

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

И.А. Хагуров
«28» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.09 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

Направление подготовки	04.03.01 Химия
Направленность (профиль)	Физическая химия
Форма обучения	очная
Квалификация выпускника	бакалавр

Краснодар 2021

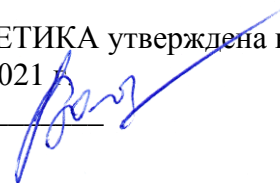
Рабочая программа дисциплины ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 04.03.01 Химия (уровень бакалавриата).

Рабочую программу составил:

Н.В.Шельдешов, профессор кафедры физической химии
д-р хим. наук, доц.

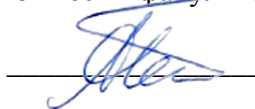


Рабочая программа дисциплины ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА утверждена на заседании кафедры физической химии протокол № 11 от 20 мая 2021 г.
Заведующий кафедрой физической химии В.И.Заболоцкий



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 7 от 24 мая 2021 г.

Председатель УМК факультета, А.В.Беспалов



Рецензенты:

С.П. Доценко, профессор кафедры органической, физической и коллоидной химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет», д-р. хим. наук.

В.И. Зеленов, доцент кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», канд. хим. наук.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1. Цель дисциплины: формирование у студентов теоретических знаний в области электрохимической кинетики.

1.2. Задачи дисциплины: освоение теоретических знаний и экспериментальных навыков в области электрохимической кинетики.

1.3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электрохимическая кинетика» относится к Части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 4 курсе. Вид промежуточной аттестации: зачёт.

Изучению дисциплины «Электрохимическая кинетика» предшествует изучение дисциплин «Математика», «Информационно-коммуникационные технологии и анализ данных», «Физика», «Физическая химия». Данная дисциплина является предшествующей для дисциплин «Электрохимическая энергетика» и «Химические источники тока».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-2. Способен применять современную аппаратуру при проведении научных исследований, а также обрабатывать и анализировать полученные результаты.	
ИПК-2.1. Осуществляет исследование химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования.	Знает современные методы исследования химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования.
	Умеет использовать современные методы исследования химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования.
	Владеет методами исследования химических соединений и материалов с использованием современного химического оборудования.
ИПК-2.2. Обрабатывает и анализирует экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры.	Знает методы обработки и анализа экспериментальных данных, полученных с использованием современной химической аппаратуры.
	Умеет обрабатывать и анализировать экспериментальные данные, полученные с использованием современной химической аппаратуры.
	Владеет методами обработки и анализа экспериментальных данных, полученных с использованием современной химической аппаратуры.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры	
			8	
Контактная работа, в том числе		64,2	64,2	
Аудиторные занятия (всего)				
Занятия лекционного типа		20	20	
Лабораторные занятия		40	40	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)				
Иная контактная работа:				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4	
Промежуточная аттестация (ИКТ)		0,2	0,2	
Самостоятельная работа, в том числе		43,8	43,8	
Проработка учебного (теоретического) материала		38	38	
Подготовка к текущему контролю		5,8	5,8	
Контроль:				
Подготовка к экзамену				
Общая трудоемкость	час.	108	108	
	в том числе контактная работа	64,2	64,2	
	зач. ед	3	3	

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СРС
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Предмет и методы электрохимической кинетики. Основные понятия. Закономерности диффузионной кинетики, стадии разряда – ионизации, протекания около электрода замедленной химической реакции.	76	14	0	32	30
2	Использование закономерностей электрохимической кинетики в прикладной электрохимии	27,8	6	0	8	13,8
	Итого по дисциплине:	103,8	20	0	40	43,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Введение. Предмет и методы электрохимической кинетики. Основные понятия. Закономерности диффузионной кинетики, стадии разряда – ионизации, протекания около электрода замедленной химической реакции.	Введение. Предмет и методы электрохимической кинетики. Основные понятия: электродный потенциал, поляризация электрода, перенапряжение, стадийность электродного процесса. Лимитирующая стадия. Метод измерения перенапряжения электрода. Закономерности диффузионной кинетики. Три основные уравнения диффузионной кинетики. Поляризационная кривая при стационарной диффузии. Распределение концентрации ионов в приэлектродном слое раствора при стационарной диффузии. Эффективная толщина диффузионного слоя. Предельный диффузионный ток. Импеданс Варбурга. Закономерности электрохимических процессов, при которых нарушается электродное равновесие. Основы теории замедленного разряда. Уравнение частной и полной поляризационной кривой. Ток обмена. Коэффициент переноса. Энергия активации. Уравнение Тафеля. Импеданс Эршлера – Рэндлса. Влияние замедленного протекания химической реакции на перенапряжение электрода. Реакционный слой. Предельный кинетический ток. Импеданс Герингера.	КР, ЛР
2.	Использование закономерностей электрохимической кинетики в прикладной электрохимии	Основы электрохимической теории коррозии металлов. Стационарный потенциал электрода. Анодное растворение металлов и сплавов. Скорость коррозии. Методы защиты от коррозии. Пассивация поверхности металлов и сплавов. Механизмы роста оксидных пленок. Электрохимическая энергетика. Первичные и вторичные электрохимические источники тока, топливные элементы. Влияние кинетики электродных процессов на характеристики источника тока.	КР, ЛР

