

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

Институт химии и биологии

Кафедра неорганической и физической химии

СОГЛАСОВАНО
**Руководитель образовательной
программы**

_____ **Кушхов Х.Б.**
«__» _____ **2022г.**

Утверждаю
Директор ИХиБ

_____ **Бажева Р.Ч.**
«__» _____ **2022г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.02.01. Механизм элементарного акта переноса электрона

04.04.01 - Химия

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

Электрохимия

(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника
«Магистр»

Форма обучения

очная

Нальчик 2022 г.

Рабочая программа дисциплины «Механизм элементарного акта переноса электрона» Составитель Х.Б. Кушхов- Нальчик: ФГБОУ ВО КБГУ, 2022. – 19 с.

Программа соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования и Примерной основной образовательной программе.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки магистров 04.04.01 - Химия по профилю «Электрохимия» в 3-м семестре.

Рабочая программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 04.04.01. Химия (Электрохимия), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 сентября 2015 г. № 1042

СОДЕРЖАНИЕ

Цель и задачи освоения дисциплины	4
Место дисциплины в структуре ОПОП ВО	4
Требования к результатам освоения содержания дисциплины	4
Содержание и структура дисциплины	5
Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	10
Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	13
Учебно-методическое обеспечение дисциплины	16
Материально-техническое обеспечение дисциплины	18
Лист изменений (Дополнений) в рабочую программу по дисциплине	20

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины: формирование основных физических представлений, связанных с механизмом элементарного акта переноса электронов.

Задачи. В результате изучения курса студенты должны ознакомиться с механизмом элементарного акта, спецификой электродных процессов.

Студенты *должны уметь* применять теоретические знания для исследования различных электрохимических реакций, также должны уметь применять знания, умения и навыки, приобретенные в процессе изучения дисциплины «Механизм элементарного акта переноса электрона» для глубокого освоения других дисциплин цикла, а также выполнения научно-исследовательской работы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 «Механизм элементарного акта переноса электрона» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОПОП для изучения в 3-м семестре магистрантами очной формы обучения направления подготовки 04.04.01 Химия (Электрохимия).

Дисциплина «Механизм элементарного акта переноса электронов» является самостоятельным модулем.

До изучения дисциплины «Механизм элементарного акта переноса электрона», студенты должны получать знания по дисциплинам профессионального цикла «Электрохимическая термодинамика», «Высокотемпературная электрохимия», Принципы конструирования и работы электрохимической аппаратуры».

Дисциплина «Механизм элементарного акта переноса электрона» содержательно взаимосвязана с дисциплинами общенаучного и профессионального цикла «Принципы конструирования и работы электрохимической аппаратуры», «Компьютерные технологии в науке и образовании», «Высокотемпературная электрохимия», «Научно-исследовательская работа и практика».

Дисциплина позволит расширить теоретическую подготовку магистра, получить практические навыки по методам исследования электрохимических процессов.

Освоение основных положений данной дисциплины необходимо для прохождения преддипломной практики и написания выпускной магистерской работы.

3 Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

(уровень высшего образования) подготовки кадров высшей квалификации направления подготовки 04.04.01 Химия (Электрохимия):

владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований (ПК-2).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** - принципиальные основы, возможности и ограничения применения электрохимических методов исследования химических объектов (З1);

- **Уметь:** - проводить комплексный анализ получаемых продуктов, исследование физико- химических закономерностей и контролировать протекание процессов на серийном и сложном научном оборудовании (У1);

- **Владеть:** - теоретическими основами и практическими навыками работы на серийном и сложном научном оборудовании (В1).

4. Содержание и структура дисциплины

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Механизм элементарного акта переноса электрона»

№ п/п	Наименование раздела/ темы	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4 ¹
1.	Феноменологическая теория элементарного акта электродных реакций	Соотношение Бренстеда и теория активации электродной реакции. Температурная зависимость скорости электродной реакции. Химический потенциал электрона, абсолютный скачок потенциала и энергия сольватации в электрохимической кинетике. Безбарьерные и безактивационные электродные процессы. Кинетические уравнения разряда.	РК Устный опрос зачет
2.	Квантовомеханическая теория элементарного акта электродных реакций	Ион в полярном растворителе. Элементарный акт переноса электрона. Адиабатические и неадиабатические переходы. Квантовые и классические	РК Устный опрос зачет

