МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

Подписан: ФГБОУ ВО «КГЭУ», КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Владелец: Чичирова Наталия Дмитриевна, Директор Института теплоэнергетики,
Сертификат: 04D04080018BAEF38A43DCBDD61280374F
Действителен с 21.06.2022 по 21.06.2023

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института Теплоэнергетики
_____ Чичирова Н.Д.

«26» июля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Кинетика электрохимических процессов в автономных энергетических системах

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) 13.03.01 Автономные энергетические системы

Квалификация бакалавр

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

Программу разработал:
доцент, к.х.н. _____ Гибадуллина Х. В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Химия и водородная энергетика, протокол № 14 от 15.06.2021 г.

Зав. кафедрой ХВ _____ Чичиров А. А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Химия и водородная энергетика, протокол № 14 от 15.06.2021 г.

Зав. кафедрой Х В _____ Чичиров А. А.

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021 г.

Зам. директора института
Теплоэнергетики _____ / Власов С. Ю. /

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики протокол № 5/21 от «21» 06 2021 г.

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ / Чичиров АА /

1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель освоения дисциплины: ознакомить обучающихся с физико-химическими свойствами ионных систем, а так же с процессами и явлениями, происходящими на границе раздела фаз с участием заряженных частиц.

Задачи дисциплины: изучить равновесные свойства электрохимических цепей, а так же закономерности протекания через них электрического тока.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)
ПК-2 Способен выбирать методы проведения экспериментов и наблюдений, выполнять расчеты по типовым методикам, ставить задачи исследования в области разработки и внедрения автономных энергетических систем	ПК-2 .1 Выбирает методы проведения экспериментов и наблюдений, выполняет расчеты по типовым методикам	*Знать:* факторы, влияющие на скорость и механизм электрохимических процессов, протекающих в автономных энергетических установках, а также на направление смещения химического равновесия *Уметь:* использовать основные законы химической кинетики и количественные соотношения для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетических систем *Владеть:* навыками использования количественных соотношений кинетики для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетических систем
	ПК-2 .2 Планирует и формулирует задания на разработку проектных решений, связанных с разработкой и внедрением автономных энергетических систем	*Знать:* основные законы и концепции электрохимической кинетики *Уметь:* применять основные законы и концепции электрохимической кинетики при разработке проектных решений в области разработки и внедрения автономных энергетических систем *Владеть:* навыками планирования и формулирует задания на разработку проектных решений, связанных с разработкой автономных энергетических систем

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Кинетика электрохимических процессов в автономных энергетических системах» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Код компетенции	Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.	Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.
ОПК-3	Химия	
ПК-4	Электрохимия	
ПК-1	Электрохимия Физическая химия	Коррозионные процессы в электрохимических энергоустановках Производственная практика (преддипломная практика)
ПК-2	Водородная и электрохимическая энергетика	Производственная практика (преддипломная практика)
ПК-3		Коррозионные процессы в электрохимических энергоустановках Производственная практика (преддипломная практика)

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- факторы, влияющие на скорость и механизм химических реакций, а также на направление смещения химического равновесия;
- основные закономерности протекания химических процессов, а именно критерии, определяющие направление и глубину их самопроизвольного протекания.

Уметь:

- использовать основные количественные соотношения общей химии для решения профессиональных задач;
- оценивать влияние различных факторов на направление, механизм и глубину протекания электрохимических процессов;

Владеть:

- методикой расчетов для электрохимических процессов.

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 43 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 16 час., практические занятия, лабораторные работы 24 час., прием зачета с оценкой - 1 час., самостоятельная работа обучающегося 48 час, контроль самостоятельной работы (КСР) - 2 час.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		8
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	108	108
КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе:	43	43
Лекционные занятия (Лек)	16	16
Практические занятия (Пр)	24	24
Контроль самостоятельной работы и иная контактная работа (КСР)*	2	2
Контактные часы во время аттестации (КПА)	1	1
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС):	48	48
Подготовка к промежуточной аттестации в форме: (зачет с оценкой)	17	17
ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙАТТЕСТАЦИИ	ЗаО	ЗаО

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	**Семестр**	**Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС**									**Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки)**	**Литература**	**Формы текущего контроля успеваемости**	**Формы промежуточной аттестации**	**Максимальное количество баллов по балльно - рейтинговой системе**
		Занятия лекционного типа	Занятия практического / семинарского типа	Лабораторные работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа студента, в т.ч.	Контроль самостоятельной работы (КСР)	*подготовка к промежуточной аттестации*	Сдача зачета / экзамена	**Итого**					
Раздел 1. Введение															

1. Введение. Предмет электрохимической кинетики	8	2	2			9				13	ПК- 2 .1-З1, ПК-2 .2-З1	Л1.1 Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3	КнтР		12
Раздел 2. Равновесные свойства заряженных межфазных границ															
2. Равновесные свойства заряженных межфазных границ	8	4	6			9				18	ПК- 2 .2-З1, ПК-2 .1-З1, ПК- 2 .1-У1	Л1.1 Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3	КнтР		12
Раздел 3. Диффузионная кинетика															
3. Диффузионная кинетика	8	4	6			10				20	ПК-2.1-З1, ПК-2.1-У1, ПК-2.1-В1, ПК-2.2-З1, ПК-2.2-У1	Л1.1 Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3	КнтР		12
Раздел 4. Кинетические закономерности стадии разряда - ионизации															
4. Кинетические закономерности стадии разряда–ионизации	8	4	4			10	1			19	ПК-2.1-У1, ПК-2.1-В1, ПК-2.2-З1, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1	Л1.1 Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3	КнтР		
Раздел 5. Кинетика сложных электрохимических реакций															
5. Кинетика сложных электрохимических реакций	8	2	6			10	1			19	ПК-2.1-У1, ПК-2.1-В1, ПК-2.2-У1, ПК-2.2-В1, ПК-2.2-З1	Л1.1 Л1.2, Л1.3, Л2.1, Л2.2, Л2.3	КнтР		12
Зачет с оценкой									1					З(о)	40
ИТОГО		16	24			48	2	17	1	108					100

