

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАР-
СТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института химии
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"05" октября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
Электрохимия электролитов

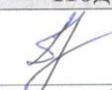
Направление подготовки бакалавриата
04.03.01 Химия

Профиль подготовки бакалавриата
Физическая химия
Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Гамаюнова Ирина Михайловна		05.10.2021
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		05.10.2021
Заведующий кафедрой	Казаринов Иван Алексеевич		05.10.2021
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электрохимия электролитов» является формирование у будущего специалиста

- понимания теоретических основ неравновесных процессов в проводниках 2-го рода;
- способности использовать полученные знания при решении типичных электрохимических задач;
- умения самостоятельно организовывать свою практическую деятельность

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Электрохимия электролитов» (Б1.В.ДВ.06.02) является дисциплиной по выбору и относится к блоку Б1 Дисциплины (Модули), к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана ООП и изучается в 8 семестре.

Она обеспечивает содержательную взаимосвязь со всеми дисциплинами профиля подготовки «Физическая химия». Материал дисциплины базируется на знаниях по математике (дифференциальное и интегральное исчисление, векторная алгебра), физике (проводники первого и второго рода, электропроводность, дефекты в кристаллах), физической химии (неравновесные процессы в растворах электролитов), электрохимии твердого тела (ионная проводимость твердых тел) в объеме курсов ООП по направлению 04.03.01 Химия и является основой для выполнения ВКР.

3 Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен владеть системой фундаментальных химических понятий и законов	ПК-1.1. Понимает основные принципы, законы, методологию изучаемых химических дисциплин, теоретические основы физических и физико-химических методов исследования. ПК-1.2. Использует фундаментальные химические понятия в своей профессиональной деятельности ПК-1.3. Интерпретирует полученные результаты, используя базовые понятия химических дисциплин	Знать: - основные законы электропроводности в проводниках 2 рода; - движущие силы и механизм электропроводности в проводниках 2 рода. - основные методы синтеза твердых электролитов и суперионных проводников Уметь: -применять полученные знания в научно-исследовательской и производственной деятельности; - применять навыки про-

		<p>ведения эксперимента, полученные в ходе выполнения лабораторных работ, при проведении самостоятельных научных исследований</p> <p>Владеть: методами проведения электрохимического эксперимента с использованием современного научно-исследовательского оборудования (потенциостаты, программаторы и т.п.)</p>
--	--	---

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет составляет 3 зачетных единицы (108 часов)

№ п/п	Раздел дисциплины	Се м е с т р	Н е д е л я с е м е с т р а	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)	
				лек-ции	Лабораторные		са м. ра б.	все-го		
					Об щая тру до-ем-кость	Из них – прак-тическая под-готовка				
1	Раздел 1. Электрохимия твердых электролитов	8	8-11	8	16	8	16		40	Посещаемость, активность на лекции Теоретический отчет Письменный отчет в лабораторном журнале
1.1	Твердые электролиты и электроды. Классификация твердых электролитов	8	8	1	2	1	2		4	
1.2	Теория дефектов в ионных кристаллах	8	8	1	2	1	2		4	
1.3	Ионные проводники. Феноменологическое описание явлений переноса. Основное уравнение ионной проводимости твердого тела. Ионная проводимость нитевидных кристаллов. Перенос ионов в стеклах Явления переноса в ионно-	8	9	1	2	1	2		4	

