

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
физической химии



д.х.н., доц. О.А. Козадеров

10.04.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.10 Химические источники тока

1. Код и наименование специальности: 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
2. Специализация: Фундаментальная химия в профессиональном образовании
3. Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии
4. Форма обучения: Очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 1004 физической химии
6. Составители программы: Козадеров Олег Александрович, д.х.н., доц.
7. Рекомендована: НМС химического факультета от 27.03.2025, протокол № 10-03
8. Учебный год: 2028-2029 Семестр(ы): 7

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются:

ознакомление с физико-химическими основами процессов электрохимического преобразования энергии в гальванических элементах, аккумуляторах и топливных элементах.

Задачи учебной дисциплины:

- дать теоретические основы электрохимического преобразования энергии;*
- ознакомить с принципами энергоконверсии и аккумулирования энергии в электрохимических элементах различного типа, их устройством, материалами и протекающими процессами;*
- ознакомить с методами анализа информационных источников о способах электрохимической энергоконверсии и аккумулирования энергии, методами установления структуры и синтеза материалов, используемыми в процессе электрохимической энергоконверсии, расчетно-теоретическими методами исследования процессов электрохимической энергоконверсии с участием различных соединений и материалов.*

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Часть, формируемая участниками образовательных отношений блока 1. Дисциплины (модули).

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: владеть основами теории фундаментальных разделов химии; способностью применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, иметь навыки самостоятельной обработки результатов измерений, необходимые для установления природы явления и определения его количественных характеристик

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить сбор, систематизацию и критический анализ научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач химической направленности	ПК-1.1	Обеспечивает сбор научной, технической и патентной информации, необходимой для решения исследовательских задач	Знать: основные источники научной информации о принципах и методах электрохимической энергоконверсии Уметь: анализировать результаты решения практических задач Владеть: навыками формулирования выводов по использованию электрохимических энергоконверсионных установок для решения задач химической направленности
		ПК-1.2	Составляет аналитический обзор собранной научной, технической и патентной информации по тематике исследовательского проекта	Знать: теоретические основы экспериментальных методов изучения процессов электрохимической энергоконверсии Уметь: использовать сведения о теоретических основах электрохимической энергоконверсии при решении практических задач Владеть: навыками систематизации и анализа информационных источников о способах электрохимической энергоконверсии и аккумулирования энергии
ПК-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать	ПК-3.1	Систематизирует информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализирует ее и сопоставляет с литературными	Знать: принципы работы лабораторного оборудования для исследований в области электрохимической энергоконверсии и правила его эксплуатации Уметь: проводить теоретическое обобщение научных данных и результатов экспериментов и в области электрохимического

	перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии		данными	преобразования энергии Владеть: навыками оформления результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
		ПК-3.2	Определяет возможные направления развития работ и перспективы практического применения полученных результатов	Знать: основные методики проведения испытаний материалов для создания химических источников тока Уметь: использовать новые методы исследования при варьировании способа электрохимической энергоконверсии и типа химического источника тока Владеть: навыками выполнения прикладных экспериментальных работ по исследованию материалов для электрохимической энергоконверсии

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации – зачет.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			7		
Аудиторные занятия		108	144		
в том числе:	лекции	38	38		
	практические				
	лабораторные	38	38		
Самостоятельная работа		32	32		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации (зачет)					
Итого:		144	144		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Теоретические основы электрохимического преобразования энергии	Электрохимические технологии для экологически чистого преобразования энергии. Принципы прямого преобразования энергии химических реакций в электрическую энергию в химических источниках тока. Основные типы химических источников тока (ХИТ): первичные (гальванические) элементы, аккумуляторы, топливные элементы. Термодинамика ХИТ. Электродный потенциал. Максимальное напряжение. Напряжение разомкнутой цепи. Рабочее напряжение. Поляризация в ХИТ (омическая, электрохимическая, концентрационная). Вольтамперная характеристика ХИТ.	ЭУМК «Химические источники тока» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9903
1.2	Гальванические элементы	Первичные солевые и щелочные источники тока. Электрохимические и другие физико-химические процессы. Марганцево-цинковый солевой элемент. Марганцево-цинковый элемент с щелочным электролитом. Гальванические элементы с цинковым анодом. Литиевые гальванические элементы с твердым и жидким катодом. Резервные ХИТ. Металл-воздушные электрохимические технологии. Электрохимические процессы. Цинк-	

