

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 12.09.2021 20:36:55
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Направленность образовательной программы

Химическая технология неорганических веществ

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		Н.В.Евреина

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая электрохимия» обсуждена на заседании кафедры технологии электрохимических производств протокол от «_16_» __мая_2017 № _5_
Заведующий кафедрой

Д.В.Агафонов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов протокол от «__»_____2017 № __

Председатель

С.Г.Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ООП «Химическая технология»		профессор А.А.Малыгин
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	05
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	07
4.2. Занятия лекционного типа	08
4.3. Занятия семинарского типа	11
4.3.1. Семинары, практические занятия	11
4.3.2. Лабораторные занятия	11
4.4. Самостоятельная работа	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	13
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	15
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	16
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	16
10.2. Программное обеспечение	16
10.3. Информационные справочные системы	16
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	16

- **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**
- В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	готовность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	<p>Знать: теории строения двойного электрического слоя и его влияние на кинетику электрохимических реакций;</p> <p>Уметь: применять полученные знания при решении таких задач, как определение электронных конфигураций атомов, двухатомных молекул и ионов, структурных формул и геометрии молекул;</p> <p>Владеть: способностью применения знаний о современной физической картине мира; пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений</p>
ПК-2	готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	<p>Знать: ионные равновесия в растворах электролитов, неравновесные явления и электродное равновесие в электрохимических системах; понятие и виды перенапряжения электродных реакций и их основные уравнения; кинетику и механизм протекания электрохимических реакций при электроосаждении и электрорастворении металлов; основные методы исследования кинетики электродных реакций</p> <p>Уметь: рассчитать из справочных данных термодинамических функций процессов и равновесного состава; вычислять рН и концентраций частиц в растворах кислот, оснований и солей из констант кислотности (основности) и произведений растворимости; находить величины ЭДС из справочных данных по электродным потенциалам; решение задач по химической кинетике с использованием уравнений первого и второго порядка и др. – в соответствии с программой курса</p> <p>Владеть: основными законами естественно-научных дисциплин и обладать способностью применять их в процессе последующего обучения в бакалавриате;</p> <p>способностью применения знаний о</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		современной физической картине мира; пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
ПК-16	способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Знать: кинетику и механизм протекания электрохимических реакций при электроосаждении и электрорастворении металлов; основные методы исследования кинетики электродных реакций</p> <p>Уметь: выбирать оптимальные методы изучения конкретных объектов и явлений, аппаратуру и способы обработки экспериментальных данных; проводить измерения с использованием стандартных приборов и исследовательских установок, и статистически обрабатывать результаты электрохимических исследований; использовать полученные экспериментальные результаты, а также результаты анализа литературных данных для обоснованного выбора параметров управления электрохимическими процессами</p> <p>Владеть: определенным объемом знаний по механизмам электрохимических реакций, особенностям анодного процесса, кинетическим закономерностям протекания электрохимических реакций; основными законами естественно-научных дисциплин и обладать способностью применять их в процессе последующего освоения специальности</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к вариативной части (Б1.В.ДВ.03.05.01) и изучается в 5 семестре 3 курса.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Математика», «Органическая химия», «Физика».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Теоретическая электрохимия» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	8/288
Контактная работа с преподавателем:	150
занятия лекционного типа	72
занятия семинарского типа, в т.ч.	72
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	54
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	102
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет, Экзамен (36)

