

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 29.09.2023 09:45:56
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«27» марта 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
ТЕРМОДИНАМИКА И КИНЕТИКА
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность программы магистратуры
Физическая химия и химия твердого тела

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет химии веществ и материалов

Кафедра физической химии

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Черепкова И.А.

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» обсуждена на заседании кафедры физической химии,
протокол от «05» февраля 2019 № 6
Заведующий кафедрой

С.Г.Изотова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов
протокол от «21» марта 2019 № 6

Председатель

С.Г.Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		С.Г.Изотова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
3. Объем дисциплины.....	5
4. Содержание дисциплины.....	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	6
4.2. Занятия лекционного типа.....	6
4.3. Занятия семинарского типа.....	7
4.3.1. Семинары, практические занятия.....	7
4.3.2. Занятия лабораторного типа.....	9
4.4. Самостоятельная работа обучающихся.....	9
4.5. Темы РГР и индивидуальных заданий.....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	11
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.....	12
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	13
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	14
10.1. Информационные технологии.....	14
10.2. Программное обеспечение.....	14
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	14
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	14
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	14
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.	

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:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-1.В.08.1 Выбор электрохимических методов исследования и аппаратуры для решения научно-исследовательских задач в области физической химии материалов</p>	<p>Знать области применения потенциметрических, кондуктометрических, вольтамперметрических, импедансометрических методов исследования Уметь рассчитывать физико-химические константы из потенциметрических и кондуктометрических данных Владеть методами анализа поляризационных кривых, определения кинетических параметров электрохимических реакций из вольтамперметрических и импедансометрических данных</p>
<p>ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-3.В.08.1 Обработка результатов электрохимического исследования с использованием современных компьютерных технологий</p>	<p>Знать методы и программы обработки полученных результатов Уметь представлять результаты исследования в виде графиков, диаграмм, таблиц Владеть алгоритмом определения физико-химических констант и электрохимических параметров исследованных объектов</p>
	<p>ПК-3.В.08.2 Оценка перспективы практического применения результатов исследования</p>	<p>Знать области возможного применения исследуемого материала, вещества, процесса или метода исследования Уметь сопоставить и оценить преимущества использованных в работе материалов или методов исследования по сравнению с другими материалами или методами Владеть данными о перспективах развития научных исследований в области электрохимии</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» (Б1.В.08) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры и изучается на втором курсе, в третьем семестре

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физическая химия», «Физика твердого тела», «Уравнения математической физики», «Физическая химия поверхностных явлений и наноматериалов», «Химические и фазовые равновесия в многокомпонентных системах».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины «Физико-химические процессы в электрохимических преобразователях энергии», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	60
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	48
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Индивидуальные задания, РГР
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен/36

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Термодинамика электрохимических процессов	8	8	6	28	ПК-1 ПК-3	ПК-1.В.08.1 ПК-3.В.08.1 ПК-3.В.08.2
2.	Процессы переноса в электрохимических системах	4	4	6	8	ПК-1 ПК-3	ПК-1.В.08.1 ПК-3.В.08.1 ПК-3.В.08.2
3.	Электрохимическая кинетика и электрохимическая коррозия	6	6	6	12	ПК-1 ПК-3	ПК-1.В.08.1 ПК-3.В.08.1 ПК-3.В.08.2

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Растворы сильных электролитов. Средняя ионная активность, средний ионный коэффициент активности. Теория сильных электролитов Дебая-Хюккеля.	2	ЛВ
1	Равновесия в растворах электролитов. Равновесия в растворах слабых электролитов и комплексных соединений. Ионные равновесия в растворах электролитов в присутствии твердой фазы.	2	ЛВ
1	Электроды, электродные потенциалы, электродвижущие силы. Строение двойного электрического слоя, уравнение Нернста, водородная шкала потенциалов, классификация электродов, электрохимические цепи.	2	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Обратимые и необратимые электродные процессы. Термодинамика электрохимических систем. Диаграмма термодинамической устойчивости воды. Диаграммы Пурбе. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Связь термодинамических функций химической реакции электрохимической системы с ЭДС.	2	ЛВ
2	Процессы переноса в ионных проводниках Ионная проводимость твердых тел и расплавленных соединений. Удельная и молярная проводимость. Подвижность ионов.	2	ЛВ
2	Электрическая проводимость растворов электролитов , зависимость от концентрации. Теории электрической проводимости растворов: гидродинамическая теория, теория Дебая-Хюккеля-Онзагера, теория Эйринга, протолитическая теория.	2	ЛВ
3	Скорость электрохимических реакций. Факторы, влияющие на скорость электрохимических реакций. Поляризация электрода (перенапряжение). Поляризационные кривые. Стадийное протекание электрохимических реакций. Лимитирующая стадия. Диффузионная кинетика. Полярография.	2	ЛВ
3	Теория замедленного разряда. Уравнение Тафеля. Смешанная кинетика. Кинетика анодного растворения и пассивирования металлов.	2	ЛВ
3	Электрохимическая коррозия. Термодинамические и кинетические факторы коррозии. Способы снижения скорости коррозионного процесса.	2	ЛВ