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
		воздушные элементы с щелочным электролитом. Алюминий-воздушные элементы с соевым и щелочным электролитом. Магний-воздушный элементы с соевым электролитом. Литий-воздушная технология.	
1.3	Аккумуляторы	Свинцово-кислотный аккумулятор. Термодинамика электрохимических процессов. Побочные процессы. Поляризация. Компоненты аккумулятора. Особенности обслуживания. Переработка аккумуляторного лома. Никель-металлгидридные аккумуляторы. Электрохимические процессы. Перезаряд и глубокий разряд. Термодинамика гидроксида металла на аноде. Кривые заряда/разряда. Особенности твердофазных процессов на катоде. Электролит. Литий-ионные аккумуляторы. Электрохимические процессы. Интеркаляция. Активные материалы анода и катода. Вольтамперные характеристики. Особенности заряда и разряда. Аккумуляторы для крупномасштабного хранения энергии. Жидкометаллические аккумуляторы. Система натрий-сера. Электрохимические процессы. Проточные аккумуляторы. Ванадиевые редокс-батареи. Электрохимические процессы. Электроды. Ионнообменные мембраны. Электролит.	ЭУМК «Химические источники тока» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9903
1.4	Электрохимические суперконденсаторы	Принцип действия электрического конденсатора. Емкость. Электрохимические конденсаторы (ионисторы). Идеальные ионисторы. Гибридные ионисторы. Псевдоконденсаторы. Двойнослойные суперконденсаторы и аккумуляторы: сравнение.	
1.5	Водородная энергетика. Топливные элементы	Производство водорода. Риформинг. Паровая конверсия. Частичное окисление. Автотермический риформинг. Газификация. Анаэробное разложение. Электролиз воды. Термодинамика и кинетика. Щелочной электролиз мембранный электролиз. Сжатие, очистка и хранение водорода. Электролиз воды под давлением. Электрохимическое сжатие водорода. Электрохимическая экстракция водорода. Очистка водорода от окиси углерода. Хранение водорода в форме гидридов. Фотоэлектрохимический способ получения водорода. Преобразование солнечной энергии в электроэнергию. Фотохимическое и фотоэлектрохимическое преобразование солнечной энергии. Процессы в полупроводниковых фотоэлектрохимических элементах. Фотоэлектролиз. Энергоконверсия в биокаталитических системах. Термодинамика и кинетика топливных элементов (ТЭ). Принципы работы ТЭ. Преимущества и недостатки. напряжение топливного элемента. Активационное перенапряжение. Омические потери. Концентрационная поляризация. Вольтамперная характеристика. Твердополимерные топливные элементы. Электрохимические процессы. Электрокатализ. Электроды. Мембрана. Производительность. Топливные элементы прямого окисления жидкого топлива. Метанольный топливный элемент.	

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
		Особенности электроокисления метанола. Мембранный электродный узел. Поляризационная кривая. Твердоокисленные топливные элементы. Электрохимические реакции. Твердые электролиты. Механизмы электропроводности. Электроды. Производительность. Расплавные карбонатные топливные элементы. Электрохимические процессы. Материалы анода и катода. Электролит. Металлокерамическая матрица. Расплавы. Вольтамперная характеристика. Преимущества и недостатки. Классические и нестандартные топливные элементы. Фосфорно-кислотные топливные элементы. Щелочные топливные элементы. Биологические топливные элементы. Безмембранные топливные элементы. Однокамерные твердоокисленные топливные элементы. Бескамерные твердоокисленные топливные элементы. Твердоокисленные топливные элементы с жидким оловянным анодом. Экологичность топливных элементов. Водород и глобальное потепление. Роль топливных элементов в изменении климата. Электрохимические технологии и загрязнение окружающей среды.	
2. Лабораторные занятия			
2.1	Теоретические основы электрохимического преобразования энергии	Определение электропроводности растворов электролитов для гальванических элементов и аккумулятора Определение термодинамических констант равновесия окислительно-восстановительных реакций в твердых электролитах Моделирование стационарных обратимых электродных процессов в электрохимическом элементе Моделирование стационарных квазиобратимых и необратимых электродных процессов в электрохимическом элементе Моделирование нестационарных диффузионно-контролируемых электродных процессов в электрохимическом элементе	ЭУМК «Химические источники тока» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9903
2.2	Гальванические элементы	Определение стандартных потенциалов электродов гальванического элемента Напряжение химических цепей Измерение напряжения концентрационной цепи и определение диффузионного потенциала Получение и анализ поляризационной кривой гальванического элемента	
2.3	Аккумуляторы	Испытание щелочного аккумулятора Исследование электрических характеристик свинцовых аккумуляторов Определение емкости литий-ионного аккумулятора по зарядно-разрядным кривым	
2.4	Электрохимические суперконденсаторы	Измерение емкости двойного электрического слоя на твердом электроде	
2.5	Водородная энергетика. Топливные элементы	Газовый водородный электрод Электролиз водных растворов электролитов Расчет и анализ поляризационной кривой	