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Классификация электрохимических систем и прохождение тока в них	4			8	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
2	Ионные равновесия в растворах электролитов	8	2	2	8	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
3	Неравновесные явления в растворах электролитов	8	2	4	10	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
4	Электродное равновесие	4	2	8	10	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
5	Адсорбционные явления. Строение, теории и характеристики двойного электрического слоя (ДЭС)	4	2		10	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
6	Основные понятия скорости и механизма электрохимической реакции, перенапряжения, поляризационной кривой и способов ее снятия	8	2	8	10	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
7	Понятие и основные уравнения диффузионного перенапряжения	8	2	8	12	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
8	Электрохимическое перенапряжение при одновременном и стадийном переносе электронов	8	2	8	12	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
9	Кинетика выделения водорода и кислорода на различных металлах	8	2	8	10	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
10	Основные методы исследования механизма электрохимических процессов и определение их кинетических параметров	12	2	8	12	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
	ИТОГО	72	18	54	102	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Классификация электрохимических систем и прохождение тока в них. Электрохимические системы - определение, понятие термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем. Классификация термодинамически обратимых электрохимических систем. Примеры электрохимических систем и расчет количества образующихся веществ. Счетчики количества электричества.</p>	4	
2	<p>Ионное равновесие в растворах электролитов. Ионные равновесия в водных и неводных растворах, расплавах. Концентрационная и термодинамическая константы равновесия. Ион-дипольное и ион-ионное взаимодействия в растворах электролитов, расплавах. Полиэлектролиты. Понятие рН, сольволиза, гидролиза, буферных свойств раствора и их роль для электрохимической технологии. Расчет равновесной концентрации ионов. Ионное равновесие в присутствии твердой фазы. Понятие величины рН гидратообразования - расчет в зависимости от природы и концентрации соли и её роль в электрохимической технологии.</p>	8	
3	<p>Неравновесные явления в электролитах различного вида. Характеристики электрической проводимости электролитов - удельной и молярной. Понятие униполярной и биполярной проводимости. Электрическая проводимость индивидуальных веществ – газов, твердых тел, расплавов, а также водных, неводных растворов, твердых электролитов. Природа и механизм проводимости этих веществ. Уравнение Френкеля. Основные теории электрической проводимости. Влияние природы, концентрации и температуры на величину электрической проводимости. Экспериментальные результаты и их трактовка с позиций различных теорий. Диффузия и миграция ионов. Числа переноса и их зависимость от концентрации и температуры электролита. Уравнение диффузионного потенциала и методы его устранения. Конвективный поток в растворах и явление термодиффузии.</p>	8	
4	<p>Электродное равновесие. Напряжение электрохимических систем – механизм возникновения и методы измерения. Уравнение Гальвани потенциала и потенциала в относительной шкале. Выбор относительной шкалы и перевод значений потенциалов из одной шкалы в другую. Электроды сравнения при</p>	4	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>измерении потенциалов любого типа и в электролитах различной природы (водные, неводные и расплавы). Термодинамика электрохимических систем – Уравнение Гиббса-Гельмгольца и расчет равновесного напряжения. Уравнение мембранного потенциала. Ионоселективные электроды – конструкция, механизм возникновения потенциала и уравнения. Градуировка ионоселективных электродов.</p> <p>Термодинамическое равновесие с растворителем. Диаграмма термодинамической устойчивости воды. Диаграммы Пурбе - принцип построения и анализ с целью определения продуктов реакции.</p>		
5	<p>Адсорбционные явления. Строение, теории и характеристики двойного электрического слоя (ДЭС)</p> <p>Механизм возникновения двойного электрического слоя, явления адсорбции при образовании двойного электрического слоя. неполяризуемые и идеально поляризуемые электроды. Область идеальной поляризуемости. Методы изучения ДЭС. Потенциал нулевого заряда. Первое уравнение Липпмана.</p> <p>Ёмкость двойного электрического слоя. Дифференциальная и интегральная ёмкость. Второе уравнение Липпмана. Теории строения двойного электрического слоя: Гельмгольца, Гуи - Чапмена, Штерна. Представления Грема. Современные представления о строении двойного электрического слоя на ртути и твёрдых электродах в растворах и влияние его на скорость электрохимических реакций.</p>	4	
6	<p>Основные понятия скорости и механизма электрохимической реакции, перенапряжения, поляризационной кривой и способов ее снятия</p> <p>Электродная поляризация и перенапряжение. Соотношение между скоростями химической и электрохимической реакции. Суммарная электродная реакция и лимитирующие стадии. Виды перенапряжения. Поляризационные кривые и методы её снятия- гальвано и потенциостатические, потенциодинамические.</p>	8	
7	<p>Понятие и основные уравнения диффузионного перенапряжения</p> <p>Перенапряжение диффузии. Вывод уравнения поляризационной кривой при замедленной диффузии. Предельная плотность тока, толщина диффузионного слоя.(стационарная диффузия) Перенапряжение диффузии с учётом миграции. Конвективная диффузия. Вращающийся дисковый электрод.</p>	8	
8	<p>Электрохимическое перенапряжение при одновременном и стадийном переносе электронов.</p> <p>Перенапряжение электрохимической стадии. Теория активированного комплекса. Соотношение Бренстеда-Поляни-Семёнова. Вывод уравнений частных поляризационных кривых.</p>	8	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	<p>Уравнение Тафеля, Фрумкина. Понятие тока обмена, стандартного тока обмена, порядка реакций. Кинетический вывод уравнения для равновесного потенциала. Вывод уравнений при наложении перенапряжения диффузии и переноса электронов.</p> <p>Стадийный перенос электронов при замедленной электрохимической стадии. Вывод уравнения для скорости суммарной электродной реакции. Кажущиеся коэффициенты переноса. Стехиометрическое число лимитирующей стадии.</p>		
9	<p>Перенапряжение при образовании новой фазы. Электроосаждение и электрорастворение металлов.</p> <p>Кинетические закономерности реакций электрохимического осаждения металлов. Перенапряжение кристаллизации. Образование и рост зародышей. Влияние состава электролита и режимов электролиза на соотношение скорости образования и роста зародышей. Адсорбционная поляризация. Влияние поверхности - активных веществ (ПАВ) на электрокристаллизацию металлов.</p> <p>Анодное растворение металлов- основные уравнения скорости анодного растворения в зависимости от природы лимитирующей стадии. Активное и пассивное растворение металлов и влияние состава электролита и природы металла на скорость этих реакций.</p>	8	
10	<p>Кинетика выделения водорода и кислорода на различных металлах</p> <p>Кинетика и механизм реакции выделения водорода. Вывод уравнений для скорости разряда ионов водорода в кислых и щелочных растворах при замедленной электрохимической реакции с учетом строения двойного электрического слоя, а именно с учётом пси-потенциала. Влияние природы металла и состава раствора на перенапряжение выделения водорода.</p> <p>Теории замедленной рекомбинации и электрохимической десорбции при выделении водорода. Сопоставление теории с экспериментальными данными. Механизм реакции восстановления кислорода. Влияние материала электродов и состава раствора на кинетику и механизм реакции.</p>	12	