¹ В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

		степени свободы. Перенос протона.	
3.	Экспериментальная проверка теории элементарного акта разряда доноров протона	Безбарьерный разряд. Изотопный кинетический эффект на металлах с высоким перенапряжением водорода. Влияние природы металла, потенциала и природы доноров протона на изотопный кинетический эффект и предэкспоненциальный множитель. Влияние природы растворителя на элементарный акт разряда доноров протона.	РК Устный опрос зачет
4.	Разряд тяжелых ионов. Квазibarьерные и квазибезактивационные процессы.	Элементарный акт процесса, сопровождающегося движением тяжелых частиц. Теория квазibarьерных и квазибезактивационных процессов. Анодное выделение хлора на графите. Хлорная реакция на оксинорутениевых-оксотитановых анодах.	РК Устный опрос зачет
5.	Некоторые специальные проблемы механизма элементарного акта.	Изотопный кинетический эффект и ψ -потенциал. Проблема локализации разряжающегося иона. Выделение водорода на некоторых сплавах. Механизм разложения амальгам.	РК Устный опрос зачет

На изучение курса отводится 108 часов (3 з.е.), из них: контактная работа 51 ч., в том числе лекционных – 17 часов; практических (семинарских) – 34 часа; самостоятельная работа студента 57 часов; завершается зачетом.

Структура дисциплины (модуля) «Механизм элементарного акта переноса электрона»

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц	
	3 семестр	всего
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Контактная работа (в часах):	51	51

Лекционные занятия (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	34
Лабораторные работы (ЛР)		
Самостоятельная работа (в часах):	57	57
Самостоятельное изучение разделов	28	28
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	29	29
Вид промежуточной аттестации	зачет	

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1	Феноменологическая теория элементарного акта электродных реакций <i>Цель и задачи изучения темы</i> – раскрыть основные представления и понятия теории элементарного акта электродных реакций
2	Квантовомеханическая теория элементарного акта электродных реакций <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить квантовомеханическую теорию элементарного акта
3	Экспериментальная проверка теории элементарного акта разряда доноров протона. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить теорию безбарьерного разряда.
4	Разряд тяжелых ионов. Квазибарьерные и квазибезактивационные процессы. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – изучить теорию квазибарьерных и квазибезактивационных процессов.
5	Некоторые специальные проблемы механизма элементарного акта. <i>Цель и задачи изучения темы</i> – раскрыть проблему локализации разряжающегося иона.

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№ п/п	Тема
1.	Температурная зависимость скорости электродной реакции. Химический потенциал электрона, абсолютный скачок потенциала и

	энергия сольватации в электрохимической кинетике.
2.	Кинетические уравнения разряда.
3.	Элементарный акт переноса электрона.
4.	Квантовые и классические степени свободы.
5.	Влияние природы металла, потенциала и природы доноров протона на изотопный кинетический эффект и предэкспоненциальный множитель.
6.	Безбарьерный разряд.
7.	Влияние природы растворителя на элементарный акт разряда доноров протона.
8.	Теория квазибарьерных и квазибезактивационных процессов.
9.	Проблема локализации разряжающегося иона. Выделение водорода на некоторых сплавах.
10.	Механизм разложения амальгам.

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены

Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1	Разряд ионов гидроксония на ртутном катоде
2	Выделение водорода в присутствии ионов тетраалкиламмония и разряд недиссоциированных молекул кислоты
3	Коэффициент активности активированного комплекса
4	Температурная зависимость скорости безбарьерного разряда
5	Выделение водорода на серебряном катоде
6	Выделение водорода на других катодах
7	Хлорная реакция на оксинорутениевых-оксотитановых анодах.
8	Кинетика окисления иона азиды на платиновом аноде

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются ***текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация.***

1.1.Оценочные материалы для текущего контроля. Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Механизм элементарного акта переноса электрона» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом и лабораторном занятиях, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

Вопросы по темам дисциплины

Тема 1. Феноменологическая теория элементарного акта электродных реакций.

1. Соотношение Бренстеда и теория активации электродной реакции. Температурная зависимость скорости электродной реакции.
2. Химический потенциал электрона, абсолютный скачок потенциала и энергия сольватации в электрохимической кинетике.
3. Безбарьерные и безактивационные электродные процессы.
4. Кинетические уравнения разряда

Тема 2. Квантовомеханическая теория элементарного акта электродных реакций

1. Ион в полярном растворителе.
2. Элементарный акт переноса электрона.
3. Адиабатические и неадиабатические переходы.
4. Квантовые и классические степени свободы.
5. Перенос протона.