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
		топливного элемента Моделирование твердополимерного топливного элемента Моделирование твердооксидного топливного элемента	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Теоретические основы электрохимического преобразования энергии	8	-	8	8	24
2	Гальванические элементы	10	-	10	8	28
3	Аккумуляторы	8	-	8	8	24
4	Электрохимические суперконденсаторы	6	-	6	4	16
5	Водородная энергетика. Топливные элементы	6	-	6	6	18
	Итого:	38	-	38	32	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Студенты знакомятся с теоретическим материалом в ходе лекционного курса. При освоении лекционного материала необходимо работать не только с конспектами лекций, но и с использованием рекомендованной учебной литературы и учебно-методических пособий (п.п. 15-16). На лабораторных занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу. Лабораторные занятия по изучаемой дисциплине проводятся для 1) ознакомления с теоретической основой работы, 2) основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами, 3) выполнения экспериментальной части работы, 4) обработки экспериментальных результатов, их обоснования в форме выводов и предоставления их для предварительной проверки преподавателю.

Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в обязательном оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

Контроль освоения теоретического материала проводится после прослушивания студентами лекционного материала по каждой теме в виде решения расчетных задач.

К зачету допускаются только студенты, выполнившие и отчитавшиеся по всем лабораторным работам, предусмотренным учебным планом.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей. Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине предоставляется на бумажном или электронном носителе, допускается присутствие ассистентов и сурдопереводчиков на занятиях. Промежуточная аттестация для таких студентов проводится в письменной форме с общими критериями оценивания; при необходимости время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации с использованием программ-синтезаторов речи, а также использование звукозаписывающих устройств на лекциях. На занятиях также может присутствовать ассистент. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование; время подготовки на зачете может быть увеличено.

Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата могут проходить часть занятий дистанционно. Промежуточная аттестация для них проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный

университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или "МООК ВГУ" (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Козадеров О.А. Современные химические источники тока : учебное пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский.— Санкт-Петербург ; Москва : Лань, 2016.— 132 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Дамаскин Б.Б. Электрохимия : [учебное пособие для студ., обуч. по направлению подгот. "Химия"] / Б.Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина .— Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015 .— 670 с
2	Дамаскин Б.Б. Основы теоретической электрохимии : учеб. пособие для студ. химич. спец. вузов / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий .— М. : Высшая школа, 1978 .— 238 с.
3	Дамаскин Б.Б. Введение в электрохимическую кинетику : учеб. пособие для студ. хим. спец. ун-тов / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий .— М. : Высшая школа, 1983 .— 399 с.
4	Багоцкий В.С. Основы электрохимии / В.С Багоцкий. — М. : Химия, 1988 .— 399 с.
5	Ротинян А.Л. Теоретическая электрохимия / А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина. — Л. : Химия, 1981 .— 422 с.
6	Измайлов Н.А. Электрохимия растворов / Н.А. Измайлов .— 3-е изд., исправ .— М. : Химия, 1976 .— 488с.
7	Никольский Б.П. Ионоселективные электроды / Б.П. Никольский, Е.А. Матерова .— Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1980 .— 239 с.
8	Шаталов А.Я. Практикум по физической химии : учеб. пособие для студ. химич. и химико-технол. спец. вузов / А.Я. Шаталов, И.К. Маршаков .— М. : Высшая школа, 1975 .— 284 с.
9	Практикум по электрохимии : учеб. пособие для химич. спец. вузов / Б.Б. Дамаскин [и др.]. — М. : Высш.шк., 1991 .— 287 с.
10	Потенциометрия. Ч.4: Практикум по специальности 011000- Химия / сост.: А.В. Введенский [и др.]. — 2003 .— 79 с. (№ 720).
11	Сборник задач по теоретической электрохимии : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Технология электрохимических производств" / под ред. Ф.И. Кукоза .— М. : Высшая школа, 1982 .— 159 с.
12	Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / сост.: А.В. Введенский [и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. - Ч. 3: Равновесные электродные системы .— 66 с.
13	Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А. Равделя, А.И. Пономаревой .— М. : Вербум-М, 2008 .— 230 с.
14	Добош Д. Электрохимические константы : справ. для электрохимиков / Д. Добош. — М. : Мир, 1980 .— 364 с.
15	Справочник по электрохимии / под ред. А.М. Сухотина .— Л. : Химия . Ленингр. отд-ние, 1981 .— 486 с.
16	Химические источники тока : справочник / под ред. Н.В. Коровина, А.М. Скундина .— М. : Изд-во МЭИ, 2003 .— 739 с.
17	Коровин Н.В. Электрохимическая энергетика / Н.В. Коровин .— М. : Энергоатомиздат, 1991.— 263 с.
18	Плесков Ю.В. Фотоэлектрохимическое преобразование солнечной энергии / Ю.В. Плесков. — М. : Химия, 1990. — 174 с.
19	Давтян О.К. Проблема непосредственного превращения химической энергии топлива в электрическую / О.К. Давтян ; АН СССР. Энергетический ин-т им. Г.М. Кржижановского .— М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1947 .— 142 с.
20	Методические указания к курсу "Экологически чистые источники энергии" по разделу "Топливные элементы" / сост. О.А. Козадеров. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009. URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m09-76.pdf

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1	http://www.en.edu.ru/ - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
2	http://window.edu.ru/ - информационная система «Единое окно доступа к образовательным

	ресурсам».
3	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
4	Информационно-телекоммуникационная система «Контекстум» (Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ») www.rucont.ru
5	ЭБС «Университетская библиотека on-line» естественные дисциплины. Доступ осуществляется по адресу: http://biblioclub.ru/
6	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
7	МООК «Современные химические источники тока» https://mooc.vsu.ru/course/view.php?id=2

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы
(учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / [А.В. Введенский и др.] .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018 .— 204, [1] с.
2	Сборник вопросов и задач по прикладной электрохимии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: Е.В. Бобринская, Н.В. Соцкая, О.А. Козадеров. Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019.
3	Кинетика электрохимических процессов. Граница раздела заряженных фаз. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие : для студентов 2, 3 и 4 курсов химического факультета, для направления 04.03.01 "Химия" и специальности 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" / Воронежский государственный университет ; составители: Е. В. Бобринская [и др.]. Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2022.
4	Электропроводность. Кинетика электрохимических процессов [Электронный ресурс] : лабораторный практикум : учебно-методическое пособие : [для студ. 2-го и 3-го курсов хим. фак. Воронеж. гос. ун-та, для направлений: 04.03.01- Химия, 04.03.02- Химия, физика и механика материалов и специальности 04.05.01- Фундаментальная и прикладная химия] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: О.А. Козадеров, А.В. Введенский, Е.В. Бобринская, В.Ю. Кондрашин, И.В. Протасова; науч. ред. О.А. Козадеров]. Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021.
5	Равновесные электродные системы. Потенциометрия [Электронный ресурс] : лабораторный практикум : учебно-методическое пособие : [для студ. 2-го и 3-го курсов хим. фак. Воронеж гос. ун-та, для направлений: 04.03.01- Химия, 04.03.02- Химия, физика и механика материалов и специальности 04.05.01- Фундаментальная и прикладная химия] / Воронеж. гос. ун-т ; [сост.: О.А. Козадеров, А.В. Введенский, С.Н. Грушевская, Н.Б. Морозова, Н.В. Соцкая; науч. ред. О.А. Козадеров]. Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации учебной дисциплины используются классические образовательные технологии без замены аудиторных занятий (лекции и лабораторные) на ДОТ. Проведение текущей аттестации осуществляется в устной форме в виде ответов на вопросы по материалу курса на лабораторных занятиях, защиты лабораторных работ, решения задач и выполнения письменных самостоятельных заданий для контроля самостоятельной работы студента. Элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров могут быть использованы при работе со студентами с ограниченными возможностями или при проведении тестирования по курсу.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционные занятия
Учебная (лекционная) аудитория 167 (семестр 3): типовое оборудование учебной аудитории, доска, ноутбук, проектор, экран.
Программные продукты, Microsoft Windows WinSvrStd 2012 RUS OLP; NL Acdmc 2 Proc; ПО ЭВМ

