

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой физической химии



О.А. Козадеров

25.05.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.1.3 Электрохимия

1. Код и наименование научной специальности: 1.4.6. Электрохимия
2. Профиль подготовки (при наличии): без профилей
3. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: физической химии
4. Составители программы:
Введенский Александр Викторович, доктор химических наук, профессор
5. Рекомендована: научно - методическим Советом химического факультета от 25.04.23, протокол № 4
6. Учебный год: 2026/2027

Семестр(ы): 7

7. Цели и задачи дисциплины (компонента программы аспирантуры):

Целью освоения дисциплины является формирование системных знаний о термодинамике и кинетике электрохимических процессов, основных закономерностях электрохимического преобразования и аккумулирования энергии, способах электродных электрохимического синтеза органических и неорганических веществ для химических источников тока, электролизеров, электрокатализа и коррозионно-стойких покрытий.

Задачи дисциплины:

- изучение строения двойного электрического слоя на границе металлов или сплавов с раствором электролита;
- определение роли адсорбции и фазовых превращений в поверхностном слое в кинетике электродных процессов;
- получение сведений о методах исследования, контроля и управления процессами, протекающими на границе электрод/раствор.

8. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Блок 2. Образовательный компонент. Дисциплина, направленная на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов.

9. Планируемые результаты обучения (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы (компетенциями):

Код	Название компетенции	Планируемые результаты обучения
ОК-5	Владение основами теории фундаментальных разделов электрохимии	Знать: базовые законы физической химии. Уметь: использовать основные закономерности для интерпретации экспериментальных результатов в выбранной области научной деятельности. Владеть: навыками применения базовых законов физической химии для решения практических и экспериментальных задач в выбранной области научной деятельности.

10. Объем в зачетных единицах/час. — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации Экзамен

11. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		7 семестр	...
Всего часов	108	108	
в том числе:			
Лекционные занятия (контактная работа)	18	18	
Самостоятельная работа	81	81	
Форма промежуточной аттестации экзамен	9	9	

12. Содержание этапов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1	Равновесные физико-химические процессы в растворах	Химический и электрохимический способы осуществления окислительно-восстановительных реакций. роль теоретической электрохимии, ее связь с	ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)»

	электролитов.	задачами прикладной электрохимии. Развитие представлений о строении растворов электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации. ион-ионные, ион-дипольные и диполь-дипольные взаимодействия. классификация электролитов. Сольватация (гидратация) ионов. Реальная и химическая энергия, энтальпия и энтропия сольватации ионов. Теория Борна. Методы Бернала-Фаулера, Мищенко и Измайлова экспериментального определения теплот ионной сольватации. Особенности гидратации протона. Термодинамическое описание ион-ионных взаимодействий. Особенности выбора стандартного состояния в растворах электролитов. Средняя активность и коэффициент активности. Теория Дебая-Хюккеля. Ионные ассоциаты. Полиэлектролиты. Современные представления о растворах электролитов.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962
2	Ионные реакции	Классификация ионных реакций. Протолитическое и автопротолитическое равновесия. Водородный показатель. Буферные свойства растворов. Сольволиз (гидролиз). Ионные реакции ступенчатого комплексообразования и ступенчатой диссоциации. Окислительно-восстановительные реакции. Особенности ионных реакций в присутствии твердой фазы. Гидратообразование. Производство растворимости.	ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962
3	Ионный транспорт в растворах электролитов	Основные механизмы ионного транспорта. Потоки диффузии, миграции и конвекции. Соотношение Нернста-Эйнштейна. Удельная, молярная и эквивалентная электропроводность. Влияние концентрации и температуры. Правило Кольрауша. Кондуктометрия. Физические основы теории Дебая-Хюккеля-Онзагера. Электрофоретическое и релаксационное торможение. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена. Эффект Фарадея в растворах слабых электролитов. Зависимость подвижности ионов от их природы, типа растворителя, температуры и концентрации раствора. Правило Вальдена-Писаржевского. Стоксовский радиус. Электропроводность растворов кислот и щелочей. Электропроводность неводных растворов, расплавов и твердых электролитов. Суперионики. Числа переноса ионов. Элементы теории молекулярной диффузии. Диффузионный потенциал в растворе. Роль ион-ионных взаимодействий в диффузионном переносе. Комбинированный диффузионно-миграционный транспорт. Эффект фонового электролита.	ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962
4	Строение границ раздела заряженных фаз. Двойной электрический слой.	Классификация межфазных границ. Электрохимический потенциал. Условия электрохимического равновесия на границе раздела фаз. Двойной электрический слой. Строение ДЭС. Элементы теории Гуи-Чапмена-Грема. Методы изучения структуры и свойств ДЭС. Основное уравнение электрокапиллярности. Емкость ДЭС.	ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962
5	Термодинамика равновесных электродных систем. Потенциал электрода.	Правило записи равновесной гальванической цепи. Закон Вольта. Поверхностный, внешний, внутренний потенциалы. Причины возникновения внутренней контактной разности потенциалов (осмотическая теория Нернста, гидратационная теория Писаржевского-Изгарышева, кинетическая теория Герни). Напряжение гальванической цепи. Реальный потенциал. Работа выхода. Физическая природа вольта- и гальвани-потенциала. Концепция электронного межфазного равновесия. Электродный	ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962