Примечание: КР – контрольная работа, ЛР – лабораторная работа

2.3.2 Занятия семинарского типа

Не предусмотрены учебным планом

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	3	4
1.	Определение степени экранирования поверхности электрода при измерении его перенапряжения с помощью капилляра.	ЛР
2.	Изучение зависимости предельного диффузионного тока от концентрации электролита.	ЛР
3.	Исследование влияния природы металла на плотность тока обмена и коэффициент переноса реакции электролитического выделения водорода.	ЛР
4.	Изучение кинетики электродных процессов методом электродного импеданса.	ЛР
5.	Исследование электрохимической пассивации металлов и сплавов.	ЛР
6.	Исследование электрохимических характеристик источника тока.	ЛР

Примечание: ЛР – лабораторная работа.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены учебным планом

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

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 672 с. - https://e.lanbook.com/book/58166#authors 2. Морачевский, А. Г. Электрохимия расплавленных солей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Г. Морачевский, Е. Г. Фирсова. - 1-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 176 с. - https://e.lanbook.com/book/93700 3. Слепушкин В.В. Локальный электрохимический анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Слепушкин, Ю.В. Рублинецкая. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2010. — 312 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2324 4. Опара Б.К. Инженерная защита металлопродукции, конструкций и сооружений. Электрохимическая защита и рациональное конструирование. Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.К. Опара. — Электрон. дан.

		— Москва : МИСИС, 2008. — 126 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1864 5. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2	Подготовка к выполнению лабораторных работ	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения курса используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование познавательных действий студентов. Часть лекционных занятий проводится в форме проблемных лекций. В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты углубляют и расширяют теоретические знания, решают расчётные задачи, также задания, не требующие расчётов, но для выполнения которых необходимо глубокое знание соответствующего теоретического раздела.

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
8	<i>ЛР</i>	Беседы Разбор ситуаций Работа в малых группах	4 6 4
<i>Итого:</i>			14

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

ВАРИАНТ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ
по дисциплине “ Электрохимическая кинетика”
Направление подготовки – 04.03.01 Химия
Профиль подготовки – Физическая химия

Вариант 1

1. Поясните, чем отличается электрохимический метод проведения реакций от химического.
2. Особенности измерения потенциалов поляризованных электродов. Краевой эффект.
3. Метод электродного импеданса. Определение кинетических параметров электрохимической системы.
4. Как влияют электрохимические характеристики электродов источников тока на их характеристики?

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачёту

1. Электрохимические системы. Особенности электрохимических реакций.
2. Закон Фарадея.
3. Скорость электрохимических реакций. Выход по току.
4. Обратимые и необратимые электрохимические системы.
5. Электродная поляризация и перенапряжение.
6. Классификация поляризационных явлений.
7. Виды перенапряжения.
8. Особенности измерения потенциалов поляризованных электродов. Причины возникновения омической ошибки измерения потенциала.
9. Методы устранения омической ошибки измерения потенциала.
10. Особенности измерения потенциалов поляризованных электродов. Краевой эффект.
11. Потенциостатический и гальваностатический методы поляризационных измерений.
12. Диффузионное перенапряжение и причины его возникновения.
13. Распределение концентрации ионов в приэлектродном слое раствора при стационарной диффузии.
14. Причины возникновения и расчет предельной плотности тока при замедленном массопереносе.
15. Влияние состава раствора и гидродинамического режима на предельный ток.
16. Расчет диффузионного перенапряжения для диффузии.
17. Конвективная диффузия и метод вращающегося дискового электрода.
18. Основы полярографии. Потенциал и ток полуволны.
19. Основы теории электрохимического перенапряжения.
20. Коэффициенты переноса. Ток обмена.
21. Частные случаи расчета электрохимического перенапряжения. Уравнение Тафеля.
22. Перенапряжение химической реакции.
23. Фазовое перенапряжение.
24. Механизмы электрокристаллизации.
25. Кинетика анодного растворения металлов. Общие закономерности анодного поведения металлов.