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	Средние ионные активность, коэффициент активности, моляльность электролитов. Расчет средних ионных коэффициентов активностей по первому и второму приближению теории Дебая-Хюккеля.	2	АТД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Концентрационные и термодинамические константы диссоциации и гидролиза. Расчет pH буферного раствора. Расчет константы нестойкости комплекса.	2	АТД
1	Электроды и электродвижущие силы (ЭДС). Расчет равновесных потенциалов электродов и ЭДС электрохимических цепей. Расчет средних ионных коэффициентов активностей, константы диссоциации слабого электролита, pH раствора, произведения растворимости труднорастворимого соединения из потенциометрических данных	2	МГ
1	Термодинамика электрохимических систем. Анализ диаграммы термодинамической устойчивости воды и диаграмм Пурбе. Расчет изменения стандартных термодинамических функций и термодинамической константы равновесия реакции, протекающей в электрохимической системе.	2	АТД МГ
2	Электрическая проводимость растворов сильных и слабых электролитов. Удельная и молярная проводимость растворов электролитов, зависимость от концентрации и температуры	2	АТД
2	Расчет константы диссоциации слабого электролита, pH раствора, произведения растворимости труднорастворимого соединения из кондуктометрических данных.	2	МГ
3	Определение скорости и механизма электрохимических реакций. Законы Фарадея. Поляризационные кривые, их виды.	2	АТД
3	Расчет скорости коррозии по гравиметрическим и электрохимическим данным.	2	МГ
3	Перспективы электрохимических методов исследования для получения новых функциональных материалов, защитно-декоративных покрытий, органического синтеза	2	ЗК

4.3.2. Занятия лабораторного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	Электроды и электрохимические цепи. Измерение pH растворов. Определение практических и термодинамических констант диссоциации слабых электролитов методом потенциометрии	6	УИРС
2	Электрическая проводимость растворов электролитов. Определение удельной и молярной проводимости электрической проводимости растворов слабых электролитов. Определение практических и термодинамических констант диссоциации слабых электролитов методом кондуктометрии.	6	УИРС
3	Электрохимическая кинетика и электрохимическая коррозия. Определение кинетических параметров электрохимической реакции выделения водорода. Определение кинетических параметров электрохимической реакции осаждения меди. Определение скорости коррозии стали и эффективности ингибитора методом поляризационных кривых.	6	УИРС

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Расчет средних ионных коэффициентов активностей растворов сильных электролитов по теории Дебая-Хюккеля, сравнение с экспериментальными данными, анализ влияния концентрации раствора электролита и заряда ионов.	8	Индивидуальное расчетное задание №1. Устный опрос
1	Расчет равновесных потенциалов электродов и ЭДС гальванических элементов различных типов при различных температурах. Расчет изменения термодинамических функций и константы равновесия химической реакции, протекающей в электрохимической системе.	12	Индивидуальное расчетное задание №2. Устный опрос
1	Расчет константы нестойкости комплекса из потенциометрических данных.	4	Индивидуальное расчетное задание №3. Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Расчет степени и константы диссоциации слабого электролита из кондуктометрических данных.	4	Индивидуальное расчетное задание 4. Устный опрос
3	Построение поляризационных кривых, определение коэффициентов уравнения Тафеля для реакций анодного окисления металлов и восстановления водорода.	14	РГР №1 Устный опрос
3	Определение скорости электрохимической коррозии методом поляризационных кривых	6	РГР №2 Устный опрос

4.5. Темы РГР и индивидуальных заданий

РГР №1 – Построение поляризационных кривых и графическое определение коэффициентов уравнения Тафеля для реакций анодного окисления металлов и восстановления водорода

РГР №2 – Графическое определение скорости электрохимической коррозии методом поляризационных кривых

Индивидуальное задание №1 – Расчет средних ионных коэффициентов активности сильных электролитов по теории Дебая-Хюккеля.