		<p>потенциал. Связь напряжения цепи с потенциалами отдельных электродов. Система знаков электродных потенциалов и напряжений цепей, рекомендации ИЮПАК. Проблема Вольта и подход Фрумкина к ее решению. Потенциал нулевого заряда. Проблема абсолютного электродного потенциала. Связь напряжения электрохимической цепи с ее свободной энергией Гиббса. Основное уравнение электрохимической термодинамики. Уравнения Нернста и Гиббса-Гельмгольца для напряжения цепи. Влияние температуры и давления на напряжение цепи и равновесный электродный потенциал.</p>	
6	<p>Равновесные электродные потенциалы. Электрохимические цепи</p>	<p>Классификация электродных равновесных систем. Электрод I рода. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал и его использование в качестве меры окислительно-восстановительной способности. Ряд напряжений. Электрод I рода в растворе с комплексными ионами металла. Электродный потенциал двухкомпонентного гомогенного сплава. Металлический и амальгамный электроды. Газовые электроды. Потенциал водородного электрода в кислой и щелочной среде. Кислородный электрод. Потенциал кислородного электрода в кислой и щелочной среде. Диаграмма E-pH для воды. Хлорный и бромистый электроды. Электроды II рода. Хлорсеребряный, ртутнохлоридный, ртутносulfатный, ртутноокисный электроды. Окислительно-восстановительные электроды. Правило Лютера. Хингидронный электрод. Ионообменные мембраны. Биомембраны. Равновесие Доннана. Мембранный потенциал. Основы теории стеклянного электрода. Потенциал стеклянного электрода в кислой и щелочной среде. pH-метрия со стеклянным электродом. Ионселективные электроды с твердой и жидкой мембраной. Диффузионный потенциал на границе растворов с одинаковым растворителем. Расчет диффузионного потенциала. Формула Гендерсона. Методы элиминирования диффузионного потенциала. Солевой мост. Межфазный жидкостный потенциал на границе растворов с разным растворителем. Классификация электрохимических (гальванических) цепей. Физические цепи. Концентрационные цепи I и II рода без переноса. Сдвоенные концентрационные и химические цепи. простые и сложные химические цепи. Потенциометрия и ее роль в физико-химических исследованиях. Химические источники тока.</p>	<p>ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962</p>
7	<p>Строение ДЭС на металлах и сплавах</p>	<p>Строение ДЭС на идеально-поляризуемых жидких электродах. Особенности строения ДЭС на твердых электродах. Сравнительные данные о строении двойного электрического слоя на границе металл/электролит и сплав/электролит. Модели «независимых электродов» и «единого диффузионного слоя». Электронная компонента емкости ДЭС. Адсорбция органических веществ на сплавах.</p>	<p>ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962</p>
8	<p>Кинетика электродных процессов. Природа перенапряжения.</p>	<p>Плотность тока как мера скорости электродной реакции. Поляризация электрода (Ленц, Савельев). Перенапряжения. Природа перенапряжения. Перенапряжение стадий перехода заряда, химической реакции, диффузии и кристаллизации. Энергия активации электродной реакции в условиях замедленного перехода заряда. Соотношение Бренстеда-Поляни-Семенова-Фрумкина. Коэффициент переноса заряда, ток обмена, гетерогенная константа</p>	<p>ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962</p>