	обменных мембранах									
1.4	Диффузия в ионных кристаллах. Числа переноса в ионных кристаллах	8	9	2	6		2		10,5	
1.5	Суперионные проводники. Температурная зависимость ионной электропроводности	8	10	1	3		2		6,5	
1.6	Методы получения суперионных проводников	8	10	1	3		2		6,5	
1.7	Экспериментальные методы изучения твердых электролитов	8	11	1	3		2		6,5	
1.8	Характеристики некоторых катионных проводников.	8	11	1	3		2		6,5	
2	Раздел 2 Электрохимия электролитов на основе апротонных растворителей.	8	12-13	4	8	4	8		20	Посещаемость, активность на лекции Теоретический отчет. Письменный отчет по лабораторной работе Дискуссия, ситуационная задача
2.1	Свойства индивидуальных апротонных растворителей и их смесей	8	12	1	2	1	2		5	
2.2	Электропроводность электролитов на основе апротонных растворителей. Влияние концентрации, температуры, физико-химических свойств раствора	8	12	1	2	1	2		5	
2.3	Электродные процессы в неводных растворах	8	13	1	2	1	2		5	
2.4	Электролитные системы для литиевых источников тока	8	13	1	2	1	2		5	
3	Раздел 3 Электрохимия расплавленных солей	8	14	2	4	2	6		12	Посещаемость, активность на лекции Дискуссия
3.1	Строение расплавленных солей	8	14	1	2	1	2		6	
3.2	Электропроводность и перенос ионов в расплавленных солях	8	14	0,5	1	0,5	2		6	
3.3	Электролиз расплавленных солей	8	14	0,5	1	0,5	2		12	
	Промежуточная аттестация	8								зачет
	Итого		8-14	14	28	14	30		72	

Перечень лабораторных работ

№ п/п	№ темы дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1.4	Определение чисел переноса в ТЭЛ по методу Тубандта
2	1.3	Определение электропроводности ТЭЛ:

		четырёхзондовый метод на постоянном токе, измерения с двумя инертными электродами на переменном токе, измерения на постоянном токе с двумя обратимыми электродами
3	1.7	Определение параметров ионного транспорта (коэффициент диффузии, подвижность) в твердом электролите методами включения (импульсный потенциостатический, импульсный гальваностатический), методом импедансометрии
4	2.2	Определение электропроводности электролитного раствора методом переменного тока

Содержание дисциплины «Электрохимия электролитов»

Введение

Раздел 1. Электрохимия твердых электролитов

1.1 *Твердые электролиты и электроды.* Классификация твердых электролитов. Кристаллические электролиты. Ионные кристаллы. Твердые электролиты с высокой проводимостью. Комплексные ионы. Ионные органические кристаллы. Кристаллы со смешанным типом связи. Ковалентные и молекулярные кристаллы. Дефектные кристаллические электролиты: стехиометрические кристаллы, нестехиометрические кристаллы. Аморфные электролиты: стекла, ионообменные смолы, полимеры. Твердые растворы

1.2 *Теория дефектов в ионных кристаллах*

Точечные «дефекты по Френкелю» и Шоттки, антифренкелевские дефекты. Примесные ионы (неконтролируемые и специально введенные). Типы протяженных дефектов. Собственная и примесная структурная разупорядоченность. Дефектные структуры. Радиационные эффекты. Дислокации. Свойства дефектов: концентрация дефектов в чистых кристаллах, в кристаллах с примесями. Частоты перескоков. Численные значения параметров дефектов: энтропии образования, энтальпии прыжка (энергии активации). Диффузия и подвижность дефектов.

Экспериментальные методы определения дефектов.

1.3. *Ионные проводники*

Ионные процессы в твердых телах. Классификация ионных проводников. Феноменологическое описание явлений переноса. Основное уравнение ионной проводимости твердого тела. Проводимость в сильных и слабых электрических полях.

Особенности строения двойного электрического слоя в твердых электролитах. Эффект решеточного насыщения.

Ионная проводимость. Общая формула. Температурная зависимость при наличии подвижных дефектов одного типа., при наличии подвижных дефектов нескольких типов. Изотермы проводимости.

Взаимодействия дальнего порядка. Кулоновские силы. Подвижность и проводимость. Концентрация дефектов.

Ионная проводимость нитевидных кристаллов.

Перенос ионов в стеклах. Катионная проводимость и состав стекол. Кварцевое стекло. Влияние щелочных оксидов на электропроводность. Влияние малоподвижных катионов на электропроводность. Влияние природы различных сеткообразующих ионов на электропроводность. Полищелочной эффект. Электронная проводимость в стеклах.