3.3. Тематический план лекционных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лекционных занятий	Трудоемкость, час.
1	Лекция 1. История возникновения электрохимической кинетики как самостоятельного раздела современной науки	2
2	Лекция 2. Адсорбция на границе раздела фаз Лекция 3. Теория двойного электрического слоя	4
3	Лекция 4. Общая характеристика электрохимических процессов. Понятие о лимитирующей стадии. Лекция 5. Вопросы диффузионной кинетики при конструировании источников тока.	4
4	Лекция 6. Основные уравнения теории замедленного разряда. Ток обмена. Поляризационная кривая. Лекция 7. Квантово-механические модели электрода и раствора.	4
5	Лекция 8. Кинетика сложных электрохимических реакций	2
	Всего	16

3.4. Тематический план практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий	Трудоемкость, час.
1	1. Прикладная электрохимии и ее связь с кинетикой электродных процессов	2
2	2. Адсорбционный и электрокапиллярные методы изучения двойного электрического слоя. 3. Методы расчета компонентов заряда и скачков потенциала в двойном электрическом слое 4. Основы термодинамической теории состояния поверхности электродов, адсорбирующих водород и кислород.	6
3	5. Основные уравнения диффузионной кинетики. Поляризационные кривые при стационарной диффузии. 6. Миграция ионов и омическое падение потенциала в диффузионном слое. 7. Закономерности диффузионной кинетики на вращающемся дисковом электроде.	6
4	8. Зависимость скорости электрохимической реакции от температуры. 9. Закономерности смешанной кинетики: диффузионная стадия и стадия разряда.	4
5	10. Электрохимические процессы в условиях медленной химической реакции. Медленная гетерогенная реакция. 11. Электрохимические реакции с последовательным переносом нескольких электронов. Стехиометрическое число. 12. Методы изучения много стадийных электродных процессов.	6
	Всего	24

3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

3.6. Самостоятельная работа студента

Номер раздела дисциплины	Вид СРС	Содержание СРС	Трудоемкость, час.
1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию и контрольной работе	Условия самопроизвольного протекания реакций. Химические источники тока. Проводники первого и второго рода.	9
2	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию и контрольной работе	Электрокапиллярные явления на твердых металлах. Строение двойного электрического слоя на границе металл-расплав и полупроводник - раствор.	9
3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию и контрольной работе	Теория конвективной диффузии. Процессы массопереноса и хемотроника. Основы классической полярографии. Нестационарная диффузия в потенциостатических условиях.	10
4	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию и контрольной работе	Кинетика электровосстановления анионов. Работа выхода электрона в раствор и влияние материала электрода на скорость стадии разряда-ионизации.	10
5	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к тестированию и контрольной работе	Электровосстановление кислорода. Закономерности катодного выделения водорода. Саморастворение металлов. Пассивность металлов. Анодные оксидные слои.	10
		Всего	48

4. Образовательные технологии

При реализации дисциплины «Кинетика электрохимических процессов в автономных энергетических системах» по образовательной программе подготовки бакалавров 13.03.01 «Автономные энергетические системы» применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе используются:

- электронные образовательные ресурсы (ЭОР), размещенные в личных кабинетах студентов Электронного университета КГЭУ, URL: http://e.kgeu.ru.

При проведении учебных занятий используются традиционные образовательные технологии (лекции в сочетании с лабораторными работами, самостоятельное изучение определённых разделов) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: проблемное обучение, работа в команде.

5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

Планируемые результаты обучения	Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
	не зачтено	зачтено		
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
Наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме
Наличие навыков (владение опытом)	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов

Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений,навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач
Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)	Низкий	Ниже среднего	Средний	Высокий

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-2	ПК-2.1	Знать				
		Знает факторы, влияющие на скорость и механизм электрохимических процессов, протекающих в автономных энергетических установках	Знает факторы, влияющие на скорость и механизм электрохимических процессов, протекающих в автономных энергетически х установках, не допускает ошибок	Знает факторы, влияющие на скорость и механизм электрохимических процессов, протекающих в автономных энергетически х установках, но допускает ряд не грубых ошибок	Знает факторы, влияющие на скорость и механизм электрохимических процессов, протекающих в автономных энергетически х установках, допускает много грубых ошибок	Знает факторы, влияющие на скорость и механизм электрохимических процессов, протекающих в автономных энергетически х установках, допускает много грубых ошибок