		<p>скорости. Вольтамперные характеристики , уравнение Батлера-Фольмера. Его асимптота при низких и высоких перенапряжениях. Влияние структуры ДЭС на кинетику стадии разряда-ионизации. Кажущийся ток обмена. Перенапряжение химической реакции. Гомогенный и гетерогенный химические процессы в электродной кинетике.</p>	
9	<p>Основные электрохимические реакции</p>	<p>Катодное выделение водорода. Основные маршруты реакции выделения водорода (Фольмер, Гейровский, Тафель). Влияние природы металла на перенапряжение процесса выделения водорода. Безбарьерный и безактивационный разряд иона гидроксония. Перенапряжение диффузии. Теория диффузионного перенапряжения. Предельный диффузионный ток. Зависимость тока от потенциала при стационарной диффузии к плоскому электроду. I и II законы Фика. Конвективная диффузия к вращающемуся дисковому электроду. Уравнение Левича для предельного диффузионного тока. Полярография. Восстановление молекулярного кислорода. Режим смешанной диффузионно-электрохимической кинетики. Способы выделения кинетического тока. Перенапряжение кристаллизации. Общие представления о термодинамике зародышеобразования. Особенности гетерогенной 2D- и 3D-нуклеации. Электрохимический и диффузионный режимы нуклеации. Электроосаждение металлов и сплавов. Анодное фазообразование</p>	<p>ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962</p>
10	<p>Роль адсорбции в электродной кинетике</p>	<p>Специфика поверхностных электродных реакций: роль адсорбции. Постановка общей адсорбционной проблемы в электродной кинетике. Нестационарные и стационарные кинетические изотермы. Приближение равновесной изотермы. Описание кинетики одноэлектронного перехода на границе раздела металл/раствор в рамках ленгмюровской модели. Учет общего вида равновесной изотермы. Влияние структуры ДЭС на кинетику стадии перехода заряда.</p>	<p>ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962</p>
11	<p>Сплавные электродные системы. Кинетика анодного растворения сплавов</p>	<p>Способы получения сплавов. Электроосаждение сплавов. Кинетика электрокристаллизации металлов и сплавов. Соосаждение компонентов сплава при «недонапряжении». Диаграммы Пурбе для металлов и сплавов. Потенциал бинарной гальванической системы. Смешанный потенциал. Электрохимическая макро-, микро- и нано- гетерогенность поверхности сплава. Термодинамические и кинетические предпосылки селективного растворения сплавов. Кинетика анодных процессов на металлах и сплавах. Методы определения скоростей парциальных процессов СР. Перенапряжение диффузии. Твердофазный массоперенос. Расчет концентрационного поля. Конвективная диффузия. Использование ВДЭСК для изучения селективного растворения сплавов. Нестационарные электрохимические методы изучения селективного растворения</p>	<p>ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962</p>
12	<p>Фазовые превращения в поверхностном слое сплава. Пассивация сплавов</p>	<p>Неравновесный поверхностный слой сплава и его эволюция. Образование собственной фазы электроположительного компонента при СР сплавов. Кинетика поверхностных фазовых превращений. Псевдоселективное растворение. Пустотная нуклеация при анодном растворении металлов и сплавов. Морфология поверхности СР сплава. Концентрационные границы стойкости сплавов. Правило Таммана. Особенности СР в условиях</p>	<p>ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962</p>

		образования труднорастворимых соединений. Солевая и оксидная пассивация и СР сплавов. Установление кинетики по данным вольтамперометрии и хроноамперометрии. Специфика оксидообразования на сплавных электродах. Разделение потоков оксидообразования, растворения оксида и растворения металла сквозь оксид методом хроноамперометрии ВДЭСК.	
13	Электрохимическая коррозия металлов и сплавов. Электродные процессы на сплавах с участием компонентов раствора	Основы теории электрохимической коррозии металлов. Сопряженные анодно-катодные процессы в коррозии. Термодинамика процесса коррозии. Кинетика коррозии, диаграмма Эванса. Расчет тока и потенциала саморастворения из поляризационных кривых. Пассивность. Основные виды коррозионных поражений (язва, питтинг, коррозионное растрескивание). Ингибиторная защита. Анодная и катодная защита. Селективная и псевдоселективная коррозия сплавов. Виды селективных поражений. Расчет коэффициентов селективного растворения. Способы предупреждения селективной коррозии. Ингибирование СР сплавов. Особенности анодной и катодной защиты сплавов. Легирование. Анодное окисление сплавов. Основы электрохимической модификации поверхности сплавов. Коррозия железа и сталей в растворах электролитов. Нержавеющие стали. Электроокисление органических веществ на сплавах. Термодинамика и кинетика адсорбции соединений на сплавных электродах. Катодный процессы на многокомпонентных металлических системах. Интеркаляция катионов в металл с образованием сплава.	ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962