Индивидуальное задание №2 – Гальванические элементы.

Индивидуальное задание №3 – Определение константы нестойкости комплекса из потенциометрических данных.

Индивидуальное задание №4 – Определение степени и константы диссоциации слабого электролита из кондуктометрических данных.

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: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

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

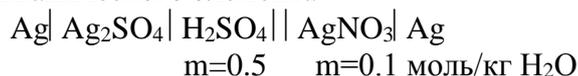
При сдаче экзамена, студент получает три вопроса и расчетную задачу из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

Вариант № 1

1. Строение растворов сильных электролитов. Основы электростатической теории растворов сильных электролитов Дебая и Хюккеля.
2. Электрическая проводимость растворов электролитов. Зависимость от концентрации и температуры.
3. Скорость электрохимической реакции, способы выражения. Факторы, влияющие на скорость электрохимической реакции. Стадии электрохимического процесса, лимитирующая стадия.

Задача. Рассчитать ЭДС гальванического элемента



при 25°C и максимальную электрическую работу, которую можно получить при замыкании этого элемента.

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. 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.
2. Лукомский, Ю. Я. Физико-химические основы электрохимии: Учебник для химических и химико-технологических спец. ун-тов / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург. – Долгопрудный: Интеллект, 2008. – 423 с.
3. Электрохимия / Ф. Миомандр, С. Садки, П. Одебер, р. Меалле-Рено; пер. с фр. В. Н. Грасевича под ред. Ю. Д. Гамбурга, В. А. Сафонова. – М. : Техносфера, 2008. – 359 с.
4. Иванов-Шиц, А. К. Ионика твердого тела: в 2 т. / А. К. Иванов-Шиц, И. В. Мурин; СПбГУ, РАН. Ин-т кристаллографии. - СПб. : Изд-во СПб.ун-та, 2000 – 2010. Т. 2. – 2010. – 999 с.
5. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии: Учебное пособие для вузов по направлению "Химическая технология неорганических веществ и материалов" и по спец. "Машины и аппараты химических производств" направления "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов; Под ред. И. В. Семеновой. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Физматлит, 2010. – 414 с.
6. Физическая химия : учебное пособие / Ю. П. Акулова [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - СПб.], 2016. - 192 с.
7. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А.Равделя, А.М.Пономаревой. – 11-е изд., испр. и перераб. – М. ООО «ГИД «Аз-book», 2009. – 240 с.

б) электронные учебные издания:

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.
2. Гамбург, Ю.Д. Химическая термодинамика : [учебное пособие] / Ю. Д. Гамбург. - Электрон.текстовые дан. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. - 240 с.
3. Нарышкин, Д.Г. Равновесия в растворах электролитов. Расчеты с Mathcad : учебное пособие / Д. Г. Нарышкин, М. А. Осина, В. Ф. Очков. - Электрон.текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2018. - 180 с.
4. Мрачевский, А.Г. Электрохимия расплавленных солей : учебное пособие / А. Г. Морачевский, Е. Г. Фирсова. - Электрон.текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2017. - 173 с.
5. Нанoeлектроника. Теория и практика : учебник для вузов по спец. "Микро- и нанoeлектронные технологии и системы", "Квантовые информационные системы", "Нанотехнологии и наноматериалы в электронике" / В. Е. Борисенко [и др.]. - 4-е изд. (электронное). - Электрон.текстовые дан. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 369 с.
6. Физическая химия : учебное пособие / Ю. П. Акулова [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - Электрон.текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 192 с.