		Уметь				
		Умеет использовать основные законы химической кинетики и количественные соотношения для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетических систем	Демонстрирует умение использовать основные законы химической кинетики и количественны е соотношения для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетически х систем, не допускает ошибок	Демонстрирует умение использовать основные законы химической кинетики и количественны е соотношения для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетически х систем, , до- пускает при этом ряд небольших ошибок	В целом демонстрирует умение использовать основные законы химической кинетики и количественны е соотношения для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетически х систем, допускает ошибки. Задание выполнено не в полном объеме	При решении типовых задач демонстрирует умение использовать основные законы химической кинетики и количественны е соотношения для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетически х систем, допускает грубые ошибки
		Владеть				
		Владеет навыками использования количественных соотношении кинетики для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетических систем	Продемонстрированы навыки использования количественных соотношении кинетики для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетических систем, без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки использования количественных соотношении кинетики для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетически х систем, допущены мелкие ошибки	Имеет минимальный набор навыков для решения задач привлечением методов математической статистики, допускает много ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки использования количественных соотношении кинетики для решения профессиональных задач в области разработки и внедрения автономных энергетически х систем, допущены грубые ошибки

	ПК-2.2	Знать				
		Знает основные законы и концепции электрохимической кинетики	Знает основные законы и концепции электрохимической кинетики, не допускает ошибок	Знает основные законы и концепции электрохимической кинетики, допускает при этом ряд небольших ошибок	Знает основные законы и концепции электрохимической кинетики, допускает ошибки. Задание выполнено не в полном объеме	Знает основные законы и концепции электрохимической кинетики, допускает много грубых ошибок
		Уметь				
		Умеет применять основные законы и концепции электрохимической кинетики при разработке проектных решений в области разработки и внедрения автономных энергетических систем	Демонстрируе т умение применять основные законы и концепции электрохимической кинетики при разработке проектных решений в области разработки и внедрения автономных энергетически х систем, не допускает ошибок	Демонстрируе т умение применять основные законы и концепции электрохимической кинетики при разработке проектных решений в области разработки и внедрения автономных энергетически х систем, допускает при этом ряд не-больших ошибок	В целом демонстрирует умение использовать применять основные законы и концепции электрохимической кинетики при разработке проектных решений в области разработки и внедрения автономных энергетически х систем, допускает ошибки. Задание выполнено не в полном объеме	При решении типовых задач демонстрирует умение применять основные законы и концепции электрохимической кинетики при разработке проектных решений в области разработки и внедрения автономных энергетически х систем, допускает грубые ошибки
		Владеть				
		Владеет навыками планирования и формулирует задания на разработку проектных решений, связанных с разработкой автономных энергетических систем	Продемонстри рованы навыки планирования заданий на разработку проектных решений, связанных с разработкой автономных энергетически х систем без ошибок и недочетов	Продемонстри рованы навыки планирования заданий на разработку проектных решений, связанных с разработкой автономных энергетически х систем, допущены мелкие ошибки	Имеет минимальный набор навыков для планирования заданий на разработку проектных решений, связанных с разработкой автономных энергетически х систем, допускает много ошибок	Не продемонстрир ованы базовые навыки планирования заданий на разработку проектных решений, связанных с разработкой автономных энергетически х систем, допущены грубые ошибки

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ
1	Дамаскин, Б. Б	Электрохимия:	учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань	2021	Лань: электрон-трон-но-библиотечная система.– URL: https://e.lanbook	
2	Герасимова, В. Г.	Электротехнический справочник		Москва: Издательский дом МЭИ	2017	ЭБС "Консультант студента". - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011744.html - Режим доступа: по подписке	
3	Дамаскин, Б. Б	Введение в электрохимическую кинетику	учебное пособие	Москва: Высш. школа	1983		5

Дополнительная литература

№ п/п	Автор(ы)	Наименование	Вид издания (учебник, учебное пособие, др.)	Место издания, издательство	Год издания	Адрес электронного ресурса	Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ

1	Коровин Н. В.	Общая химия	учебник для вузов	Москва: Высш. шк.	2005		338
2	Коровин Н. В.	Топливные элементы и электрохимические энергоустановки	Производственно - практическое издание	Москва: Издательский дом МЭИ	2005		6
3	Савиткин Н.И.	Физическая химия: сборник вопросов и задач	учебное пособие	Ростов н/Д: Феникс	2013		5

6.2. Информационное обеспечение

6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	https://e.lanbook.com/
2	Единое окно доступа к образовательным	http://window.edu.ru
3	Словари и энциклопедии	http://dic.academic.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный сайт Министерства энергетики Российской Федерации	https://minenergo.gov.ru/opendata	https://minenergo.gov.ru/opendata
2	Российская национальная библиотека	http://nlr.ru/	http://nlr.ru/
3	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/	http://window.ed u.ru/
4	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
5	Национальная электронная библоиотека (НЭБ)	https://rusneb.ru/	https://rusneb.ru/
6	eLIBRARY.RU	www.elibrary.ru	www.elibrary.ru

6.2.3. Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	«Консультант плюс»	http://www.consultant.ru/	http://www.consultant.ru/
2	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru	http://elibrary.ru
3	Российская государственная библиотека	http://www.rsl.ru	http://www.rsl.ru
4	Образовательный портал	http://www.ucheba.com	http://www.ucheba.com

6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Способ распространения (лицензионное/свободно)	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Pro)	Пользовательская операционная система	ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно

3	"РУКОНТЕКСТ"	Программная система для обнаружения текстовых заимствований	"ООО Национальный цифровой ресурс ""Руконт"" №РКТ- 072/19 от 29.12.2018 Неискл. право. До 31.12.2019"
4	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
5	Adobe Acrobat	Пакет программ для создания и просмотра файлов формата PDF	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно
6	LMS Moodle	ПО для эффективного онлайн-взаимодействия преподавателя и студента	Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Вид учебной работы	Наименование специальных помещений и помещений для СРС	Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	доска аудиторная, акустическая система, проектор, усилитель- микшер для систем громкой связи, экран, микрофон, миникомпьютер, монитор
2	Самостоятельная работа обучающегося	Кабинет СРС	моноблок (30 шт.), система видеонаблюдения (6 видеокамер), проектор, экран
		Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в "Интернет" и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение
3	Практические занятия	Учебная аудитория	рефрактометр ИРФ -45462М, фотоколориметр КФК-3-01, колбонагреватель ПЭ-4100М, весы электронные лабораторные, pH- метр АНИОН-4100, штативы металлические (4 шт.), плитка электрическая, химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 1 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица "Стандартный ряд электронов"

8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно- двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета www//kgeu.ru. Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направле-нию подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

Гражданское и патриотическое воспитание:

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;
- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;
- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;
- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;
- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;
- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;
- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

Духовно-нравственное воспитание:

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;
- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;
- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;
- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

Культурно-просветительское воспитание:

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- формирование эстетической картины мира;
- повышение познавательной активности обучающихся.

Научно-образовательное воспитание:

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

Лист регистрации изменений

Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины на 20___ /20____ учебный год

В программу вносятся следующие изменения:

1. _____

2. _____

3. _____

Указываются номера страниц, на которых внесены изменения,
и кратко дается характеристика этих изменений

Программа одобрена на заседании кафедры–разработчика «__» _____ 20_г., протокол № _____

Зав. кафедрой _____ Чичиров А.А.

Программа одобрена методическим советом института _____
«___»_____ 20____г., протокол № _____

Зам. директора по УМР_____ /_____/

Подпись, дата

Согласовано:

Руководитель ОПОП _____ /_____/

Подпись, дата

Приложение к рабочей программе дисциплины

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

Кинетика электрохимических процессов в автономных энергетических системах

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) 13.03.01 Автономные энергетические системы

Квалификация бакалавр

г. Казань, 2021

РЕЦЕНЗИЯ

на оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине «**Кинетика электрохимических процессов в автономных энергетических системах**»

Содержание ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Автономные энергетические системы».

Перечень формируемых компетенции: ПК-2.1, ПК-2.2, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО.

Показатели и критерии оценивания компетенций, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки уровней сформированности компетенций.

Контрольные задания оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, позволяют объективно оценить уровни сформированности компетенций.

Заключение. Учебно-методический совет делает вывод о том, что представленные материалы соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Автономные энергетические системы» и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рассмотрено на заседании учебно-методического совета института теплоэнергетики « 26 » июня 2021г., протокол № 05/21

Председатель УМС Н. Д. Чичирова

Оценочные материалы по дисциплине «Кинетика электрохимических процессов в автономных энергетических системах» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции(й):

ПК-2 «Способен выбирать методы проведения экспериментов и наблюдений, выполнять расчеты по типовым методикам, ставить задачи исследования в области разработки и внедрения автономных энергетических».

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине, проводится в виде защиты лабораторных и контрольных работ; защиты рефератов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; тестирования с использованием компьютера; контроля выполнения самостоятельной работы обучающихся.

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за 4 курс, 8 семестр и проводится в форме зачета с оценкой.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

1.Технологическая карта

Семестр 8

Номер раздела/ темы дисциплины	Вид СРС	Наименование оценочного средства	Код индикатора достижения компетенций	Уровень освоения дисциплины, баллы			
				Неудов-но	удов-но	хорошо	отлично
				не зачтено			зачтено
				низкий	ниже среднего	средний	высокий
Текущий контроль успеваемости							
1	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к контрольной работе	КнтР	ПК-2	менее 5	5-6	7-9	9-10
2	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к контрольной работе	КнтР	ПК-2	менее 5	5-6	7-9	9-11

3	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к контрольной работе	КнтР	ПК-2	менее 5	5-6	7-9	9-11
4	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к контрольной работе	КнтР	ПК-2	менее 7	7-9	9-11	11-14
5	Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию, подготовка к контрольной работе	КнтР	ПК-2	менее 8	8-9	10-11	12-14
Всего баллов				**менее 30**	**30-39**	**40-49**	**50-60**
Промежуточная аттестация							
	Подготовка к зачету с оценкой	Билеты к зачету	ПК-2	менее 25	25-29	30-34	35-40
Итого баллов				**0-54**	**55-69**	**70-84**	**85-100**

2. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Оценочные материалы
Контрольная работа (КнтР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Зачет с оценкой З(о)	Зачет с оценкой является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретенных в течение семестра обучения по дисциплине	Перечень теоретических вопросов, комплект практических заданий