Тема 3. Экспериментальная проверка теории элементарного акта разряда доноров протона

1. Безбарьерный разряд.
2. Изотопный кинетический эффект на металлах с высоким перенапряжением водорода.
3. Влияние природы металла, потенциала и природы доноров протона на изотопный кинетический эффект и предэкспоненциальный множитель. Влияние природы растворителя на элементарный акт разряда доноров протона.

Тема 4. Разряд тяжелых ионов. Квазibarьерные и квазibезактивационные процессы.

1. Элементарный акт процесса, сопровождающегося движением тяжелых частиц.
2. Теория квазибарьерных и квазибезактивационных процессов.
3. Анодное выделение хлора на графите.
4. Хлорная реакция на оксинорутениевых-оксотитановых анодах.

Тема 5. Некоторые специальные проблемы механизма элементарного акта.

1. Изотопный кинетический эффект и ψ -потенциал.
2. Проблема локализации разряжающегося иона.
3. Выделение водорода на некоторых сплавах.
4. Механизм разложения амальгам.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Механизм элементарного акта переноса электрона». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале:

3 балла, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определенное электрохимических понятий;
- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

2 балла, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «1», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

1 балл, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

0 баллов, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы «3», «2», «1» могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных

студентом на протяжении занятия.

Оценочные материалы для рубежного контроля.

Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится ***три таких контрольных мероприятия по графику.***

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре течения учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

Критерии формирования оценок по контрольным точкам (контрольные работы; коллоквиум)

(6 баллов) - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, решено 100% задач;

(5 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме практической работы, допуская незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

(4 балла) – ставится за работу, если магистр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

(менее 4 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50 % задач.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов направлена на изучение теоретических основ метода, его аппаратного исполнения и возможностей. Уровень освоения материала проверяется собеседованием при подготовке к выполнению лабораторной работы и письменным отчетом (протоколом) о выполненной работе. Текущий контроль проводится в форме экзамена.

Вопросы для самоконтроля

1. Как доказать, что наблюдаемый предельный ток имеет диффузионную природу?

2. Для какого типа электрода и для какого режима его работы справедливо уравнение конвективной диффузии?
3. Какие параметры и коэффициенты, вычисленные из вольтамперных характеристик, характеризуют электрокаталитическую активность электродов?
4. Напишите известные вам электрохимические процессы, которые протекают в диффузионном режиме.
5. По каким формулам можно рассчитать коэффициент переноса и ток обмена?
6. Как можно повысить скорость электрохимических процессов, протекающих в диффузионном режиме?
7. Какие механизмы катодного восстановления водорода вам известны?
8. В каком случае скачок потенциала в эквипотенциальной точке выражен более резко: а) слабая кислота титруется сильным основанием, б) сильная кислота титруется сильным основанием?
9. Какова зависимость измеряемого предельного тока от потенциала электрода и концентрации анализируемого вещества?
10. Как найти число электронов, участвующих в электродном процессе?
11. В чем заключается метод снятия кривых заряжения? Какие параметры электрода можно определить этим методом?
12. Почему различаются количества электричества, затраченные на катодную поляризацию и на окисление сорбированного водорода?
13. Что такое разрядная (зарядная) характеристика аккумулятора?
14. Что такое величина емкости электрода и от каких факторов она зависит?
15. Какие стадии анодного и катодного процессов могут быть лимитирующими?
16. Каковы причины, обуславливающие различие вольт-амперных характеристик ХИТ при различных температурах?
17. Термодинамика растворов электролитов. Коэффициенты активности ионов и методы их определения. Равновесия в растворах электролитов.
18. Основные положения теории замедленного разряда. Ток обмена. Зависимость скорости реакции от температуры. Влияние структуры двойного электрического слоя и природы электрода на скорость стадии разряда.
19. Аккумуляторы с неводными растворами электролитов.
20. Теория кислот и оснований. Виды ион-ионного взаимодействия в растворах электролитов, ассоциация ионов. Применение теории Дебая—Хюккеля к растворам сильных и слабых электролитов.
21. Понятие о полном и свободном заряде электрода. Потенциалы нулевого свободного и нулевого полного заряда; методы их определения.
22. Понятие электродного потенциала; стандартный электродный потенциал. Уравнение Нернста. Концепция электронного равновесия на границе электрод—раствор.
23. Основные положения теории замедленного разряда. Ток обмена. Зависимость скорости реакции от температуры.
24. Литий - полимерный аккумулятор.