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Классификация электрохимических систем и прохождение тока в них		разбор конкретных ситуаций
2	Ионные равновесия в растворах электролитов	2	
3	Неравновесные явления в растворах электролитов	2	
4	Электродное равновесие	2	
5	Адсорбционные явления. Строение, теории и характеристики двойного электрического слоя (ДЭС)	2	
6	Основные понятия скорости и механизма электрохимической реакции, перенапряжения, поляризационной кривой и способов ее снятия	2	разбор конкретных ситуаций
7	Понятие и основные уравнения диффузионного перенапряжения	2	
8	Электрохимическое перенапряжение при одновременном и стадийном переносе электронов	2	
9	Кинетика выделения водорода и кислорода на различных металлах	2	<i>вебенар</i>
10	Основные методы исследования механизма электрохимических процессов и определение их кинетических параметров	2	разбор конкретных ситуаций

4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Закон Фарадея	8	
2	Определение основных характеристик исследуемых электролитов: pH, концентрации солей, pH гидратообразования, электрической проводимости.	6	
4	Измерение напряжения электрохимических систем и определение термодинамических функций химических реакций.	8	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	Изучение кинетики электроосаждения металлов и определение механизма электродной реакции и плотности тока обмена.	8	
7	Изучение кинетики электродных реакций методом вращающегося дискового электрода.	8	
8	Изучение кинетики анодного растворения металлов и определение области активного и пассивного растворения.	8	
9	Исследование кинетики выделения водорода на металлах различной природы и в растворах разной концентрации.	8	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Метод активности. Расчет средней ионной активности электролитов разного состава.	12	
4	Методы измерения и расчет равновесного напряжения электрохимических систем.	12	
5, 10	Методы исследования строения двойного электрического слоя и определение его основных характеристик.	14	опрос
6, 10	Методы изучения многостадийных электродных реакций. Измерение потенциала под током.	12	опрос
7, 10	Особенности кинетики восстановления комплексных ионов.	14	опрос
8, 10	Кинетика электрохимического восстановления оксидов.	12	
5-8	Роль адсорбции веществ в кинетике электродных процессов.	12	
9	Кинетика выделения кислорода на различных металлах	14	опрос

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета по лабораторному практикуму и экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля (сдача зачета).