MicrosoftImagine; Premium Renewed Subscription
Лабораторные занятия Учебная лаборатория 177. Доска меловая, ученические и химические лабораторные столы, химические реактивы и химическая посуда, шкаф вытяжной, реактивы, весы аналитические, мультиметры, электроды, электрохимические ячейки. источники питания, установки для определения электропроводности, потенциостат-гальваностат IPC-compact, компьютеры, учебно-лабораторный комплекс «Электрохимия». Программные продукты, Microsoft Windows WinSvrStd 2012 RUS OLP; NL Acdmc 2 Proc; ПО ЭВМ MicrosoftImagine; Premium Renewed Subscription
Обеспечение лабораторного практикума - Лаборантская (лаб. 174): химические реактивы, оборудование и химическая посуда, аквадистиллятор.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, ауд. 271 - Дисплейный класс. Учебная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ - 12 шт, принтер лазерный HP - 3 шт, мультимедиа-проектор 2 шт, ноутбук, экран на треноге

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Теоретические основы электрохимического преобразования энергии	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	Контрольная работа
2.	Гальванические элементы	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-3.1 ПК-3.2	Контрольная работа, Лабораторная работа
3.	Аккумуляторы	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-3.1 ПК-3.2	Контрольная работа, Лабораторная работа
4.	Электрохимические суперконденсаторы	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1	Контрольная работа, Лабораторная работа
5.	Водородная энергетика. Топливные элементы	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1 ПК-3.1	Контрольная работа, Лабораторная работа
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет				Перечень вопросов к зачету

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущих и промежуточных аттестаций.

20.1. Текущий контроль успеваемости

Текущие аттестации проводятся в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущие аттестации проводятся в форме контрольной работы и тестового опроса в системе "Электронный университет ВГУ". Критерии оценивания приведены ниже.

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: контрольная работа.

Перечень заданий для контрольной работы

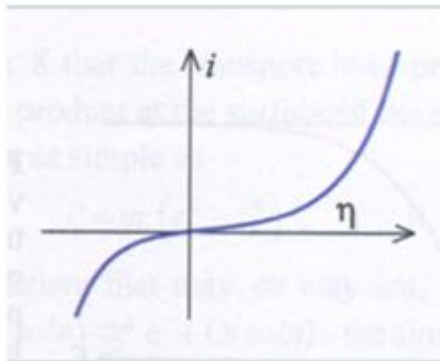
Вариант 1

Задание 1. Вставьте пропущенные слова: «Аккумулятор – химический источник тока (одноразового, многоразового) действия, содержит (неограниченное, ограниченное) количество реагентов, которые (обратимо, необратимо) потребляются в ходе (заряда, перезаряда, разряда), поэтому устройство (не может быть, может быть) использовано повторно».

Задание 2. Вставьте пропущенные слова: «Равновесное напряжение электрохимического элемента равно (сумме, произведению, разности) катодного и анодного равновесных потенциалов».

Задание 3. Вставьте пропущенные слова: «Электрод называется (идеально деполаризованным, идеально поляризуемым), если его потенциал остается равным бестоковому потенциалу, даже если через него протекает электрический ток».

Задание 4. Какому типу электродной поляризации отвечает форма поляризационной кривой, приведенной на рисунке?



Задание 5. Пусть электродный потенциал медного электрода равен 500 мВ. Чему равно равновесное напряжение элемента, составленного из медного и стандартного водородного электрода?

Задание 6. Составьте схему электрохимической цепи марганцево-литиевого гальванического элемента.