13. Методические указания по выполнению этапов научного компонента:

Изучение конспектов лекций, работа с литературой и подбор дополнительной литературы по теме научного исследования, подготовка ответов на вопросы, сообщений по теме.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>).

14. Перечень литературы, ресурсов интернет, необходимых для выполнения этапов научного компонента

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Дамаскин Б.Б. Электрохимия : [учебное пособие для студ., обуч. по направлению подгот. "Химия"] / Б.Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015 .— 670 с.
2	Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии. / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург. — Долгопрудный: Интеллект, 2008. — 423 с.
3	Еремин, В.В. Основы физической химии. Учебное пособие в 2 ч. / В.В. Еремин .— 3-е изд. эл. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .— 322 с. — (Учебник для высшей школы) .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214231 >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Гамбург Ю.Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов / Ю.Д. Гамбург. - М. : Янус-К, 1997. - 384 с.
5	Кеше Г. Коррозия металлов / Г. Кеше. — М.: Металлургия, 1984. — 282 с.
6	Маршаков И.К. Анодное растворение и селективная коррозия сплавов / И.К. Маршаков. — Воронеж: изд-во Воронеж. ун-та, 1988. — 205 с.

7	Термодинамика и коррозия сплавов / И.К. Маршаков [и др.] – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1983. – 167 с.
8	Фиошин М.Я. Электрохимические системы в синтезе химических продуктов / М.Я. Фиошин, М.Г. Смирнова. – М.: Химия, 1985. – 256 с.
9	Вячеславов П.М. Электролитическое осаждение сплавов. / П.М. Вячеславов. – М.: Машиностроение, 1977. – 292 с.
10	Феттер К. Электрохимическая кинетика / К. Феттер. - М.: Химия, 1967. - 855 с.
11	Семенова И.В. Коррозия и защита от коррозии : учеб. пособие для студентов вузов / под ред. И.В. Семеновой. – М.: Физматлит, 2006. – 371 с

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
12	Научная электронная библиотека — < http://www.elibrary.ru >
13	Электронная библиотека Воронежского госуниверситета —< http://www.lib.vsu.ru >
14	Официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Интернет - < http://www.chemnet.ru >
15	ЭУМК «Электрохимия (аспирантура)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11962

15. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Введенский А.В. Кинетика электрохимических процессов : учебное пособие для вузов. Ч. 1. Стадия переноса заряда / А.В. Введенский, Н.Б. Морозова, Е.В. Бобринская ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017. — 117 с. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-135.pdf >.
2	Введенский А.В. Кинетика электрохимических процессов: учебное пособие для вузов. Ч. 2. Стадии диффузии и химической реакции / А.В. Введенский, Н.Б. Морозова, Е.В. Бобринская ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017. — 60 с. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-134.pdf >.

16. Образовательные технологии, используемые при выполнении научного компонента, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины проводятся индивидуальные занятия в формате лекций, семинаров и коллоквиумов. Самостоятельная работа включает подготовку к индивидуальным занятиям и их анализ, подготовку к текущей и промежуточной аттестации с использованием источников, указанных в п.п. 14-15.

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме собеседований, сообщений по заданной теме и индивидуального опроса. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются количественная шкала оценок. Критерии оценивания приведены выше.

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров.

При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре.

17. Материально-техническое обеспечение:

Лекционная аудитория кафедры физической химии (167), оснащенная мультимедийной техникой: ноутбук «Асег», мультимедийный проектор «Benq», экран.

18. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

18.1. Текущий контроль

Темы для собеседований и сообщений:

1. Современные представления в растворах электролитов.
2. Протолитические и автопротолитические равновесия в прикладной электрохимии.
3. Электропроводность водных и неводных растворов электролитов, расплавов и твердых электролитов.
4. Современное состояние теории двойного электрического слоя.
5. Термодинамика равновесных электродных систем.
6. Гальванические элементы и в прикладной электрохимии.
7. Кинетика электродных процессов.
8. Электроосаждение металлов и сплавов.
9. Селективное растворение сплавов.
10. Анодное фазообразование.
11. Электрохимическая коррозия металлов и сплавов.

При реализации дисциплины в течение семестра обучающийся выбирает три темы из перечисленных и готовит краткие сообщения (10-15 минут) по каждой из выбранных тем для обсуждения на индивидуальном занятии.

18.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Комплект КИМ

УТВЕРЖДАЮ
Декан химического факультета

д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский

Научная специальность 1.4.6. Электрохимия
Дисциплина Электрохимия
Форма обучения очное
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №1

1. Основные положения теории электролитической диссоциации. ион-ионные, ион-дипольные и диполь-дипольные взаимодействия. классификация электролитов.
2. Причины возникновения внутренней контактной разности потенциалов (осмотическая теория Нернста, гидратационная теория Писаржевского-Изгарышева, кинетическая теория Герни).

Преподаватель _____ д.х.н., проф. А.В. Введенский

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский

Научная специальность 1.4.6. Электрохимия
Дисциплина Электрохимия
Форма обучения очное
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №2

1. Теория Дебая-Хюккеля.
2. Удельная, молярная и эквивалентная электропроводность.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. А.В. Введенский

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский

Научная специальность 1.4.6. Электрохимия
Дисциплина Электрохимия
Форма обучения очное
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №3

1. Протолитическое и автопротолитическое равновесия. Водородный показатель.
2. Классификация электродных равновесных систем. Электрод I рода. Уравнение Нернста..

Преподаватель _____ д.х.н., проф. А.В. Введенский

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский

Научная специальность 1.4.6. Электрохимия
Дисциплина Электрохимия
Форма обучения очное
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №4

1. Физическая природа вольта- и гальвани-потенциала. Концепция электронного межфазного равновесия. Электродный потенциал.
2. Коэффициент переноса заряда, ток обмена, гетерогенная константа скорости.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. А.В. Введенский

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский

Научная специальность 1.4.6. Электрохимия
Дисциплина Электрохимия
Форма обучения очное
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №5

1. Особенности строения ДЭС на твердых электродах. Сравнительные данные о строении двойного электрического слоя на границе металл/электролит и сплав/электролит.
2. Термодинамические и кинетические предпосылки селективного растворения сплавов.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. А.В. Введенский

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский

Научная специальность 1.4.6. Электрохимия
Дисциплина Электрохимия
Форма обучения очное
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №6

1. Электрофоретическое и релаксационное торможение. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена.
2. Концентрационные цепи I и II рода без переноса. Сдвоенные концентрационные и химические цепи. простые и сложные химические цепи.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. А.В. Введенский

Обучающийся выбирает КИМ и готовит ответ в течение 30-40 минут, не пользуясь вспомогательными материалами. После подготовки проводится собеседование с преподавателем по материалам КИМ.

Для оценивания результатов обучения в ходе текущей и промежуточной аттестации используются следующие показатели:

- 1) знание теоретических основ дисциплины;
- 2) владение современными электрохимическими методами исследования систем, явлений и процессов;
- 3) умение связывать теорию с практикой;
- 4) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 5) способность находить решения нестандартных научных задач по обсуждаемой проблеме.
- 6) владение математическим аппаратом, применяемым в электрохимии.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется количественная шкала оценивания. Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области электрохимии.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано владение теоретической базой дисциплины. Обучающийся допускает ошибки при определении основных терминов электрохимии, сомневается в выборе электрохимических методов исследования.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания теоретических основ физической химии, имеет не полное представление о методах электрохимических исследований, допускает существенные ошибки при интерпретации экспериментальных результатов и решении практических задач.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания в области электрохимии, допускает грубые ошибки при интерпретации экспериментальных результатов и практических задач.	–	Неудовлетворительно