3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

<table>
<tr><td>Наименование оценочного средства</td><td>1.1 Контрольная работа по разделу 1</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Представление и содержание оценочных материалов</td><td>В каждом варианте контрольной работы по 2 типовых задания. Всего 25 вариантов заданий.
Перечень примерных вопросов и заданий контрольной работы
1. В реакции A → B + C с общим порядком, равным единице, константа скорости $k_1 = 5 \cdot 10^{-5}$ с$^{-1}$. Определите концентрацию веществ A и B и скорость реакции через 1 час и через 5 ч, если начальная концентрация A составляла 0,2 моль/л.
2. Для реакции первого порядка $A \rightarrow 2B$ определите время, за которое прореагирует 90 % вещества A. Константа скорости реакции $k_1 = 10^{-4}$ с$^{-1}$.
3. Общие представления кинетики электродных процессов.
4. Охарактеризуйте электрохимическую ячейку. Обратимые и необратимые цепи.
5. Дайте определение понятиям: электродвижущая сила, перенапряжение, поляризация электрода. Химическая и концентрационная поляризация.
6. Реальный и равновесные потенциалы электрода.
7. Какие условия необходимы для самопроизвольного протекания электрохимических реакций?
8. Какой тип проводимости реализуется в проводниках первого и второго рода?
9. Химические источники тока: первичные, вторичные (аккумуляторы), топливные элементы.
10. Что изучает электрохимическая кинетика? Предмет и объект исследования дисциплины.</td></tr>
<tr><td>1.2 Контрольная работа по разделу 2</td></tr>
<tr><td>В каждом варианте контрольной работы по 2 типовых задания. Всего 25 вариантов заданий.
Перечень примерных вопросов и заданий контрольной работы
1. Энергия активации некоторой реакции в отсутствии катализатора равна 75,24 кДж/моль, а с катализатором – 50,14 кДж/моль. Во сколько раз возрастет скорость реакции в присутствии катализатора, если реакция протекает при 25 ºС?
2. Рассчитайте изменение константы скорости реакции, имеющей энергию активации 191 кДж/моль, при увеличении температуры от 330 до 400 К.
3. Скорость реакции первого порядка в начальный момент составляла $3 \cdot 10^{-3}$ моль/(л · с) при концентрации исходного вещества 0,5 моль/л. Определите скорость реакции через 10 мин после начала реакции.
4. Адсорбция на границе раздела фаз.
5. Адсорбция на поверхности твердых тел.
6. Изотерма адсорбции. Уравнение Фрейндлиха. Уравнение Лангмюра.
7. Зависимость адсорбции от температуры и вида газа.
8. Двойной электрический слой. Заряд двойного электрического слоя.
9. Строение двойного электрического слоя на границе металл-расплав и полупроводник - раствор.
10. Используя метод численного интегрирования (например, метод трапеций), вычислить заряд, соответствующий потенциалу – 0,90 В, если дифференциальная ёмкость двойного электрического слоя на ртути в 0,01 н растворе NaF при 25^{o} С имеет следующие значения:
<table>
<tr><td>- φ, В</td><td>0,48</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

C, $(Ф \cdot м^{-2}) \cdot 10^2$	13,15	13,43	16,85	19,35	18,95	17,75

Потенциал нулевого заряда ртути в этом растворе равен – 0,48 В (по отношению к нормальному каломельному электроду).

8. Вычислить коэффициенты диффузии иона Tl^+ , если предельные средние токи диффузии в растворах 0,001 - н $TlNO_3$ (и 1 - н KCl) и 0,001 - н $TlNO_3$ (и 3 - н KCl) равны соответственно 3,03 и 2,47 мкА. Характеристики капилляра: m = 0,9 мг·с -1 ; τ = 3 с.

9. При электролизе раствора, содержащего комплексную соль серебра и индифферентные ионы, предельная диффузионная плотность тока по разряжающимся ионам при 25° С в неразмешиваемом растворе равна 5 $А \cdot м^{-2}$, а при перемешивании равна 20 $А \cdot м^{-2}$. Вычислить толщину диффузионного слоя в каждом случае, если концентрация разряжающихся ионов равна 0,02 $моль \cdot л^{-1}$, а коэффициент диффузии равен $1{,}3 \cdot 10^{-9}$ $м^2 \cdot с^{-1}$.

10.Определить коэффициент диффузии иона Pb^{2+} в $1{,}15 \cdot 10^{-3}$- молярном растворе $PbCl_2$, если предельный средний ток диффузии в таком растворе равен 6,2 мкА, а характеристики капилляра имеют следующие значения: m = 1,2 $мг \cdot с^{-1}$ и τ = 4 с.

1.3 Контрольная работа по разделу 3

В каждом варианте контрольной работы по 2 типовых задания. Всего 25 вариантов заданий.

Перечень примерных вопросов и заданий контрольной работы

1. Две реакции протекают при 25 ºС с одинаковой скоростью. Температурный коэффициент скорости первой реакции равен 2,0, а второй – 2,5. Найти отношение скоростей этих реакций при 95 ºС.

2. Чему равен температурный коэффициент скорости реакции, если при увеличении температуры на 30 градусов скорость реакции возрастает в 15,6 раза?

3. При 150 ºС некоторая реакция заканчивается за 16 мин. Принимая температурный коэффициент скорости реакции равным 2,5, рассчитать, через какое время закончится эта реакция, если проводить ее: а) при 200 ºС; б) при 800 ºС.

4. При исследовании кинетики реакции распада диметилового эфира были получены следующие данные:

t, с	390	777	1195	3150	∞
Повышение давления Δp, Па· 10^{-4}	1,28	2,35	3,33	6,23	8,25

Начальное давление диметилового эфира $4{,}16 \cdot 10^4$ Па. Рассчитайте порядок реакции и константу скорости распада диметилового эфира.

5. Понятие о лимитирующей стадии.