25. Механизм образования и принципы экспериментальных методов изучения двойного электрического слоя. Электрокапиллярные явления на жидких и твердых электродах. Поверхностный избыток, адсорбционное уравнение Гиббса.
26. Механизм реакции выделения водорода и электровосстановления кислорода на различных электродах. Роль адсорбции поверхностно-активных веществ в электрохимической кинетике.
27. Топливные элементы.
28. Электрокатализ. Сорбция и адсорбция водорода электродными материалами. Важнейшие типы электродных материалов.
29. Модельные теории двойного слоя. Вывод уравнений для заряда электрода в теориях Гуи- Чапмена, Штерна и Грэма. Эффект Есина - Маркова.
30. Фундаментальные аспекты электрохимии проводящих полимеров. Явление электрохимической интеркаляции. Электрохимические свойства интеркалированных материалов.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации. Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Механизм элементарного акта переноса электрона» в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ

1. Соотношение Бренстеда и теория активации электродной реакции. Температурная зависимость скорости электродной реакции.
2. Химический потенциал электрона, абсолютный скачок потенциала и энергия сольватации в электрохимической кинетике.
3. Безбарьерные и безактивационные электродные процессы.
4. Кинетические уравнения разряда
5. Ион в полярном растворителе.
6. Элементарный акт переноса электрона.
7. Адиабатические и неадиабатические переходы.
8. Квантовые и классические степени свободы.
9. Перенос протона.
10. Безбарьерный разряд.
11. Изотопный кинетический эффект на металлах с высоким перенапряжением водорода.
12. Влияние природы металла, потенциала и природы доноров протона на изотопный кинетический эффект и предэкспоненциальный множитель.

Влияние природы растворителя на элементарный акт разряда доноров протона.

13. Элементарный акт процесса, сопровождающегося движением тяжелых частиц.
14. Теория квазибарьерных и квазибезактивационных процессов.
15. Анодное выделение хлора на графите.
16. Хлорная реакция на оксинорутениевых-оксотитановых анодах.
17. Изотопный кинетический эффект и ψ -потенциал.
18. Проблема локализации разряжающегося иона.
19. Выделение водорода на некоторых сплавах.
20. Механизм разложения амальгам.

Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:

«отлично» (91 балл) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок, решено 100% задач;

«хорошо» (81 балл) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

«удовлетворительно» (51балл) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач;

«неудовлетворительно» (до 36 баллов) – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальная сумма (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в

течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 30 баллов).

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Оценка «отлично» – от 91 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы. Все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному. На экзамене студент демонстрирует глубокие знания предусмотренного программой материала, умеет четко, лаконично и логически последовательно отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо» – от 81 до 90 баллов – теоретическое содержание курса освоено, необходимые практические навыки работы сформированы, выполненные учебные задания содержат незначительные ошибки. На экзамене студент демонстрирует твердые знания основного (программного) материала, умеет четко, грамотно, без существенных неточностей отвечать на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» – от 61 до 80 баллов – теоретическое содержание курса освоено не полностью, необходимые практические навыки работы сформированы частично, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки. На экзамене студент демонстрирует знание только основного материала, ответы содержат неточности, слабо аргументированы, нарушена последовательность изложения материала.

Оценка «неудовлетворительно» – от 36 до 60 баллов – теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий. На экзамене студент демонстрирует незнание значительной части программного материала, существенные ошибки в ответах на вопросы, неумение ориентироваться в материале, незнание основных понятий дисциплины.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции ПК-2 представлены в таблице 7.

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения	Основные показатели	Вид оценочного
----------------------------	----------------------------	-----------------------

(компетенции)	оценки результатов обучения	материала, обеспечивающие формирование компетенций
ПК-2 - владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	<p>Знать: - принципиальные основы, возможности и ограничения применения электрохимических методов исследования химических объектов;</p> <p>Уметь: - проводить комплексный анализ получаемых продуктов, исследование физико-химических закономерностей и контролировать протекание процессов на серийном и сложном научном оборудовании;</p> <p>Владеть: - теоретическими основами и практическими навыками работы на серийном и сложном научном оборудовании .</p>	Устный опрос типовые тестовые задания типовые оценочные материалы к экзамену

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Ю.Я. Лукомский, Д.Ю. Гамбург Физико-химические основы электрохимии.: Учебник. Изд. дом «Интеллект», 2008, – 424с.
2. Миомандр Ф., Садки С., Одебер П., Меале-Рено Р. Электрохимия. – М.: Изд-во Техносфера, 2008 – 360с. <http://www.tehnosphera.ru>
3. Степанов В.П. Основные вопросы электрохимии расплавленных солей. Екатеринбург: РИО УРО РАН, 2012. – 292с
4. Электрохимия расплавленных солей [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Ю.П. Зайков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС

АСВ, 2014.— 88 с.— Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/68317.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Контрольные задания и тесты по курсу «Теоретическая электрохимия» [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015.— 44 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63690.html>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная

1. Калиткин Н- Н. Численные методы. - М.: Наука, 1978.
2. Двойной слой и электродная кинетика/ Под ред. В. Е. Казаринова. - М.: Наука, 1981.
3. Кинетика сложных электрохимических реакций. - М.: Наука, 1981.
4. А. И. Данилов. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия в электрохимии поверхности. / Успехи химии, 1995, т. 64, № 8, с. 818 -834.
5. Корыта И., Дворжак И., Богачкова В. Электрохимия. - М.: Мир, 1977.
6. Справочник по электрохимии/ Под ред. А.М. Сухотина.- Л.Химия, 1981.- 488 с.
7. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А. Электрохимия. - М.: Высшая школа, 1987.
8. Аналоговые интегральные схемы /Под ред. Дж. Конноли. - М.: Мир, 1977.
9. Дамаскин Б.Б., Петрий. О. А. Введение в электрохимическую кинетику. - М.: Высшая школа, 1983.
10. Калашников С.Г. Электричество. - М.: Наука, 1977.
11. Делахей П. Новые приборы и методы в электрохимии. - М.: ИЛ, 1957.
12. Методы измерений в электрохимии/ Под ред. Э. Егера и А. Залкинда. - М.: Мир, 1977, т.1 и 2.
13. Плесков Ю. В., Филиновский В. Ю.. Вращающийся дисковый электрод. - М.: Наука, 1972.
14. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
15. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>
профессиональные поисковые системы:
16. Полнотекстовая база данных ScienceDirect: URL: <http://www.sciencedirect.com>.

Интернет-ресурсы

Виртуальные приборы (virtual instruments) - компьютерные программы, исполняющие, с помощью компьютера и относительно несложного

оборудования ([аналого-цифровых и цифроаналоговых преобразователей, датчиков и исполнительных устройств](#)), функции различных приборов. Виртуальные приборы используют как для замены обычных приборов, так и для реализации уникальных измерений, для которых нет обычных приборов.

Виртуальные приборы в физико-химическом эксперименте можно найти на сайте: Virtulab.ru

Базы данных

Для самостоятельной, индивидуальной работы, подготовки проектных и исследовательских работ по педагогической практике рекомендуется использовать электронно-библиотечную систему (ресурсы информационного центра ФГБОУ ВО КБГУ обеспечивающий доступ к ряду международных издательств и баз данных:

1. SciVerse Scopus(<http://www.scopus.com>)
2. ЭБС IPR BOOKS (<http://iprbookshop.ru/>)
3. ЭБС «Консультант студента» (<http://www.studentlibrary.ru>)
4. Web of Science (WOS) (<http://webofknowledge.com>).

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Интерактивный класс, оснащенный оборудованием: стендами, информационно-измерительными системами, электронными средствами обучения и контроля знаний студентов.

Компьютерный класс.

Методический кабинет.

Лаборатория высокотемпературной электрохимии.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий	Перечень оборудования и технических средств обучения
1.	Лекционные аудитории	№203, 211, 322; интерактивная доска, 3 комплекта видео-презентационного оборудования (проектор, экран, ноутбук)
2.	Компьютерные классы	Компьютерное оборудование с программным обеспечением для проведения тестов при контроле текущей успеваемости.
3.	Лаборатории 121, 126, 108	Практические работы выполняются с использованием современного лабораторного оборудования: Потенциостат/гальваностат PAR 2273 Электрохимический комплекс Autolab PGSTAT 30 Потенциостат/гальваностат Elektroflex 473 управление которыми возможно только с использованием соответствующих

		компьютерных программ: Autolab. PAR-Ametek. Elektroflex.
--	--	--

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);
- Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;
- AltLinux (Альт Образование 8);

свободно распространяемые программы:

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается: 1. Альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих; 2. Присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации; 4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (Дополнений)
в рабочую программу по дисциплине
«Механизм элементарного акта переноса электрона»
по направлению подготовки 04.04.01. «ХИМИЯ»
на 2022/ 2023 учебный год

№	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры неорганической и физической химии
протокол № _____ от «_____» _____ 2022 г.

Заведующий кафедрой _____ Х.Б. Кушхов