Экзамен предусматривают проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Сформулировать закон Фарадея и следствие, вытекающее из этого закона
2. Причины возникновения напряжения в электрохимических системах
3. Основные уравнения диффузионного перенапряжения при стационарной диффузии. Закон Фика. Понятие диффузионного и предельного катодного и анодного токов и их зависимость от состава раствора и параметров электролиза

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Задания для текущего контроля

Фамилия И.О.	
Группа	
Вариант	

Выберите номера правильного ответа на вопрос

№	Вопрос	Ответ
1	Выберите достаточно полное определение.	1. Электрохимия – это наука, изучающая превращение веществ. 2. Электрохимия – это наука, изучающая превращение химической энергии в электрическую и наоборот. 3. Электрохимия – это наука, изучающая превращение веществ на границе раздела проводник первого рода- проводник второго рода с участием электронов.
2	Какие из электрохимических систем являются термодинамически обратимыми.	1. $(-)\text{Fe}/\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})/\text{Cu}(+)$; 2. $(-)\text{Zn}/\text{ZnSO}_4//\text{CuSO}_4/\text{Cu}(+)$; 3. $(-)(\text{Pt})\text{H}_2/\text{NaOH}/\text{O}_2(\text{Pt})(+)$ 4. $(-)(\text{Pt})\text{H}_2/\text{H}_2\text{SO}_4/\text{Cu}(+)$
3	По какому уравнению можно рассчитать концентрацию Zn^{2+} в растворе, содержащем 0.1м. $\text{K}_2\text{Zn}(\text{OH})_4$	1. $[\text{Zn}^{2+}] = \alpha C_{\text{соли}}$; 2. $[\text{Zn}^{2+}] = \text{Пр}/C_{\text{ОН-}}$; 3. $[\text{Zn}^{2+}] = C_{\text{соли}}$; 4. $[\text{Zn}^{2+}] = K_{\text{нест.}} \cdot C_{\text{соли}}/C_{\text{ОН-}}$
4	На каком из электродов реализуется равновесный потенциал	1. Fe/FeSO_4 ; 2. Ag/AgNO_3 ; 3. Cu/CuSO_4 (среда воздушная)
5	Чему равен стандартный потенциал водородного электрода в щелочной среде.	1. 0.059; 2. 0.0; 3. 0.826; 4. 0.403
6	Кто сформулировал основные положения кинетики электрохимических реакций.	1. Нернст; 2. Гельмгольц; 3. Фрумкин; 4. Эрдей-Груз; 5. Фольмер.
7	Какое из уравнений выведено Тафелем	1. $\eta = a + b \lg i$ 2. $\eta = 2.3RT/\alpha F + (2.3RT/\alpha F) \lg i$ 3. $\eta = 2.3RT/nF(\lg i_k/i_{\text{пред.}})$
8	Что способствует увеличению предельного диффузионного тока	1. рост концентрации 2. повышение вязкости раствора; 3. снижение температуры электролита.

Внесите в таблицу номера ответов

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8
Ответ								

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия : учебное пособие для студентов по направлению подготовки "Химия" / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 3-е изд., испр. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2015. - 672 с. : ил.(ЭБС)
2. Теоретическая электрохимия: Учебник для вузов по направлению подготовки "Химическая технология" / А. Л. Ротинян [и др.]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Студент, 2013. - 496 с. : ил. - Библиогр.: с. 485-487.
3. Евреинова, Н. В. Введение в специальность по электрохимии: учебное пособие / Н. В. Евреинова, И. А. Шошина; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. производств. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 51 с. : ил. - Библиогр.: с. 50. (ЭБ)
4. Использование потенциостата-гальваностата «ELINS P-20X» в электрохимических исследованиях: практикум / Д.С. Дмитриев, Н.В. Евреинова, Г.С. Александрова, М.А. Микрюкова, И.А. Шошина. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2016. – 20 с. (ЭБ)
5. Теория и практика электрохимических методов анализа: Кондуктометрия. Потенциометрия : методические указания к лабораторным работам / В.Н. Нараев, Д.В. Агафонов, Н.В. Евреинова, М.А. Микрюкова. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013. – 38 с. (ЭБ)