Явление переноса в ионообменных мембранах. Уравнение Нернста-Планка. Термодинамика необратимых процессов. Теория абсолютных скоростей. Диффузия через мембраны. Доннановское равновесие. Мембранные потенциалы: концентрационные, бионные, полиионные, электротермические, потенциал течения. Потоки ионов при наложении электрического поля. Электроосмос. Аномальный осмос. Применение ионообменных мембран.

1.4 *Диффузия в ионных кристаллах.*

Диффузия. Первый закон Фика. . Основные практически важные уравнения диффузии. Решения при постоянном значении D . Диффузия из бесконечного тонкого слоя. Диффузия из области с постоянной концентрацией. Решения для D , зависящего от концентрации. Диффузия радиоактивных изотопов. Зависимости от температуры. Сравнение электропроводности и диффузии. Фактор корреляции. Коэффициенты самодиффузии (по свободным вакансиям, по парам вакансий, по парам примесь-вакансия). Коэффициенты диффузии примесей (изовалентных ионов, гетеровалентных ионов). Факторы корреляции. Сравнение коэффициентов диффузии изотопов с ионной проводимостью. Измерения коэффициентов диффузии.

Числа переноса в ионных кристаллах. Измерения чисел переноса. Методы Тубандта. Измерения с растворимым анодом без защитных электролитов. Измерения с растворимым анодом и защитными электролитами вблизи катода. Измерения со смешанными проводниками. Измерения чисел переноса в монокристаллах.

1.5. Суперионные проводники

Суперионная проводимость твердых тел. Процессы переноса заряда в суперионных проводниках (прыжковая, стохастическая модели, модель «квазисвободных ионов», модель ионной проводимости в стеклах, модель «сильного электролита»). Особенности кристаллической структуры суперионных проводников. Влияние границ зерен и пористости на проводимость. Температурная зависимость ионной электропроводности. Уравнения Аррениуса и Фогеля-Таммана-Фулчера.

1.6. Методы получения суперионных проводников

Физико-химические принципы систематического подхода к созданию суперионных материалов. Твердофазный синтез твердых электролитов. Золь-гель технология. Синтез под высоким давлением. Синтез дисперсных твердых электролитов. Выращивание монокристаллов. Получение суперионных проводников в виде пленок. Синтез стекол.

1.7. Экспериментальные методы изучения ионного транспорта в твердых электролитах

Методы измерения ионной проводимости (1-, 2-х, 3-х электродные, 4-х электродный (зондовый), бесконтактные методы). Импедансная спектроскопия (основные концепции метода). Импульсные гальваностатический и потенциостатический методы (методы включения).

1.8 Характеристики некоторых катионных проводников

Серебропроводящие твердые электролиты. Медьпроводящие твердые электролиты. Литийпроводящие твердые электролиты. Натрийпроводящие твердые электролиты. Твердые электролиты с переносом заряда одновалентными (Rb^+ , Tl^+ , Cs^+) и поливалентными катионами.

Раздел 2. Электрохимия электролитов на основе апротонных растворителей

2.1. Свойства индивидуальных апротонных растворителей и их смесей.

Классификация растворителей. Системы классификации, основанные на физических свойствах, на химических свойствах. Молекулярное строение жидкостей и статистический расчет их свойств. Аполярные и диполярные апротонные растворители (классификация по Паркеру). Дипольный момент и диэлектрическая проницаемость. Донорные и акцепторные растворители (классификация по Льюису). Донорное и акцепторное числа. Вязкость. Плотность. Способность к сольватации. Методы исследования сольватации.

Общая схема равновесий в растворах. Ассоциативно-диссоциативные процессы. Образование продуктов присоединения (сольватация). Ионизация. Электролитическая диссоциация. Влияние растворителя на равновесие в химических системах.

Термодинамика растворов неэлектролитов. Термодинамика растворов электролитов. Растворимость солей в неводных растворителях. Коэффициенты активности электролитов в апротонных растворителях.