7. Сборник примеров и задач по электрохимии : Учебное пособие / А. В. Введенский [и др.]. - Электрон.текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2018. - 208 с.
8. Хенце, Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / Г. Хенце ; пер. с нем. А. В. Гармаша, А. И. Каменева ; под ред. А. И. Каменева. - 3-е изд. (электронное). - Электрон.текстовые дан. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 287 с.
9. Шошина, И.А. Кинетика электроосаждения и электрорастворения металлов : методические указания к лабораторной работе / И. А. Шошина ; СПбГТИ(ТУ). Каф.технологии электрохим. пр-в. - Электрон.текстовые дан. - СПб., 2015. - 17 с.
10. Шошина, И.А. Изучение электрохимической реакции выделения водорода : методические указания к лабораторной работе / И. А. Шошина, Г. С. Александрова ; СПбГТИ(ТУ). Каф.технологии электрохим. пр-в. - Электрон.текстовые дан. - СПб., 2015. - 17 с.
11. Будников, Г.К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине / Г. К. Будников, Г. А. Евтюгин, В. Н. Майстренко. - 3-е изд. (электронное). - Электрон.текстовые дан. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 419 с.
12. Использование потенциостата-гальваностата "ELINS P-20X" в электрохимических исследованиях: Практикум / Д. С. Дмитриев [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф.технологии электрохим. производств. - Электрон.текстовые дан. - СПб., 2016.-19 с.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

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

Электронно-библиотечные системы:

ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/books/>;

электронный читальный зал – БиблиоТех фундаментальной библиотеки СПбГТИ(ТУ): <http://bibl.lti-gti.ru/ЭБС.>, <https://technolog.bibliotech.ru/>.

справочно-информационный портал «Научная электронная библиотека»: <http://elibrary.ru>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» 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.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. 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 знания 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 ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

WindowsXPStarterEdition. (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно),

MicrosoftOffice (MicrosoftExcel): Office 2007 RussianOLPNLAE (Государственный контракт № 24 от 14.09.2007, срок действия – бессрочно), OfficeStd 2013 Rus OLP NL (Контракт № 02(03)15 от 15.01.2015, срок действия -20 лет),

LibreOffice (открытая лицензия).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс», база термодинамических свойств веществ ИВТАНТЕРМО.

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используются учебные и учебно-научные лаборатории кафедры физической химии, оснащенные необходимыми установками и приборами и реактивами.

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

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

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	промежуточный
ПК-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	промежуточный

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.В.08.1 Выбор электрохимических методов исследования и аппаратуры для решения научно-исследовательских задач в области физической химии материалов	Знает области применения потенциометрических, кондуктометрических, вольтамперометрических, импедансометрических методов исследования	Правильные ответы на вопросы № 1 - 22 к экзамену	Перечисляет области применения потенциометрических, кондуктометрических, вольтамперометрических, импедансометрических методов исследования с ошибками	Перечисляет области применения потенциометрических, кондуктометрических, вольтамперометрических, импедансометрических методов исследования, но не может оценить преимущества того или другого метода исследования	Перечисляет области применения потенциометрических, кондуктометрических, вольтамперометрических, импедансометрических методов исследования, хорошо ориентируется в достоинствах и недостатках того или другого метода исследования. Может применить эти знания для решения научно-исследовательских задач.
	Умеет составить алгоритм расчета физико-химических констант из потенциометрических и кондуктометрических данных		С ошибками излагает последовательность расчета физико-химических констант из потенциометрических и кондуктометрических данных	Правильно излагает алгоритм расчета физико-химических констант из потенциометрических и кондуктометрических данных, но затрудняется в сопоставлении этих методов	Правильно излагает алгоритм расчета физико-химических констант из потенциометрических и кондуктометрических данных, сопоставляет используемые методы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет навыками анализа поляризационных кривых, определения кинетических параметров электрохимических реакций из вольтамперометрических и импедансометрических данных	Правильные ответы на вопросы № 34-44 к экзамену	Слабо ориентируется в анализе поляризационных кривых, делает ошибки в определении кинетических параметров электрохимических реакций	Решает задачи анализа поляризационных кривых, определения кинетических параметров электрохимических реакций из вольтамперометрических данных с небольшими ошибками	Демонстрирует уверенный анализ поляризационных кривых, четкое определение кинетических параметров электрохимических реакций из вольтамперометрических и импедансометрических данных
ПК-3.В.08.1 Обработка результатов электрохимического исследования с использованием современных компьютерных технологий	Знает методы и программы обработки полученных результатов	Правильные ответы на вопросы № 1-13 к экзамену	Путается в перечислении методов и программ обработки полученных результатов	Перечисляет методы и программы обработки полученных результатов с небольшими ошибками	Уверенно и аргументированно правильно выбирает методы и программы обработки полученных результатов
	Умеет строить зависимости по результатам исследования в виде графиков, диаграмм, представляет результаты в виде таблиц	Правильные ответы на вопросы №1-14 к экзамену	Строит зависимости по результатам исследования с ошибками в точности измерений и масштабировании, в использовании единиц измерений.	Показывает результаты исследования с незначительными нарушениями требований современных стандартов	Показывает результаты исследования в соответствии с требованиями современных стандартов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет алгоритмами определения физико-химических констант и электрохимических параметров исследованных объектов	Правильные ответы на вопросы № 1-14 к экзамену	Показывает возможность определения физико-химических констант и электрохимических параметров, но затрудняется правильно решить поставленные задачи	Решает задачи определения физико-химических констант и электрохимических параметров исследованных объектов с незначительными ошибками	Выполняет задание по определению физико-химических констант и электрохимических параметров исследованных объектов уверенно и безошибочно
ПК-3.В.08.2 Оценка перспективы практического применения результатов исследования	Знает области возможного применения исследуемого материала, вещества, процесса или метода исследования	Правильные ответы на вопросы № 14-20 к экзамену	Перечисляет области возможного применения результатов исследования, но не может обосновать ответ	Называет области возможного применения результатов исследования недостаточно аргументировано	Приводит примеры возможного применения результатов исследования уверенно и аргументировано
	Умеет анализировать, сопоставлять и оценивать преимущества использованных в работе материалов или методов исследования по сравнению с другими материалами или методами	Правильные ответы на вопросы № 14-20 к экзамену	Объясняет преимущества использованных в работе материалов или методов исследования по сравнению с другими материалами или методами плохо аргументировано	Сопоставляет и делает выводы о преимущества использованных в работе материалов или методов исследования по сравнению с другими материалами или методами недостаточно аргументировано	Анализирует, сопоставляет и оценивает преимущества использованных в работе материалов или методов исследования по сравнению с другими материалами или методами уверенно и аргументировано