б) дополнительная литература

1. Лукомский Ю.Я. Физико-химические основы электрохимии: Учебник / Ю.Я. Лукомский, Ю.Д. Гамбург – Долгопрудный: Интеллект, 2008. – 424 с.
2. Морачевский, А.Г. Физическая химия: поверхностные явления и дисперсные системы: Учебное пособие / А. Г. Морачевский. - СПб. : Лань, 2015. - 160 с. (ЭБС)

в) вспомогательная литература

1. Будников Г.К. Основы современного электрохимического анализа: Учеб. пособие для вузов / Г.К.Будников, В.Н. Майстренко, М.Р.Вяселев.- М.: «Мир»,2003. - 591с.
2. Основы электрохимии гальванических элементов: методические указания / Г. И. Евстропьева [и др.]; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - СПб, 2004. - 26 с.
3. Жук Н.П. Курс теории коррозии и защиты металлов: учеб. пособие для вузов/ И.П. Жук.-2-е изд. перераб. - М.: Альянс, 2006.- 476с.
4. Феттер К. Электрохимическая кинетика./К.Феттер - М.: Химия, 1967. - 856 с.
5. Корыта И. Электрохимия./ И.Корыта, И.Дворжак, В. Богачкова - М.: Мир, 1977. - 321 с

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

Российское общество гальванотехников и специалистов в области обработки поверхности <http://www.galvanicrus.ru/site.php>

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань (Профессия)» <https://e.lanbook.com/books/>.

ЗАРУБЕЖНЫЕ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

<http://www.springerlink.com/?MUD=MP>

The Electrochemical Society

<http://www.electrochem.org/>The Electrochemical Society of Japan

<http://www.electrochem.jp/index-e.html>

<http://www.ise-online.org/>

<http://electrochem.cwru.edu/>

www.interscience.wiley.com

www.rsc.org
www.thieme-connect.com/ejournalsT
www.chemweb.com
www.pubs.acs.org
www.uspto.gov
www.sagepub.com
www.oxfordjournals.org

Архив научных журналов

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Теоретическая электрохимия» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

10.1. Информационные технологии

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2. Программное обеспечение

Microsoft Office (Microsoft Excel);

10.3. Информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 18 посадочных мест.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Теоретическая электрохимия»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования

Компетенции		
Индекс	Формулировка	Этап формирования
ОПК-2	готовность использовать знания о современной физической картине мира , пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	промежуточный
ПК-2	готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	промежуточный
ПК-16	способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности , выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	промежуточный

2 Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает определение, понятие термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем; Умеет составлять термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем; Владеет методами расчета количеств образующихся веществ	Правильные ответы на вопросы № 1-8, 54-55, 61	ОПК-2 ПК-2 ПК-16

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела №2	Знает ионные равновесия в растворах электролитов Умеет вычислять рН и концентраций частиц в растворах кислот, оснований и солей из констант кислотности (основности) и произведений растворимости;	Правильные ответы на вопросы № 9-11, 23-25, 30-31, 38,	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
Освоение раздела № 3	Знает, неравновесные явления и электродное равновесие в химических и электрохимических системах; Умеет трактовать экспериментальные результаты с позиций различных теорий;	Правильные ответы на вопросы № 12-17, 38, 44, 49	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
Освоение раздела №4	Знает напряжение электрохимических систем – механизм возникновения Умеет находить величины ЭДС из справочных данных по электродным потенциалам решать задачи	Правильные ответы на вопросы № 18-23, 35-36, 44	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
Освоение раздела № 5	Знает механизмы возникновения ДЭС, явления адсорбции Лалеет методами изучения ДЭС	Правильные ответы на вопросы № 15-19, 26-34, 38, 46	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
Освоение раздела № 6	Знает методы определения скорости кинетику и механизм протекания электрохимических реакций в различных условиях; Владеет основными методами исследования кинетики химических реакций	Правильные ответы на вопросы № 7-12, 35-37, 50-52	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
Освоение раздела № 7	Знает основные уравнения диффузионного перенапряжения Владеет методикой работы на вращающемся дисковом электроде	Правильные ответы на вопросы № 1-12, 50-53	ОПК-2 ПК-2 ПК-16