Задание 7. Вставьте пропущенные слова: «В щелочных марганцево-цинковых элементах катодная полуреакция протекает преимущественно с участием (протонов, молекул воды, ионов гидроксидов), при этом образуется (MnOOH , MnO), а pH электролита в порах катода (уменьшается, не изменяется, увеличивается)».

Задание 8. Вставьте пропущенные слова: «Иодид лития в литий-иодном элементе является (компонентом водного раствора электролита; компонентом неводного раствора электролита; твердым электролитом)».

Задание 9. Что служит активным материалом анода в щелочном марганцево-цинковом гальваническом элементе?

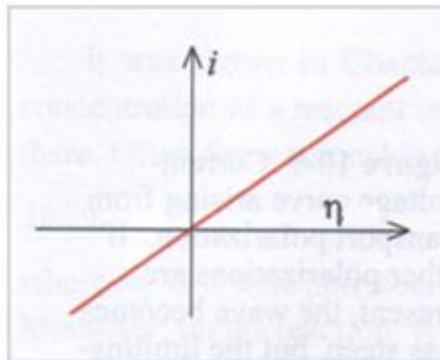
Вариант 2

Задание 1. Вставьте пропущенные слова: «Анод в химическом источнике тока заряжен (положительно, отрицательно), и на нем протекает процесс (восстановления, окисления)».

Задание 2. Вставьте пропущенные слова: «Гальванический элемент – химический источник тока (многозарядного, однозарядного) действия, содержит (неограниченное, ограниченное) количество реагентов, которые (обратимо, необратимо) потребляются в ходе (заряда, перезаряда, разряда), поэтому первичный элемент (не может быть, может быть) использован повторно».

Задание 3. Вставьте пропущенные слова: «Из-за поляризации электрода реальное напряжение химического источника тока практически всегда (больше, чем; такое же, как; меньше, чем) предсказанное термодинамически».

Задание 4. Какому типу электродной поляризации отвечает форма поляризационной кривой, приведенной на рисунке?



Задание 5. Пусть электродный потенциал цинкового электрода равен -600 мВ. Чему равно равновесное напряжение элемента, составленного из цинкового и стандартного водородного электрода?

Задание 6. Составьте схему электрохимической цепи солевого марганцево-цинкового гальванического элемента.

Задание 7. Вставьте пропущенные слова: «В катодной полуреакции в марганцево-литиевом элементе образуется $\text{Li}_2\text{Mn}_2\text{O}_4$ – продукт процесса (интеркаляции, деинтеркаляции) ионов (лития, марганца) в кристаллическую решетку (диоксида марганца, оксида лития), в ходе которого происходит постепенное (уменьшение, увеличение) степени окисления (лития, марганца)».

Задание 8. Что входит в состав электролита в солевом марганцево-цинковом гальваническом элементе?

Задание 9. Что служит активным веществом катода в солевом марганцево-цинковом гальваническом элементе?

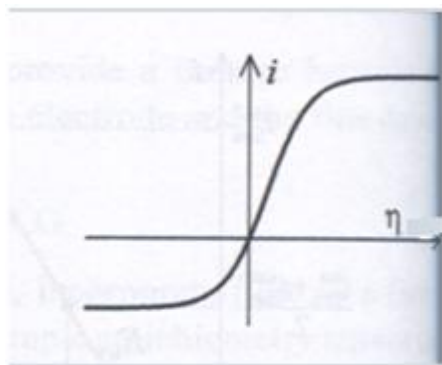
Вариант 3

Задание 1. Вставьте пропущенные слова: «Катод в химическом источнике тока заряжен (отрицательно, положительно), и на нем протекает процесс (восстановления, окисления)».

Задание 2. Вставьте пропущенные слова: «Химические источники тока (многоступенчато, напрямую) преобразуют (химическую, электрическую, кинетическую, потенциальную) энергию в (электрическую, кинетическую, потенциальную, химическую) энергию».

Задание 3. Вставьте пропущенные слова: «Через (идеально поляризуемый, идеально деполяризованный) электрод электрический ток не протекает при любом потенциале».

Задание 4. Какому типу электродной поляризации отвечает форма поляризационной кривой, приведенной на рисунке?