6. Стационарная диффузия

7. Нестационарная диффузия

1.4 Контрольная работа по разделу 4

В каждом варианте контрольной работы по 2 типовых задания. Всего 25 вариантов заданий.

Перечень примерных вопросов и заданий контрольной работы

1. Предскажите, как изменится скорость газовых реакций при увеличении концентрации каждого из реагирующих веществ в 2 раза и при увеличении давления в системе в 2 раза:

а) $CH_3CHO \rightarrow CH_4 + CO$, $\upsilon = k \cdot c^2_{CH_3CHO}$;

б) $F_2 + 2ClO_2 \rightarrow 2FClO_2$, $\upsilon = k \cdot c_{F_2} C_{ClO_2}$.

2. При рафинировании свинца с примесями серебра в водном растворе фторо-

	силиката свинца $Pb[SiF_6]$ на свинцовом катоде выделилось за 0,5 часа 2,07 г свинца. Какова величина прошедшего тока и каков расход энергии на рафинирование, если напряжение при рафинировании составило 1 В, а катодный выход по свинца по току – 98 %. Где окажутся примеси серебра после рафинирования? **3**. Рассчитайте ток в цепи, массу вещества, которое подверглось разложению и выход кислорода по току (в %) при электролизе водного раствора сульфата калия на никелевых электродах, если за 5 минут электролиза на катоде выделилось 4 мл газа, на аноде – 1,8 мл газа при 298 К и давлении, равном 99,67 кПа. **4**. Кинетические закономерности стадии разряда – ионизации **5**. Вычислить плотность тока анодного растворения никеля в 0,1 - нормальном растворе $NiCl_2$ при 25° С, если перенапряжение на аноде равно – 0,1 В, а плотность тока обмена на никеле в этом растворе $i_0 = 1{,}0 \cdot 10\text{-}4$ ($А \cdot м^2$). Коэффициент переноса анодного процесса $\alpha = 0{,}50$. До какого значения изменится плотность анодного тока при перенапряжении $\eta = -0{,}15$ В? **6**. Вычислить ток обмена i_0 и ток, проходящий на катоде, для реакции разряда иона H_3O^+ на ртутном электроде площадью в $3 \cdot 10^{-3}$ $м^2$, если перенапряжение на катоде равно 0,60 В, а коэффициенты в уравнении Тафеля равны: a = 1,41 В и b = 0,116 В **7**. Вычислить скорость разряда иона гидроксония на цинковом электроде из 0,01 - нормального раствора HCl при потенциалах электрода: $E_1 = -1{,}0$ В и $E_2 =$ Ер, если при 25° С коэффициенты уравнения Тафеля равны: a = 1,24 В и b = 0,120 В. Средний коэффициент активности 0,01 н раствора HCl равен 0,905.
	1.5 Контрольная работа по разделу 5
	В каждом варианте контрольной работы по 2 типовых задания. Всего 25 вариантов заданий. ***Перечень примерных вопросов и заданий контрольной работы*** **1**. Определите возможность электрохимической коррозии изделия из свинца в 0,02 М растворе $Pb(NO_3)_2$ при температуре 25 °С и следующих относительных парциальных давлениях водорода и кислорода: $p(H_2) = 1{,}2$; $p(O_2) = 0{,}8$. Напишите уравнения анодного и катодного процессов. **2.** Во сколько раз увеличится скорость реакции, протекающей при 298 К, если энергию активации ее уменьшить на 4 кДж/моль? **3**. Чему равна энергия активации реакции, если при повышении температуры от 290 до 300 К скорость ее увеличится в 2 раза? **4.** Определить эффективное значение коэффициента диффузии иона Na^+ из экспериментальных данных, полученных на ртутном капельном катоде, когда скорость вытекания капель ртути равнялась 1,3 ($мг \cdot с^{-1}$), а время образования капли 4с. Значение среднего предельного тока разряда ионов натрия равно $6{,}65 \cdot 10^{-6}$ А, а концентрация ионов равна 2,1·(моль·$м^{-3}$). 5. Значения стандартных потенциалов: и при 25 °С $E^0(Au/Au^+)$, $E^0(Au(CNS)_2^-/Au)$ при 25° С равны соответственно 1,70 В и 0,69 В. Составить схему электрохимической цепи и определить константу диссоциации комплекса $Au(CNS)_2^-$, протекающей по реакции: $Au(CNS)_2^- = Au^+ + 2\ CNS^-$.
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При оценке выполненной контрольной работы учитываются следующие критерии: *1. Знание материала* □ содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 2 балла; □ содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 1

	балл; • не раскрыто основное содержание учебного материала – 0 баллов; *2. Последовательность изложения* • содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 1,5 балла; • последовательность изложения материала недостаточно продумана – 1 балл; • путаница в изложении материала – 0 баллов; *3. Уровень теоретического анализа* • показано умение делать обобщение, выводы, сравнение – 1,5 балла; • обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 1 балл; • полное неумение делать обобщение, выводы, сравнения – 0 баллов **Максимальное количество баллов - 5**

4. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Наименование оценочного средства	**Зачет с оценкой**
Представление и содержание оценочных материалов	Оценочные материалы, вынесенные на зачет, состоят из билетов с заданиями теоретического и практического характера для проверки знаний и практических умений. Всего 30 экзаменационных билетов, содержащих по три задания из разных разделов дисциплины. Задание состоит из теоретической части и расчетной задачи. **Теоретические вопросы к зачету с оценкой** ***Базовые вопросы*** 1. История возникновения электрохимической кинетики как самостоятельного раздела современной науки. 2. Прикладная электрохимия и ее связь с кинетикой электродных процессов. 3. Условия самопроизвольного протекания реакций. 4. Химические источники тока. 5. Проводники первого и второго рода. 6. Адсорбция на границе раздела фаз. 7. Теория двойного электрического слоя. 8. Основы термодинамической теории состояния поверхности электродов, адсорбирующих водород и кислород. 9. Общая характеристика электрохимических процессов. 10. Основные уравнения диффузионной кинетики. 11. Процессы массопереноса и хемотроника. 12. Основы классической полярографии. 13. Основные уравнения теории замедленного разряда. 14. Ток обмена. Поляризационная кривая. 15. Квантово-механические модели электрода и раствора. ***Вопросы повышенной сложности*** 1. Адсорбционный и электрокапиллярные методы изучения двойного электрического слоя. 2. Методы расчета компонентов заряда и скачков потенциала в двойном электрическом слое. 3. Электрокапиллярные явления на твердых металлах. 4. Строение двойного электрического слоя на границе металл-расплав и полупроводник-раствор.

5. Поляризационные кривые при стационарной диффузии.
6. Миграция ионов и омическое падение потенциала в диффузионном слое.
7. Закономерности диффузионной кинетики на вращающемся дисковом электроде. 8. Теория конвективной диффузии.
9. Нестационарная диффузия в потенциостатических условиях.
10. Зависимость скорости электрохимической реакции от температуры.
11. Закономерности смешанной кинетики: диффузионная стадия и стадия разряда.
13. Кинетика электровосстановления анионов.
14. Работа выхода электрона в раствор и влияние материала электрода на скорость стадии разряда-ионизации.
15. Кинетика сложных электрохимических реакций.
16. Электрохимические процессы в условиях медленной химической реакции.
17. Медленная гетерогенная реакция.
18. Электрохимические реакции с последовательным переносом нескольких электронов.
19. Стехиометрическое число.
20. Методы изучения много стадийных электродных процессов.
21. Электровосстановление кислорода.
22. Закономерности катодного выделения водорода.
23. Саморастворение металлов.
24. Пассивность металлов.
25.Анодные оксидные слои.

Примеры экзаменационных билетов:

Билет 1

Задача 1. Наиболее чистая вода имеет удельную электропроводность при 18^o С: $\kappa = 4{,}3\cdot10^{-6}$ (См·м $^{-1}$). Плотность воды при этой температуре равна 9,986·105 (г·м $^{-3}$), предельные значения коэффициентов диффузии ионов гидроксония и гидроксила равны, соответственно $8{,}411\cdot10^{-9}$ и $4{,}612\cdot10^{-9}$ ($м^2\cdot с^{-1}$). Вычислите константу диссоциации воды и её ионное произведение.

Задача 2. ЭДС цепи, схема которой показана ниже: (-) $Pt(H_2)$ | H_2SO_4 (m = 0,5), | Hg_2SO_4, Hg(+), при 25^o С равна 0,6959 В. Определите средний коэффициент активности кислоты при m = 0,5, если при m = 0,05 он равен 0,340, а ЭДС равна 0,7540 В.

Задача 3. Вычислите плотность тока растворения кадмия при 25^o С, если перенапряжение на аноде равно η = - 0,15 В, а плотность тока обмена на кадмии в этом растворе составляет 1,5·10-8 ($А\cdot м^{-2}$). Коэффициент переноса (α) равен 0,5.

Билет 2

Задача 1. Раствор HCl был подвержен электролизу в приборе с платиновыми электродами. Катодное отделение до электролиза содержало 7,32 г. HCl, а после электролиза5,48 г. HCl. В серебряном кулонометре, включенном последовательно, выделился осадок серебра весом 31,72 г. Чему равны числа переноса ионов Cl^- и H_3O^+ , если молярная масса серебра равна 107,9 г·моль$^{-1}$?

Задача 2. ЭДС цепи, схема которой приведена ниже: (-) Pt (H_2) | HCl (m = 0,01) | AgCl, Ag(+), при 25^o С равна 0,4641 В, а в двухмоляльном растворе равна 0,1862 В. Вычислите средний коэффициент активности HCl в двухмоляльном растворе, если в разбавленном растворе он может быть вычислен по уравнению Дебая – Хюккеля, в котором A = 1,18 (m $^{-1/2}$), если использовать натуральный логарифм в уравнении.

Задача 3. Вычислите диффузионную плотность тока и концентрацию

$NiCl_2$ в растворе при электроосаждении никеля, если при плотности тока $310\cdot(А\cdot м^{-2})$ перенапряжение на катоде равнялось при 25° С: ΔЕ = - 20 мВ. Коэффициент диффузии иона Ni^{2+} равен при этой температуре, 6,9·10-10 ($м^2\cdot с^{-1}$), а толщина диффузного слоя в этом растворе равна $3,5\cdot10^{-5}$ м.

Билет 3

Задача 1. Удельная электропроводность органической кислоты HR при 25° С и концентрации 1,0 ($моль\cdot м^{-3}$) равна $5\cdot10^{-3}$ ($См\cdot м^{-1}$). Определить константу диссоциации кислоты, если эквивалентная электропроводность натриевой соли этой кислоты при бесконечном разведении равна $80,10\cdot10^{-4}$ ($См\cdot м^2\cdot моль^{-1}$), а предельные значения коэффициентов диффузии ионов натрия и гидроксония при этой температуре равны соответственно: $1,338\cdot10^{-9}$ и $9,340\cdot10^{-9}$ ($м\ 2\cdot с^{-1}$).

