализ хроноамперограммы. Определение площади поверхности, коэффициента диффузии и количества реагирующего вещества по хроноамперограмме. Влияние адсорбции и растворения электрода на вид хроноамперограмм.

Тема 9. Коллоквиум "Анализ механизма электродных реакций"

9. Коллоквиум "Анализ механизма электродных реакций". Вопросы к коллоквиуму:

1. Понятия обратимости электродной реакции и константа скорости электронного переноса
2. Постояннотоковая вольтамперометрия в исследовании реакций с переносом ионов водорода.
3. Симуляция вольтамперных кривых на планарных макроээлектродах.
4. Формы вольтамперных кривый поверхностных процессов и сверхбыстрых реакций переноса электрода
5. Расчет параметров переноса электрона по данным постояннотоковой вольтамперометрии.
6. Кинетический анализ сопряженных химических стадий (на примере комплексообразования металлов)
7. Уравнение Котрелла и его применение в анализе процессов в полимерных мембранах.
8. Потенциостатические и кулонометрические методы анализа: общее и частное.

Тема 10. Спектроскопия электрохимического импеданса

10. Спектроскопия электрохимического импеданса. Основы метода. Способы представления гармонических колебаний. Импеданс и адмиттанс. Диаграммы Найквиста. Понятие эквивалентной ячейки (эквивалентной схемы расчетов). Ячейка Рейнолдса как основной способ импедиметрии при исследовании поверхностных реакций. Эквивалентные ячейки при исследовании толстых и пористых пленок, коррозии и электрополимеризации. Альтернативные способы преставления импедиметрических данных. Диаграммы Лове.

Тема 11. Case study: планирование электрохимического эксперимента для расшифровки механизма электродной реакции по данным постояннотоковой вольтамперометрии и спектроскопии электрохимического импеданса

11. Case study: планирование электрохимического эксперимента для расшифровки механизма электродной реакции по данным постояннотоковой вольтамперометрии и спектроскопии электрохимического импеданса. Окисление фенотиазиновых красителей. Влияние строения на механизм окисления. Установление соотношения числа переносимых ионов водорода и электронов в лимитирующей стадии. Определение заряда промежуточных частиц. Исследование адсорбции фенотиазинов на электродах различной природы. Сравнение поведения фенотиазинов со свободной аминогруппой (тионин) и диалкиламиногруппами (Метиленовый зеленый), фенотиазинов и феназинов (Нейтральный красный). Обнаружение и изучение вклада процессов электрополимеризации фенотиазинов и фенкосазинов.

Тема 12. Пьезокварцевое микровзвешивание

12. Пьезокварцевое микровзвешивание. Пьезоэффект. Материалы, обладающие пьезоэффектом. Кварц. Строение пьезокварцевого резонатора. Принципиальная схема измерения пьезокварцевого эффекта. Измерение на воздухе. Уравнение Зауэрбрея. Измерение в жидкой среде. Стационарные условия. Проточно-инжекционный режим. Особенности применения уравнения Зауэрбрея. Примеры реализации пьезокварцевого микровзвешивания в биоанализе.

Тема 13. Комбинированные методы электроанализа. Пьезокварцевое микровзвешивание с регистрацией вольтамперных кривых

13. Комбинированные методы электроанализа. Пьезокварцевое микровзвешивание с регистрацией вольтамперных кривых. Реализация метода пьезокварцевого микровзвешивания с одновременной регистрацией вольтамперных кривых. Феноменологическое описание электродных процессов по данным EQCM. Изучение катодных реакций выделения водорода. Изучение электродного восстановления адсорбированного молекулярного кислорода. Демонстрация возможности метода на примере электрополимеризации. Достоинства и ограничения EQCM.

Тема 14. Комбинированные методы электроанализа. Электролюминесценция

14. Комбинированные методы электроанализа. Электролюминесценция. Механизм электролюминесценции. Основные механизмы генерирования люминесценции. Спектры люминесценции. Активация и тушение электролюминесценции. Электролюминесценция в тонких пленках и в растворе. Электролюминесценция в определении неорганических и органических соединений. Основные реагенты, применяемые в электролюминесцентных вариантах электроанализа. Органические комплексы рутения, люминол, пероксид водорода. Оборудование для регистрации электролюминесценции.

Тема 15. Комбинированные методы электроанализа. Спектроэлектрохимия.

15. Комбинированные методы электроанализа. Спектроэлектрохимия. Электроды для регистрации изменения оптических характеристик в процессе электродных реакций. Тонкие пленки золота, оксиды индия и олова (электроды ITO). ИК-Спектры отражения. Примеры использования спектроэлектрохимии в изучении электродных реакций красителей и полимеров с электропроводящими свойствами. Спектроэлектрохимия полианилина.

Тема 16. Комбинированные методы электроанализа. Проточный электроанализ. Микрофлюидные устройства с электрохимическими детекторами.