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет данными о перспективах развития научных исследований в области электрохимии	Правильные ответы на вопросы № 14-20 к экзамену	Называет немногочисленные данные о перспективах развития научных исследований в области электрохимии	Показывает хорошую осведомленность о новых направлениях исследований в области электрохимии	Демонстрирует углубленное овладение материалом о новых направлениях исследований в области электрохимии

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

1. Строение растворов сильных электролитов. Основы электростатической теории растворов сильных электролитов Дебая и Хюккеля.
2. Средняя ионная активность, средний ионный коэффициент активности и средняя ионная моляльность электролита.
3. Уравнение для расчета средних ионных коэффициентов активности (I, II и III приближения теории Дебая и Хюккеля).
4. Равновесие в растворах электролитов. Термодинамические и практические константы ионных равновесий.
5. Диссоциация слабых электролитов. Степень и константа диссоциации. Уравнение Оствальда. Ступенчатая диссоциация электролитов.
6. Ионное произведение воды.
7. Буферные растворы. Буферная емкость.
8. Равновесия в растворах комплексных соединений.
9. Ионные равновесия в растворах электролитов в присутствии твердой фазы.
10. Образование двойного электрического слоя
11. Теории строения двойного электрического слоя: Гельмгольца, Гуи-Чапмена, Штерна, Грэма, Фрумкина-Дамаскина.
12. Равновесные потенциалы на границах раздела фаз.
13. Уравнение Нернста для равновесного потенциала. Стандартный электродный потенциал.
14. Водородная шкала электродных потенциалов
15. Влияние температуры на электродный потенциал. Температурный коэффициент потенциала электрода.
16. Классификация электродов.
17. Электроды I рода. Примеры. Электродные реакции
18. Электроды II рода. Примеры. Электродные реакции.
19. Окислительно-восстановительные электроды. Примеры. Электродные реакции.
20. Ионнообменные электроды. Стекланный электрод.
21. Напряжение и электродвижущая сила (ЭДС) электрохимической системы.
22. Классификация гальванических элементов.
23. Теоретические основы метода потенциометрии.
24. Диаграмма термодинамической устойчивости воды. Диаграммы Пурбе.
25. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
26. Связь термодинамических функций химической реакции электрохимической системы с ЭДС.
27. Расчет термодинамических параметров (ΔH , ΔS , ΔG) и термодинамической константы равновесия химической реакции, протекающей в гальваническом элементе.
28. Термодинамический расчет ЭДС гальванического элемента.
29. Ионная электрическая проводимость твердых тел и расплавов.
30. Удельная и молярная проводимость. Подвижность ионов.
31. Электрическая проводимость растворов электролитов,
32. Зависимость от концентрации и температуры. Теория Дебая-Хюккеля-Онзагера.
33. Теоретические основы метода кондуктометрии.
34. Способы выражения скорости электрохимической реакции. Факторы, влияющие на скорость электрохимической реакции.
35. Стадии электрохимического процесса. Лимитирующая стадия.
36. Поляризация электрода или перенапряжение. Поляризационные кривые