2.2 Электропроводность электролитов на основе апротонных растворителей.

Дифференцирующее и нивелирующее действие растворителей на силу электролитов. Механизм электролитической диссоциации в апротонных системах. Влияние на электропроводность раствора природы растворителя, концентрации раствора. Уравнения Онзагера, Шедловского, Фуосса-Онзагера, Робинсона-Стокса. Зависимость электропроводности от физических свойств среды (вязкости, диэлектрической проницаемости). Температурная зависимость электропроводности. Перенос и подвижность ионов в разбавленных и концентрированных растворах.

2.3 Электродные процессы в неводных растворах.

Электродное равновесие. Природа электродных потенциалов. Зависимость ЭДС электрохимических цепей от свойств растворителя и природы электролита.. Особенности потенциометрических явлений в неводных растворителях.

Кинетика электродных процессов в неводных растворах. Некоторые особенности эксперимента при использовании неводных растворителей в полярографии.

Электрохимическое выделение металлов. Стадии электроосаждения и перенапряжение процесса.

Анодное поведение металлов. Электрохимическое растворение. Коррозия металлов в неводных растворителях.

2.4. Электролитные системы для литиевых источников тока

Типы подобных электролитных систем. Требования к ним: высокая ионная проводимость в широком интервале температур, совместимость с конструкционными материалами ХИТ, широкая область электрохимической устойчивости, селективность растворяющих свойств, термическая стабильность. Растворители и соли, используемые в литиевых ХИТ. Взаимодействие лития с растворителями (пропиленкарбонат, этиленкарбонат) и газами (O_2 , CO_2 , N_2). Пассивационная теория устойчивости лития в окружающей среде

Раздел 3. Электрохимия расплавленных солей

3.1 Физико-химические свойства расплавленных солей

Общие сведения: температура плавления, плотность (методики измерения), вязкость (методики измерения), межфазное натяжение (методики измерения), электрокапиллярные явления.

3.2. Строение расплавленных солей

Механизм плавления и дырочная модель жидкости. Ионные расплавленные соли. Расплавленные соли с промежуточным типом связи. Теория совершенных ионных растворов. Строение бинарных расплавов. Строение криолитноглиноземных расплавов. Строение эвтектик. Строение систем металл-соль.

3.3 Электропроводность и перенос ионов в расплавленных солях

Электропроводность индивидуальных расплавленных солей. Температурная зависимость электропроводности. Влияние на электропроводность вязкости и структуры расплавленных солей. Зависимость электропроводности от природы соли. Электропроводность смесей солей. Перенос ионов в расплавленных солях. Электропроводность системы электрод-электролит.

3.4 Электрохимические процессы в расплавленных солях

Электродные потенциалы и электродвижущие силы в расплавленных солях. Поляризация в расплавленных солях и методы ее определения. Катодные процессы в расплавленных солях. Анодные процессы в расплавленных солях.

3.5. Практическое применение расплавленных солей.

Электролиз расплавленных солей. Общие положения. Выход по току при электролизе. Зависимость от температуры. Химические и диффузионные потери. Совместный разряд катионов. Электролитическое получение металлов (щелочные металлы, щелочноземельные металлы, алюминий, тугоплавкие металлы). Электролитическое получение сплавов.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

Изучение дисциплины «Электрохимия электролитов» предусматривает наряду с традиционными образовательными технологиями использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

К интерактивным формам проведения занятий относятся:

- 1) дискуссии по разделам дисциплины и темам лабораторных работ, вырабатывающие у обучающегося навыки химического мышления и постановки эксперимента;
- 2) ситуационные задачи, возникающие в промышленности при использовании электролитов (создание литиевых ХИТ, суперионных конденсаторов, электролиз расплавов электролитов);
- 3) Наличие соответствующего современного оборудования и широкий набор объектов исследования позволяет работать с каждым студентом индивидуально, что повышает его самостоятельность в выборе метода исследования под конкретную задачу, ответственность за сам процесс проведения эксперимента и получение конкретного результата.