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 8	Знает теорию активированного комплекса, соотношение Бренстеда-Поляни-Семёнова. Умеет выводить уравнений частных поляризационных кривых, уравнение Тафеля, Фрумкина, находить кажущиеся коэффициенты переноса, стехиометрическое число лимитирующей стадии.	Правильные ответы на вопросы № 9-13, 15, 23, 39-49	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
Освоение раздела № 9	Знает кинетические закономерности реакций электрохимического осаждения металлов, влияние состава электролита и режимов электролиза на соотношение скорости образования и роста зародышей. Умеет находить перенапряжение кристаллизации. Адсорбционная поляризация. Влияние поверхностно - активных веществ (ПАВ) на электрокристаллизацию металлов. Владеет основными методами исследования кинетики	Правильные ответы на вопросы № 5-8, 14-19, 30-32, 56, 62-65	ОПК-2 ПК-2 ПК-16
Освоение раздела № 10	Знает кинетику и механизм реакции выделения водорода, влияние природы металла и состава раствора на перенапряжение выделения водорода. Умеет выводить уравнений для скорости разряда ионов водорода в кислых и щелочных растворах при замедленной электрохимической реакции с учетом строения двойного электрического слоя, а именно с учётом пси-потенциала. Владеет методом сопоставления теории с экспериментальными данными	Правильные ответы на вопросы № 9, 11, 23, 31, 65-67	ОПК-2 ПК-2 ПК-16

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
промежуточная аттестация проводится в форме зачета и экзамена, результат оценивания «зачтено/незачтено» и «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ОПК-2:

1. Определение электрохимии и основные задачи теоретической и прикладной науки.
2. Чем отличаются электрохимические реакции от реакций окисления и восстановления в суммарной химической.
3. Понятие электрохимической системы и их классификация с точки зрения протекания химической реакции.
4. Привести примеры электрохимической системы типа химический источник электрической энергии и электролизера.
5. Сформулировать закон Фарадея и следствие, вытекающее из этого закона.
6. Раскрыть физический смысл электрохимического эквивалента и дать способ его расчета. Привести примеры.

7. С какой целью вводится понятие выход по току и его экспериментальное определение.
8. Какие электрохимические системы используются в качестве счетчиков количества электричества и как они называются?
9. Ионные равновесия в растворах: понятие и расчет рН, понятие буферной емкости и принцип составления буферных растворов, расчет равновесной концентрации ионов металла в комплексных электролитах.
10. Ионные равновесия в присутствии твердой фазы: определение и расчет величины рН гидроксидообразования и ее роль в электрохимических процессах.
11. Понятие средней ионной активности, среднего ионного коэффициента активности, средней ионной концентрации, фактора валентности и расчет активности раствора.
12. Неравновесные явления в электрохимических системах: электрическая проводимость и диффузия в электролитах.
13. Механизм проводимости в электролитах различной природы: растворах, твердых телах, расплавах.
14. Влияние природы, концентрации растворенного вещества, а также температуры и природы растворителя на электрическую проводимость электролитов.
15. Основные теории электрической проводимости.
16. Конвективный перенос в растворах.
17. Термодиффузия и роль этого явления в электрохимических реакциях.
18. Причины возникновения напряжения в электрохимических системах.
19. Методы измерения равновесного напряжения электрохимических систем.
20. Причины возникновения скачка потенциала на границе раздела фаз. Определение потенциала, а также Гальвани-потенциала, поверхностного, внешнего и Вольта-потенциала.