Задание 5. Потенциал медного электрода равен 500 мВ, а потенциал цинкового электрода равен -0.6 В. Чему равно равновесное напряжение элемента, составленного из цинкового и медного электродов?

Задание 6. Составьте схему электрохимической цепи щелочного марганцево-цинкового гальванического элемента.

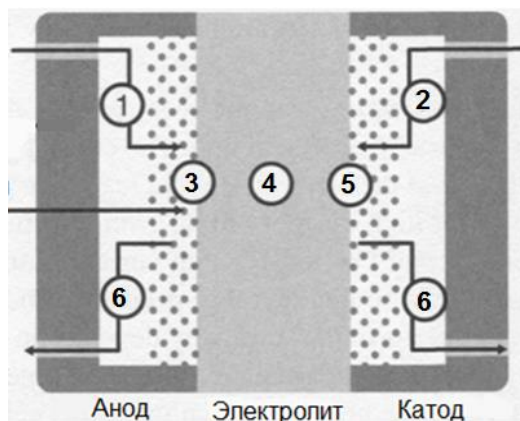
Задание 7. Вставьте пропущенные слова: «Наиболее вероятно, что катодная полуреакция в солевом марганцево-цинковом элементе протекает по (твердофазному, жидкофазному, газофазному) механизму путем диффузии электронов и (протонов, молекул воды, ионов гидроксила) с поверхности в глубь (зерна диоксида марганца, фазы металлического цинка, электролита)».

Задание 8. Что входит в состав электролита в щелочном марганцево-цинковом гальваническом элементе?

Задание 9. Что служит активным материалом катода в щелочном марганцево-цинковом гальваническом элементе?

Вариант 4

Задание 1. Выберите правильный ответ: «Цифрами 1 и 4 на схеме топливного элемента обозначены стадии (электродная реакция окисления топлива; массоперенос восстановителя (топлива); электродная реакция восстановления окислителя; ионный перенос в электролите; массоперенос окислителя; массоперенос с участием продуктов реакции).



Задание 2. Какой тип поляризации отвечает стадиям 1, 2 и 6 (см. рис. в задании 1)?

Задание 3.

Укажите все способы снижения активационных потерь при работе топливного элемента:

1. принудительная конвекция
2. увеличение шероховатости поверхности электрода
3. увеличение концентрации реагентов
4. увеличение температуры
5. увеличение электропроводности электролита
6. использование электрокатализаторов
7. уменьшение толщины электродов и электролита

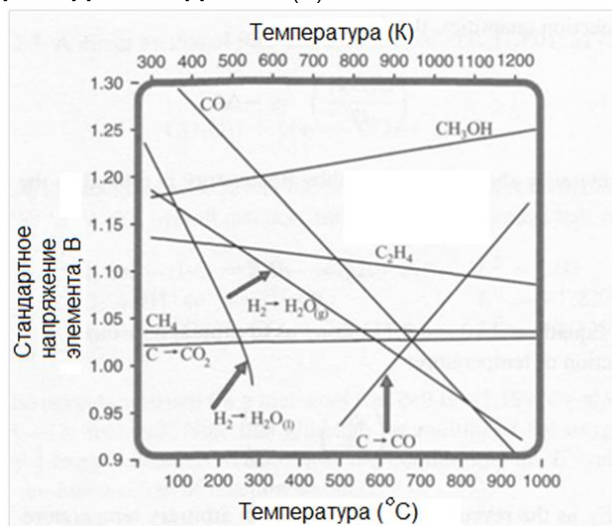
Задание 4.

Что означает параметр "n" в уравнении $\Delta G_{P,T} = -nFE$?

1. энергия Гиббса реакции
2. число моль электронов, участвующих в реакции
3. равновесное напряжение элемента
4. число Фарадея

Задание 5.

Используя диаграмму зависимости стандартного равновесного напряжения топливных элементов от температуры, определите, **как изменяется энтропия** в устройстве, работающем на **окислении водорода H_2 до жидкой воды $H_2O_{(l)}$**



Задание 6.

Укажите органические вещества, используемые в низкотемпературных твердополимерных топливных элементах

1. пальмитиновая кислота
2. метановая кислота
3. метиловый спирт
4. этиловый спирт
5. амиловый спирт

Задание 7.