26. Метод электродного импеданса. Определение кинетических параметров электрохимической системы.
27. Анодная пассивность металлов.
28. Влияние анионного состава раствора на анодное поведение металлов.
29. Диаграммы Пурбе для металлов в водных растворах.
30. Нестационарные поляризационные зависимости при изменении потенциала.
31. Импульсный потенциостатический метод.
32. Определение лимитирующей стадии с использованием вращающегося дискового электрода.
33. Первичные и вторичные электрохимические источники тока.
34. Топливные элементы.
35. Влияние кинетики электродных процессов на характеристики источника тока.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 672 с. - <https://e.lanbook.com/book/58166#authors>

2. Морачевский, А. Г. Электрохимия расплавленных солей [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Г. Морачевский, Е. Г. Фирсова. - 1-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2017. - 176 с. - <https://e.lanbook.com/book/93700>

5.2 Дополнительная литература:

1. Слепушкин В.В. Локальный электрохимический анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В. Слепушкин, Ю.В. Рублинецкая. — Электрон. дан. — Москва :

Физматлит, 2010. — 312 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2324>

2. Опара Б.К. Инженерная защита металлопродукции, конструкций и сооружений. Электрохимическая защита и рациональное конструирование. Курс лекций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.К. Опара. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2008. — 126 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1864>

5.3. Периодические издания

1. Журнал «Электрохимия».
2. Журнал «Успехи химии».

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. eLIBRARY - Научная электронная библиотека (Москва) <http://www.elibrary.ru/>
2. Электронная коллекция научной и технической полнотекстовой и библиографической информации ScienseDirect – <http://www.sciencedirect.com>

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

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Общие рекомендации

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к лабораторным занятиям;
- работу с Интернет-источниками;
- подготовка к зачету.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, полученный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в рабочей программе дисциплины.

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Выполнение лабораторных работ

На занятии получите у преподавателя график выполнения лабораторных работ. Получите все необходимое методическое обеспечение. Перед посещением лаборатории

изучите теорию вопроса, предполагаемого к исследованию, ознакомьтесь с руководством по соответствующей работе и подготовьте протокол проведения работы, в который занесите:

- название работы;
- заготовки таблиц для заполнения экспериментальными данными наблюдений;
- уравнения химических реакций превращений, которые будут осуществлены при выполнении эксперимента;
- расчетные формулы.

Оформление отчетов должно проводиться после окончания работы в лаборатории. Для подготовки к защите отчета следует проанализировать экспериментальные результаты, сопоставить их с известными теоретическими положениями, справочными или литературными данными, обобщить результаты исследований в виде выводов по работе, подготовить ответы на вопросы, приводимые в методических указаниях к выполнению лабораторных работ.

Методические рекомендации преподавателям по методике проведения основных видов учебных занятий

Лекции

Методика чтения лекций

Лекции являются одним из основных методов обучения по дисциплине, которые должны решать следующие задачи:

- изложить важнейший материал программы курса, освещающий основные моменты;
- развить у студентов потребность к самостоятельной работе над учебной и научной литературой.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а в дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а, закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим.

Содержание лекций

Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Необходимо, чтобы каждая лекция охватывала и исчерпывала определенную тему курса и представляла собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта.

Лабораторные занятия

Методика проведения лабораторных занятий

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- обучение студентов умению анализировать полученные результаты;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса;
- обучение навыкам профессиональной деятельности

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению эксперимента предшествует определенная подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов

график выполнения лабораторных работ с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной домашней подготовкой.

Перед началом очередного занятия преподаватель должен удостовериться в готовности студентов к выполнению лабораторной работы путем короткого собеседования и проверки наличия у студентов заготовленных протоколов проведения работы.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень информационных технологий

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

В процессе преподавания дисциплины используется следующее программное обеспечение:

1. MS Office (Word, Excel, PowerPoint).
2. Программное обеспечение для слабовидящих.

8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. eLIBRARY - Научная электронная библиотека (Москва) – <http://elibrary.ru/>
2. ScienceDirect – <http://www.sciencedirect.com>

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Аудитория – ауд. 332, корп. С (улица Ставропольская, 149). Комплект учебной мебели, меловая доска, переносное мультимедийное оборудование.
2.	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа ауд. 330, корп. С (улица Ставропольская, 149), укомплектованная специализированной мебелью и комплектами лабораторных работ, включающими: - потенциостат-гальваностат П-30I, - импедансметр Z-1000P, - потенциостат-гальваностат-импедансметр Autolab 100N, - автоматический титратор Titroline 6000, - рН-метр Эксперт-001, - вольтметр универсальный В7-78-1, - кондуктометр Эксперт-002 -2 шт., - термостат жидкостный ТЖ-ТС-01/26, - ячейки электрохимические, - ячейки кондуктометрические - 2 шт., - персональные компьютеры -5 шт.
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория – ауд. 332, корп. С (улица Ставропольская, 149).
4.	Текущий контроль,	Аудитория – ауд. 332, корп. С (улица Ставропольская,

	промежуточная аттестация	149).
5.	Самостоятельная работа	Кабинеты для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду университета – ауд. 329 корп. С, ауд. 140 (улица Ставропольская, 149)