16. Комбинированные методы электроанализа.Требования, предъявляемые к индикаторным электродам в проточном анализе. Проточно-инжекционный и проточный непрерывный электроанализ. Особенности работы с потенциометрическими и амперометрическими сенсорами. Способы ввода пробы. Аналитический сигнал и его обработка. Проведение дополнительных стадий (маскирование, концентрирование, дериватизация) анализа. Проточный анализ и миниатюризация сенсоров. Микрофлюидные устройства с электрохимическими детекторами. Современные технологии изготовления микрофлюидных устройств. Травление, литография, методы полимеризации. Микронасосы пьезоэлектрического, микроманометрического действия. Системы ввода пробы. Электрохимические детекторы микрофлюидных устройств. Примеры реализации электрохимических микрофлюидных систем. Лаборатория на чипе.

Тема 17. Контрольная работа

17. Билеты к контрольной работе по темам 10-16.

Билет 1.

1. Проточно-непрерывный анализ: вольтамперные кривые, применение

2. Эквивалентная ячейка в исследовании импеданса

Билет 2.

1. Катодные реакции выделения водорода в электрохимическомварианте пьезокварцевого микровзвешивания

2. Диаграмма Лове: анализ данных редокс-активных электродов

Билет 3.

1. Электрополимеризация феноотиазиновых красителей с помощью кварцевого микровзвешивания.

2. Электрохимические активные интеркаляторы и генерация сигнала ДНК-сенсора

Билет 4.

1. Электрохимия ДНК на EQCM

2. Особенности электрохимического поведения нейтрального красного

Билет 5.

1. Система трипропиламин - фенантролиноый кимлопексрутения в электрохемилюминесценции.

2. Анализ редокс-активных покрытий с помощью электрохимического варианта пьезокварцевого микровзвешивнаия.

Билет 6.

1. Диффузионные спектры отраждения на электродах ITO

2. Электролюминесценция комплексов рутения в анализе с участием ДНК.

Билет 7.

1. ДНК-сенсоры с импедиметрической регистрацией сигнала

2. Использование оптически прозрачных электродов в исследовании электрополимеризации красителей

Билет 8.

1. Образование полимерных пленок сополимеров пиррола

2.Ввод пробы в проточных электрохимических ячейках

Билет 9.

1. Полианилин как структурообразующий и сигнал генерирующий материал сенсора (биосенсора)

2. Проточно-инжкционный анализ: форма пика и влияние на него гидрологических характеристик.

Билет 10.

1. ИДеология послойной сборки поверхностных полиэлектролитных комплексов в спектроскопии электрохимического импеданса и поверхностном плазмонном резонансе.

2. Протоколы мягкой (soft) трафаретной печати в изготовлении микрофлюидных устройств.

Тема 18. Перспективы развития методов электроанализа (круглый стол с приглашением специалистов).

18. Перспективы развития методов электроанализа (круглый стол с приглашением специалистов). Новые материалы в электрохимических сенсорах - бумажные электроды, 3D-печать электрохимических ячеек. Электрохимические сенсоры для неинвазивного контроля здоровья человека. Электрохимические методы анализа в лечении генетических заболеваний и рака.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Химические методы - http://znanium.com/bookread.php?book=419626

Жебентяев А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа - http://znanium.com/bookread.php?book=399829

Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники - http://znanium.com/bookread2.php?book=431359

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;

- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);

- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;

- критерии оценивания для каждого оценочного средства;

- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Интернет-университет современных технологий. Курс - http://www.intuit.ru/department/hardware/intsensors/

Новые справочники по аналитической химии. Проточно-инжекционный анализ - http://chemanalytica.com/book/novyy_spravochnik_khimika_i_tekhnologa/03_analiticheskaya_khimiya_chast_II/4990

Сайт полезной информации по химии - http://khimie.ru/

Сайт разработчика DigiSim - обучение интерфейсу программы - http://www.basinc.com/products/ec/digisim/tutorials/

Химический портал ChemPort. Раздел - http://www.chemport.ru/electrochemistry.shtml