Предполагается две дискуссии (темы 2.1 и 3.3) и один разбор конкретной ситуации (тема 2.4)

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении лабораторных работ, при выполнении работы по индивидуальному научному плану в рамках научной тематике кафедры, формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии электрохимического эксперимента происходит в рамках индивидуальных отчетов, разборах конкретных ситуаций и дискуссий.

Адаптивные технологии, применяемые при обучении студентов с ОВЗ и инвалидностью

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляется возможность дистанционного освоения её теоретической части путем распространения текста лекций, заданий и их контроля через интернет, а также индивидуальных консультаций с применением как электронной почты, так и визуального общения с использованием интернет-технологии «Скайп», при необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов предполагает освоение теоретического материала, подготовку к лабораторным работам и их оформление (навыки ведения лабораторного журнала), решение домашних задач, подготовку к текущему и промежуточному контролю. Форма промежуточного контроля – зачет.

Вопросы для самостоятельной подготовки к текущему (теоретические отчеты по разделам дисциплины) и промежуточному контролю (зачет).

Тема 1. Электрохимия твердых электролитов

1. Твердые электролиты и электроды.
2. Классификация твердых электролитов.
3. Кристаллические электролиты.
4. Ионные кристаллы. Твердые электролиты с высокой проводимостью.
5. Комплексные ионы. Ионные органические кристаллы. Кристаллы со смешанным типом связи.

6. Ковалентные и молекулярные кристаллы.
7. Дефектные кристаллические электролиты: стехиометрические кристаллы, нестехиометрические кристаллы.
8. Аморфные электролиты: стекла, ионообменные смолы, полимеры
9. Твердые растворы. Теория кристаллических твердых растворов электролитов.
10. Статистическая механика кристаллических электролитов.
11. Теория дефектов в ионных кристаллах.
12. Точечные «дефекты по Френкелю» и Шоттки, антифренкелевские дефекты.
13. Примесные ионы (неконтролируемые и специально введенные).
14. Типы протяженных дефектов.
15. Собственная и примесная структурная разупорядоченность.
16. Дефектные структуры. Радиационные эффекты. Дислокации
17. Экспериментальные характеристики образования пар ион-дефект
18. . Свойства дефектов: концентрация дефектов в чистых кристаллах, в кристаллах с примесями.
19. Частоты перескоков.
20. Диффузия и подвижность дефектов.
21. Электрохимия твердых электролитов. Ионные проводники, их классификация.
22. Основное уравнение ионной проводимости твердого тела
23. Феноменологическое описание явлений переноса.
24. Проводимость в сильных и слабых электрических полях
25. Особенности строения двойного электрического слоя в твердых электролитах. Эффект решеточного насыщения
26. Особенности строения двойного электрического слоя в твердых электролитах
27. Ионная проводимость нитевидных кристаллов.
28. Перенос ионов в стеклах
29. Катионная проводимость и состав стекол. Кварцевое стекло. Влияние щелочных оксидов на электропроводность. Влияние малоподвижных катионов на электропроводность. Влияние природы различных сеткообразующих ионов на электропроводность
30. Полищелочной эффект
31. Электронная проводимость в стеклах
32. Явление переноса в ионообменных мембранах.
33. Уравнение Нернста-Планка.
34. Термодинамика необратимых процессов. Разрывные и непрерывные системы. Теоретические подходы Шпиглера. Электрокинетические явления.
35. Теория абсолютных скоростей.
36. Диффузия через мембраны. Самодиффузия. Взаимодиффузия. Многоионная диффузия. Поток электролита.
37. Доннановское равновесие.
38. Мембранные потенциалы. Концентрационные потенциалы. Бионный потенциал. Полиионные потенциалы. Электротермический потенциал. Потенциал течения.
39. Потоки ионов при наложении электрического поля.
40. Электроосмос. Аномальный осмос.
41. Применение ионообменных мембран.
42. Суперионные проводники. Общая характеристика
43. Суперионная проводимость твердых тел.
44. Процессы переноса заряда в суперионных проводниках.