37. Перенапряжение диффузии (концентрационная поляризация). Уравнение поляризационной кривой при концентрационной поляризации. Предельный ток. Зависимость предельного тока от концентрации электролита.

38. Электрохимическая поляризация. Уравнение, поляризационной кривой при электрохимической поляризации. Ток обмена.

39. Уравнение Тафеля. Покажите, что эмпирическое уравнение Тафеля может быть получено из уравнения поляризационной кривой при электрохимической поляризации.

40. Электрохимические реакции, включающие быстрые химические стадии. Безбарьерные и базактивационные реакции.

41. Кинетика анодного растворения и пассивирования металлов.

42. Электрохимическая коррозия. Реакции, протекающие при коррозии металлов в кислой, нейтральной и щелочной средах.

43. Термодинамический и кинетический факторы электрохимической коррозии.

44. Способы защиты металлов от коррозии.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

1. Практическое применение метода потенциометрии

2. Практическое применение метода кондуктометрии.

3. Какие методы можно использовать для определения степени и практических констант диссоциации слабых электролитов?

4. Какие электроды нужно использовать для измерения рН раствора?

5. Какой план исследования Вы составите для определения практической и термодинамической константы диссоциации слабого электролита?

6. Какой план исследования Вы составите для определения константы нестойкости комплекса?

7. Какой план исследования Вы составите, чтобы определить экспериментально средние ионные активности и коэффициенты активностей сильных электролитов?

8. Какими методами можно определить произведение растворимости труднорастворимого соединения?

9. Какой план исследования Вы составите для определения природы лимитирующей стадии электрохимической реакции?

10. Какой план исследования Вы составите для определения механизма лимитирующей стадии электрохимической реакции.

11. Какой план исследования Вы составите для определения скорости электрохимической коррозии металлов.

12. Какие современные приборы используются для измерения электрической проводимости растворов электролитов? Каков алгоритм работы с ними?

13. Какие современные приборы используются для измерения потенциалов электродов и напряжения электрохимических цепей. Каков алгоритм работы с ними?

14. Какие современные приборы используются для исследования вольтамперных характеристик электрохимических процессов. Каков алгоритм работы с ними?

15. Приведите примеры перспективных методов электрохимического оксидирования металлов.

16. Приведите примеры перспективных электрохимических методов получения защитно-декоративных покрытий?

17. Приведите примеры перспективных методов получения газообразных веществ электролизом

18. Какие методы практически важны для защиты металлов от электрохимической коррозии

19. Какой метод перспективен для исследования и выбора ингибиторов коррозии металлов.

20. Приведите примеры перспективных методов органического синтеза.

При сдаче экзамена, студент получает 3 вопроса из перечня, приведенного выше и задачу.

Примеры задач

1. Вычислите средние ионные коэффициенты активности HCl и H₂SO₄ в растворах с концентрацией 0,010 моль/л при 25°C, используя второе приближение теории Дебая Хюккеля. Сравните полученные результаты со справочными данными.
2. Составьте гальванический элемент, в котором протекает реакция:



Используя значения стандартных электродных потенциалов, рассчитать константу равновесия этой реакции при 25°C

3. Коэффициенты в уравнения Тафеля для двухэлектронной катодной реакции равны:

$$a = -0,45; b = 0,064$$

Определите кинетические параметры реакции: коэффициент переноса α и плотность тока обмена j_0 . Какая стадия электрохимического процесса лимитирующая. Какой теорией описывается этот процесс

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).