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Методические указания для студентов по работе с конспектом лекций Рекомендуется просматривать конспект лекции сразу после занятий, отмечая материал и вопросы, вызвавшие затруднения для понимания. Для ответов на них рекомендуется использовать рекомендуемую литературу и ссылки на Интернет-источники, данные в аннотации к каждой лекции. Для улучшения запоминания материала рекомендуется соотнести записи конспекта лекции с презентациями. Следует регулярно повторять пройденный материал, особенно в преддверии текущего контроля (устного опроса, тестирования, контрольной работы). Если самостоятельно в лекционном материале разобраться не удалось, следует четко сформулировать вопросы и обратиться за разъяснениями к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Также необходимо контролировать усвоение пройденного материала по контрольным вопросам к лекциям. Не рекомендуется пользоваться конспектами лекций, составленными другими аспирантами, особенно если они относятся к другому году. Это снижает усвоение материала и его понимание. При необходимости в конспекты лекций можно включать слайды презентаций и раздаточные материалы, однако их следует дополнять пояснениями, выполняемыми на полях. Категорически не рекомендуется использовать как конспекты уменьшенные копии глав учебников, в том числе, из рекомендованной литературы, поскольку они не следуют в полной мере логике программы курса и часто дают сведения на различном уровне объяснения и детализации.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня. Самостоятельная работа проводится с целью систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся; углубления и расширения теоретических знаний; формирования умений использовать специальную литературу; развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности; формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развития исследовательских умений. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы определяются тематикой практических (семинарских) занятий и формулируются преподавателем индивидуально с учетом специфики изучаемой темы и индивидуальных особенностей обучающегося. Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка обучающегося; контроль и оценка со стороны преподавателя в ходе дискуссии. Видами внеаудиторной самостоятельной работы являются чтение учебника, первоисточника, дополнительной литературы), его конспектирование, использование Интернет-ресурсов по предложенным темам для дискуссии В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности. Обучающийся самостоятельно определяет режим своей внеаудиторной работы и меру труда, затрачиваемого на овладение знаниями и умениями по каждой дисциплине, выполняет внеаудиторную работу по индивидуальному плану, в зависимости от собственной подготовки, бюджета времени и других условий.
зачет	Для контроля усвоения данной дисциплины предусмотрен зачет, на котором студентам необходимо ответить на два вопроса в составе билета. Для подготовки к зачету необходимо использовать теоретический материал лекций, материалы, использованные в дискуссии на семинарских занятиях, а также материалы, использованные при составлении реферата. Преподаватель может задать дополнительный вопрос по теме реферата.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Фундаментальная химия: материалы будущего".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.13.01 Избранные главы электрохимического анализа

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Кристиан, Г. Аналитическая химия: в 2 т. / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша [и др.]; вступ. ст. акад. РАН Ю.А. Золотова.- Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.; 25[Т.] 1. - 2013. - 623 с.

2. Кристиан, Г. Аналитическая химия: в 2 т. / Г. Кристиан; пер. с англ. А.В. Гармаша [и др.]; вступ. ст. акад. РАН Ю.А. Золотова.- Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.; 25[Т.] 2. - 2013. - 504 с.

3. Евтюгин, Г.А. Основы биосенсорики: учебное пособие / Г. А. Евтюгин, Г. К. Будников, Е. Е. Стойкова ; Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова . - Казань : [КГУ], 2007. - 80 с. - Текст : электронный. - URL: https://allfind.kpfu.ru/r/RU05CLSL05CEOR05C1932 (дата обращения: 06.02.2024). - Режим доступа: открытый.

4. Гаврилов, А. С. Электрохимические процессы в технологии микро- и наноэлектроники : учебное пособие / А. С. Гаврилов, А. Н. Белов. - 2-е изд. - Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2019. - 240 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-369-01299-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1013436 (дата обращения: 06.02.2024). - Режим доступа: по подписке.

5. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учебное пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - 2-е изд. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2023. - 542 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-004685-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1940916 (дата обращения: 06.02.2024). - Режим доступа: по подписке.

6. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа : учебное пособие / А.И. Жебентяев. - Москва : ИНФРА-М, 2021. - 206 с. : ил. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-006615-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1915980 (дата обращения: 06.02.2024). - Режим доступа: по подписке.

7. Лисицын, Ю.А. Методические разработки к общему практикуму по электрохимии : для студентов Химического института : [учебно-методическое пособие] / Ю. А. Лисицын] ; Казан. федер. ун-т .- Казань : [Казанский (Приволжский) федеральный университет], 2012 .- 74 с.

Дополнительная литература:

1. Слепушкин, В. В. Локальный электрохимический анализ : учебное пособие / В. В. Слепушкин, Ю. В. Рублинецкая. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 312 с. - ISBN 978-5-9221-1251-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/2324 (дата обращения: 06.02.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Киселев, М. Г. Электрофизические и электрохимические способы обработки материалов: учебное пособие / Киселев М.Г., Мрочек Ж.А., Дроздов А.В. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2014. - 389 с. (Высшее образование: Магистратура) ISBN 978-985-475-624-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/441209 (дата обращения: 06.02.2024). - Режим доступа: по подписке.

3. Методические разработки к практикуму по физической и коллоидной химии : для студентов Института фундаментальной медицины и биологии : [учебно-методическое пособие / Ю. А. Лисицын и др. ; науч. ред. д.х.н., проф. Б. Н. Соломонов] ; Казан. федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова, Каф. физ. химии . - Казань : [Казанский университет], 2013 .- 105, [3] с.

4.Методические разработки к практикуму по физической и коллоидной химии: для студентов Института фундаментальной медицины и биологии : [учебно-методическое пособие] / Ю. А. Лисицын, М. А. Зиганшин, В. А. Сироткин, Л. З. Манапова ; науч. ред. д.х.н, проф. Б. Н. Соломонов] ; Казан. федер. ун-т, Хим. ин-т им. А. Н. Бутлерова, Каф. физ. химии .- Электронные данные (1 файл: 2,4 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2014) .- Загл. с экрана .- Для 2-го и 4-го семестров .- Режим доступа: только для студентов и сотрудников КФУ.

- Текст : электронный. - URL:

https://allfind.kpfu.ru/r/RU05CLSL05CEOR05C80301 (дата обращения: 06.02.2024). - Режим доступа: открытый.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.13.01 Избранные главы электрохимического анализа

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.