45. Особенности кристаллической структуры суперионных проводников. Влияние границ зерен и пористости на проводимость.
46. Температурная зависимость ионной электропроводности. Уравнения Аррениуса и Фогеля-Таммана-Фулчера
47. Модели переноса заряда в суперионных проводниках (прыжковая, стохастическая модели, модель «квазисвободных ионов», модель ионной проводимости в стеклах, модель «сильного электролита»)
48. Особенности кристаллической структуры суперионных проводников. Влияние границ зерен и пористости на проводимость.
49. Методы получения суперионных проводников
50. Физико-химические принципы систематического подхода к созданию суперионных материалов.
51. Твердофазный синтез твердых электролитов.
52. Золь-гель технология. Синтез под высоким давлением.
53. Синтез дисперсных твердых электролитов.
54. Выращивание монокристаллов.
55. Получение суперионных проводников в виде пленок.
56. Синтез стекол.
57. Экспериментальные методы изучения ионного транспорта в твердых электролитах
58. Методы измерения ионной проводимости (1-, 2-х, 3-х электродные, 4-х электродный (зондовый), бесконтактные методы).
59. Импедансная спектроскопия (основные концепции метода).
60. Импульсные гальваностатический и потенциостатический методы (методы включения).
61. Примеры катионных твердых электролитов: синтез, характеристики.
62. Серебропроводящие твердые электролиты.
63. Медьпроводящие твердые электролиты.
64. Литийпроводящие твердые электролиты.
65. Натрийпроводящие твердые электролиты.
66. Твердые электролиты с переносом заряда одновалентными (Rb^+ , Tl^+ , Cs^+) и поливалентными катионами.

Тема 2. Электрохимия электролитов на основе апротонных растворителей.

1. Принципы классификации неводных электролитов
2. Системы классификации, основанные на физических свойствах, на химических свойствах.
3. Молекулярное строение жидкостей и статистический расчет их свойств.
4. Аполярные и диполярные апротонные растворители (классификация по Паркеру).
5. Дипольный момент и диэлектрическая проницаемость.
6. Донорные и акцепторные растворители (классификация по Льюису).
7. Донорное и акцепторное числа.
8. Вязкость. Плотность.
9. Способность к сольватации. Методы исследования сольватации.
10. Общая схема равновесий в растворах.
11. Ассоциативно-диссоциативные процессы.
12. Образование продуктов присоединения (сольватация).
13. Ионизация.
14. Электролитическая диссоциация.
15. Влияние растворителя на равновесие в химических системах.
16. Темодинамика растворов неэлектролитов.

17. Термодинамика растворов электролитов.
18. Растворимость солей в неводных растворителях.
19. Коэффициенты активности электролитов в апротонных растворителях.
- 20.
21. Физико-химические свойства апротонных растворителей
22. Механизм электролитической диссоциации в апротонных системах
23. Электропроводность растворов электролитов на основе апротонных растворителей и факторы, влияющие на нее.
24. Дифференцирующее и нивелирующее действие растворителей на силу электролитов.
25. Механизм электролитической диссоциации в апротонных системах. Влияние на электропроводность раствора природы растворителя, концентрации раствора.
26. Уравнения Онзагера, Шедловского, Фуосса-Онзагера, Робинсона-Стокса.
27. Зависимость электропроводности от физических свойств среды (вязкости, диэлектрической проницаемости).
28. Температурная зависимость электропроводности.
29. Перенос и подвижность ионов в разбавленных и концентрированных растворах
30. Дифференцирующее и нивелирующее действие растворителей на силу электролитов
31. Механизм электролитической диссоциации в апротонных системах
32. Влияние на электропроводность раствора природы растворителя, концентрации раствора. Уравнения Онзагера, Шедловского, Фуосса-Онзагера, Робинсона-Стокса
33. Зависимость электропроводности от физических свойств среды (вязкости, диэлектрической проницаемости).
34. Температурная зависимость электропроводности
35. Перенос и подвижность ионов в разбавленных и концентрированных растворах
36. Электродные процессы в неводных растворах
37. Электродное равновесие. Природа электродных потенциалов
38. Зависимость ЭДС электрохимических цепей от свойств растворителя и природы электролита
39. Особенности потенциометрических явлений в неводных растворителях
40. Кинетика электродных процессов в неводных растворах. Некоторые особенности эксперимента при использовании неводных растворителей в полярографии
41. Электрохимическое выделение металлов. Стадии электроосаждения и перенапряжение процесса
42. Анодное поведение металлов. Электрохимическое растворение. Коррозия металлов в неводных растворителях
43. Электролитные системы для литиевых ХИТ
44. Требования к электролитным системам для литиевых ХИТ.
45. Растворители и соли, используемые в литиевых ХИТ.
46. Взаимодействие лития с растворителями (пропиленкарбонат, этиленкарбонат) и газами (O_2 , CO_2 , N_2).
47. Пассивационная теория устойчивости лития в окружающей среде