б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-2:

21. Уравнение Гальвани-потенциала и потенциала в относительной шкале. Анализ этих уравнений.
22. Выбор относительной шкалы потенциалов и электроды сравнения.
23. Природа бестокового потенциала
24. Причины возникновения мембранного потенциала и его уравнение.
25. Стекланный электрод и его функции. Проверка теоретической функции стекланный электрода.
26. Причины возникновения двойного электрического слоя и явление адсорбции.
27. Основные характеристики двойного электрического слоя (ДЭС): потенциал, заряд поверхности, емкость.
28. Электрокапиллярные явления на ртути. Первое и второе уравнения Липпмана и их анализ.
29. Емкость ДЭС- интегральная и дифференциальная.
30. Влияние специфической адсорбции ионов на поверхностное натяжение и емкость ДЭС. Понятие потенциала нулевого заряда поверхности и методы его определения.
31. Теории строения двойного электрического слоя.
32. Влияние строения ДЭС на кинетику электродных реакций.
33. Двойной слой на твердых электродах.
34. Двойной слой на электродах в расплавленных и твердых электролитах.
35. Основные цели изучения кинетики электродных реакций. Понятие катодного и анодного перенапряжения, механизма протекания электрохимической реакции и лимитирующей стадии.
36. Выражение скорости электрохимической реакции и ее связь с таковым для химической реакции.
37. Что характеризуют поляризационные кривые и чем определяется их вид.
38. Виды перенапряжения, определяемые природой лимитирующей стадии.

39. Уравнения частных катодных и анодных поляризационных кривых при замедленной электрохимической стадии
40. Уравнения полной поляризационной кривой, при больших и малых поляризациях без учета специфической адсорбции и ψ - потенциала.
41. Физический смысл плотности тока обмена, стандартной плотности тока обмена, коэффициента переноса.
42. Вывод и анализ уравнений для катодного и анодного перенапряжения.
43. В каких координатах поляризационные кривые при замедленном разряде линейны при любых перенапряжениях.

в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-16:

44. Кинетический вывод уравнения равновесного потенциала. Изобразить графически зависимость равновесного потенциала от потенциалопределяющих ионов.
45. Определение порядков электрохимических реакций.
46. Методика снятия поляризационных кривых, измерение потенциала под током.
47. Стадийное протекание электрохимического акта. Рассмотреть на примере осаждения и растворения металлов. Понятие истинного и кажущегося коэффициента переноса.
48. Влияние ψ - потенциала на скорость реакции разряда-ионизации при замедленном протекании электрохимического акта.
49. Кинетические уравнения электрохимических реакций, включающих предшествующие быстрые химические стадии (лимитирует электрохимическая стадия).
50. Основные уравнения диффузионного перенапряжения при стационарной диффузии. Закон Фика. Понятие диффузионного и предельного катодного и анодного токов и их зависимость от состава раствора и параметров электролиза.
51. Влияние миграции и перемешивания на величину катодного предельного тока.
52. Вывод уравнений диффузионной кинетики с учетом конвективной диффузии. Проверка этих уравнений с помощью вращающегося дискового электрода.
53. Вывод уравнений при смешанной кинетике(замедлена стадия переноса электрона и стадия диффузии).
54. Электрохимические реакции, включающие быстрые химические стадии.
55. Теория замедленного разряда при выделении водорода из кислых растворов. Влияние материала электрода и состава раствора на скорость реакции.
56. Теория замедленного разряда реакции выделения водорода из нейтральных и щелочных растворов. Влияние материала электрода и состава раствора на скорость реакции.
57. Зависимость перенапряжения выделения водорода от pH в широком интервале.
58. Основные положения и уравнения реакции выделения водорода при замедленной рекомбинации. Сопоставление с экспериментальными результатами.
59. Механизм электрохимической десорбции при выделении водорода.
60. Механизм реакции восстановления кислорода. Рассмотреть возможные случаи, реализованные на практике.
61. Электровосстановление анионов. Исправленные Тафелевские зависимости.
62. Кристаллизационная поляризация, основные уравнения. Влияние состава раствора и параметров осаждения металлов на образование и рост зародышей.
63. Адсорбционная поляризация. Влияние поверхностно-активных веществ на структуру осаждаемых металлов.
64. Особенности анодного растворения металлов.
65. Пассивное растворение металлов. Методы снятия пассивности.
66. Определение кинетических параметров и механизма реакций из стационарных поляризационных кривых.
67. Основные нестационарные методы исследования кинетики и механизма протекания электродных реакций.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.