Задача 2. ЭДС цепи, составленной из водородного и хлорсеребряного электродов при 25° С, давлении H_2 в 1 атм и моляльности HCl в 0,2 m, равна 0,3181 В. Определите значение эффективного диаметра HCl по уравнению Дебая – Хюккеля, если E^o AgCl, Ag = 0,2220 В, а постоянные А и В в уравнении равны: А = 1,18 (m -1/2) и $B = 0,329\cdot10^{10}$ ($м^{-1}\cdot m^{-1/2}$), если брать натуральный логарифм.

Задача 3. Вычислить толщину диффузионного слоя в сантимолярном водном растворе $CuCl_2$ при его электролизе, когда предельная диффузионная плотность тока по разряжающимся ионам меди при 25° С равнялась $5,0\cdot(А\cdot м^{-2})$. Предельный коэффициент диффузии ионов Cu^{2+} равен при этой температуре $7,2\cdot10^{-10}$ ($м^2\cdot с^{-1}$).

Билет 4

Задача 1. При определении чисел переноса методом подвижной границы в трубку диаметром $8\cdot10^{-2}$ дм ввели раствор $BaCl_2$, концентрация которого равна $3,31\cdot10^{-2}$($моль\cdot л^{-1}$). Сверху поместили индикаторный раствор LiCl с концентрацией $5,70\cdot10^{-2}$ ($моль\cdot л^{-1}$). Через трубку проходил ток в 5,594 мА. За 66 минут граница растворов прошла путь в $27\cdot10^{-2}$ дм. Определите число переноса иона Ba^{2+}.

Задача 2. ЭДС цепи, схема которой приведена ниже: (-) Zn | $ZnCl_2$ (m = 0,0102) | AgCl, Ag (+), при 25° С равна 1,156 В. Определить расстояние наибольшего сближения ионов цинка и хлора по уравнению Дебая – Хюккеля, если известно, что $E^0(Zn/Zn^{2+})$ = - 0,763 В, а $E^0(Ag/AgCl)$ = 0,222 В. Постоянные в уравнении Дебая – Хюккеля равны: А = 1,18 ($m^{-1/2}$) и $B = 0,329\cdot10^{10}$ ($м^{-1}\cdot m^{-1/2}$), если брать натуральный логарифм в уравнении.

Задача 3. Вычислите перенапряжение на цинковом катоде площадью $6\cdot10^{-3}$ $м^2$ в тот момент, когда через ячейку с одномолярным раствором $ZnCl_2$ проходит ток, численное значение которого в 200 раз больше плотности тока обмена. Вычислите значение этого тока при 25°С, если коэффициенты уравнения Тафеля на цинковом катоде равны: а=1,24 В и b = 0,12 В.

Билет 5

Задача 1. Определить средний ионный коэффициент активности в децимолярном водном растворе NaCl при 25° С, если известно, что эффективный диаметр NaCl в этом растворе равен $4,64\cdot10^{-10}$ нм, а постоянные в **уравнении Дебая – Хюккеля А и В равны, соответственно, 1,19 ($m^{-1/2}$) и $0,329\cdot10^{10}$ ($м^{-1}\cdot m^{-1/2}$) при использовании натурального логарифма в уравнении.**

Задача 2. ЭДС цепи, схема которой приведена ниже: (-) Pt (H_2) | NaOH (M = 0,01) | $Ni(OH)_2$, Ni(+), при 25°С равна 0,2833 В. Определите величину стандартного потенциала $E^0(OH/H_2)$ и ионное произведение воды, если известно, что $E^0(Ni/Ni^{2+})$ = - 0,250 В, а произведение раство-

	римости $Ni(OH)_2$ равно $1{,}2\cdot10^{-10}$ (моль·л $^{-1}$)^3 . **Задача 3**. Рассчитать скорость разряда иона H_3O^+ (ik) в (А·м $^{-2}$) на ртутном катоде из 2,5 молярного раствора серной кислоты при Е = - 0,9 В, если известны параметры уравнения Тафеля для ртутного катода: а = 1,41 В и b = 0,116 В. Средний коэффициент активности ионов H_3O^+ и SO_4^{2-} в этом растворе равен 0,136
Критерии оценки и шкала оценивания в баллах	При выставлении баллов за ответы на задания в билете учитываются следующие критерии: 1. Правильность выполнения практического(их) задания(ий) 2. Владение методами и технологиями, запланированными в рабочей программе дисциплины 3. Владение специальными терминами и использование их при ответе. 4. Умение объяснять, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы 5. Логичность и последовательность ответа 6. Демонстрация способности участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем *Высокий уровень:* от 36 до 40 баллов оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. *Средний уровень:* от 25 до 35 баллов оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна – две неточности в ответе. *Ниже среднего:* от 20 до 24 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, в основном, о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточной логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа. *Низкий уровень:* до 19 баллов оценивается ответ, свидетельствующий, о незнании процессов изучаемой предметной области, незнанием основных вопросов теории; несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы. ***Минимальное количество баллов за зачет с оценкой – 20*** ***Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 40***