Тема 3. Электрохимия расплавленных солей

1. Физико-химические свойства расплавленных солей.
2. Плотность и ее методы измерения
3. Вязкость и ее методы измерения
4. Поверхностное натяжение и методы измерения
5. Электрокапиллярные явления

6. Строение расплавленных солей.
7. Механизм плавления и дырочная модель жидкости.
8. Ионные расплавленные соли.
9. Расплавленные соли с промежуточным типом связи. Теория совершенных ионных растворов.
10. Строение бинарных расплавов.
11. Строение криолитноглиноземных расплавов.
12. Строение эвтектик.
13. Строение систем металл-соль
14. Электропроводность и перенос ионов в расплавленных солях. Факторы, влияющие на них.
15. Электропроводность смесей солей
16. Электропроводность индивидуальных расплавленных солей.
17. Температурная зависимость электропроводности.
18. Влияние на электропроводность вязкости и структуры расплавленных солей.
19. Зависимость электропроводности от природы соли.
20. Перенос ионов в расплавленных солях.
21. Электропроводность системы электрод-электролит
22. Электрохимические процессы в расплавленных солях. Электродные потенциалы и электродвижущие силы в расплавленных солях. Поляризация в расплавленных солях и методы ее определения
23. Катодные и анодные процессы в расплавленных солях
24. Электролиз расплавленных солей. Выход по току. Причины потери металла
25. Электролитическое получение металлов и сплавов

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
8	10	15	0	15	0	30	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента
8 семестр

Лекции – от 0 до 10 баллов, оцениваются посещаемость (5 баллов), активность в аудитории (5 баллов)

Диапазон баллов	Критерий оценки
0 баллов	Посещение менее 40% лекционных занятий
1 балла	Посещение 40-64% лекционных занятий
2 балла	Посещение 65-84% лекционных занятий
3 балла	Посещение 85-100% лекционных занятий
5 баллов	Посещение 85-100% лекционных занятий и участие в лекционных дискуссиях

Лабораторные занятия – от 0 до 15 баллов (три лабораторных работы по 5 баллов каждая) оцениваются самостоятельность при выполнении работы (2 балла), грамотность в оформлении (1 балл), правильность выполнения.(2 балла)

Практические занятия – не предусмотрены

Самостоятельная работа – от 0 до 15 баллов (три лабораторных работы по 5 балла каждая), оцениваться качество подготовки к лабораторным занятиям: устный отчет по теории лабораторной работы (3 балла), правильное описание хода эксперимента (2 балла).

Автоматизированное тестирование – не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности (дискуссия (2), ситуационная задача (1) – от 0 до 30 баллов

	0	1-2	3-4	5
коллективный разбор ситуационных задач	Не работал	Принимал слабое участие в разборе ситуационных задач (менее 50% аудиторного времени)	Участвовал в разборе ситуационных задач, работая 50 - 79% аудиторного времени. Приводил уточняющие дополнения	Предлагал конкретные ситуационные задачи. Участвовал в разборе, работая более 80% аудиторного времени
Дискуссии (2)	Не участвовал в дискуссии	Способность выполнять задания, но отсутствие личной активности и самостоятельности при работе в команде	Проявление инициативы в работе команды, но отсутствие способности грамотно преподнести материал	Присутствуют групповые и индивидуальные элементы работы, активность и грамотная подача материала

(результаты умножаются на 2)

Промежуточная аттестация (зачет) — от 0 до 30 баллов. Зачет проходит в виде устного опроса: знание основных определений и законов (5 баллов), умение записать итоговые уравнения (10 баллов), анализ основных уравнений, пределы их применимости, практическая значимость (15 баллов).

при проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается от 25 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается от 20 до 24 баллов;

ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» оценивается от 15 до 19 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» от 0 до 14 баллов

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 8 семестр по дисциплине «**Электрохимия электролитов**» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «**Электрохимия электролитов**» в оценку (зачет):

55-100 баллов	зачтено
0-54 балла	не зачтено

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Кнотько А.В., Пресняков И.А., Третьяков Ю.Д. Химия твердого тела. Учебное пособие. –М.: Академия. 2006. 304 с. (24 экз.)
2. Гаврилов А.С. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники [Текст]: учебное пособие / А.С. Гаврилов, А.Н. Белов. М.: Издательский центр РИОР. М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2014. - 240 с. - ISBN 978-5-369-01299-4 : Б. ц. (ЭБС «ИНФРА-М»).
3. Электрохимия [Текст]: учеб. по направлению и специальности «Химия» / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. Москва: Химия, 2001. - 623 с. (и более поздние издания учебника)
4. Дамаскин, Б.Б. Электрохимия : учебное пособие / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-1878-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/58166>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение:

- 1) Microsoft Excel версии 2003 или новее или соответствующий аналог свободно распространяемых пакетов офисных приложений;
- 2) Microsoft Word версии 2003 или новее или соответствующий аналог свободно распространяемых пакетов офисных приложений.

Интернет-ресурсы:

1. Чуриков А.В. Электронный курс лекций Физхимия, 2 часть, “Электрохимия” 2012 г.. <https://www.sgu.ru/node/27/studentu/uchebnye-materialy>.
2. Чуриков А.В., Казаринов И.А. Электронный вариант курса лекций «Современные химические источники тока» // 1 файл; 1,7 Мб; 2012 год; размещено на сайте НБ СГУ в рубрике "ЭБ учебно-методической литературы" – http://library.sgu.ru/uch_lit/657.pdf.
3. И. М. Гамаюнова, М. М. Бурашникова, М.П. Смотров. «Электронные тестовые задания по электрохимии» [Электронный ресурс], 41 с, 2014 г. http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/1047.pdf
4. <http://window.edu.ru/window-catalog/files/r29641/asu008.pdf>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для чтения лекций

2. Мультимедийная установка.

3. Учебная лаборатория для выполнения лабораторных работ, оснащенная необходимым оборудованием (запоминающие осциллографы, программаторы, импульсные гальваностаты, "Autolab", специальные электрохимические ячейки, компьютеры с необходимым программным обеспечением, подключенные к системе Интернет.). УЛК-комплексы, совмещенные с компьютерами, потенциостаты, совмещенные с компьютерами, необходимые химические реактивы. Компьютеры оснащены лицензионным программным обеспечением Microsoft Office 2003, 2007, Mathcad,

Использование технических средств является доступным для широкого круга пользователей с ограниченными возможностями здоровья и позволяет осуществлять прием-передачу информации в доступной форме.

Место осуществления практической подготовки: учебные лаборатории Института химии.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.03.01 Химия и профилю подготовки «Физическая химия».

Автор: доцент кафедры физической химии, к.х.н., доцент И.М. Гамаюнова

Программа одобрена на заседании кафедры физической химии от 05 октября 2021 года, протокол № 2.