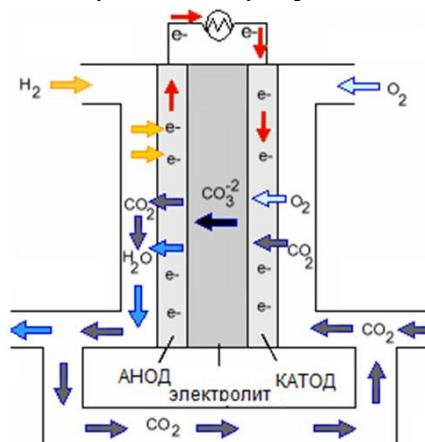
Запишите уравнение полуреакции, протекающей на катоде метанольного топливного элемента с мембраной Nafion.

Задание 8.

Выберите правильный ответ: «В твердооксидном топливном элементе с жидким оловянным анодом топливом обычно является (жидкое олово; углеродсодержащее вещество; кислород).

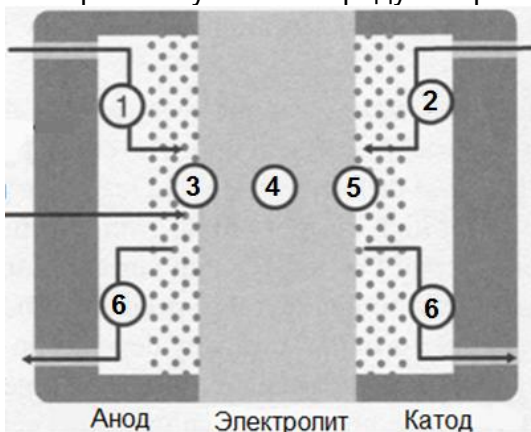
Задание 9.

Схема какого топливного элемента изображена на рисунке?



Вариант 5

Задание 1. Выберите правильный ответ: «Цифрами 2 и 5 на схеме топливного элемента обозначены стадии (электродная реакция окисления топлива; массоперенос восстановителя (топлива); электродная реакция восстановления окислителя; ионный перенос в электролите; массоперенос окислителя; массоперенос с участием продуктов реакции).



Задание 2. Какой тип поляризации отвечает стадиям 3 и 5 (см. рис. в задании 1)?

Задание 3.

Укажите все способы снижения транспортных потерь при работе топливного элемента:

1. принудительная конвекция
2. увеличение шероховатости поверхности электрода
3. увеличение концентрации реагентов
4. увеличение температуры
5. увеличение электропроводности электролита
6. использование электрокатализаторов
7. уменьшение толщины электродов и электролита

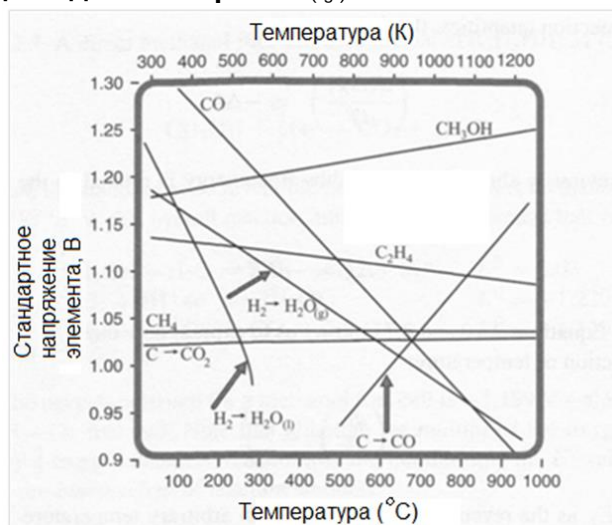
Задание 4.

Что означает параметр "E" в уравнении $\Delta G_{P,T} = -nFE$?

1. энергия Гиббса реакции
2. число моль электронов, участвующих в реакции
3. равновесное напряжение элемента
4. число Фарадея

Задание 5.

Используя диаграмму зависимости стандартного равновесного напряжения топливных элементов от температуры, определите, **как изменяется энтропия** в устройстве, работающем на **окислении водорода H_2 до водяного пара $H_2O(g)$**



Задание 6.

Как называется явление проникновения метанола в мембранный электролит и его перемещение из анодной в катодную камеру?

Задание 7.

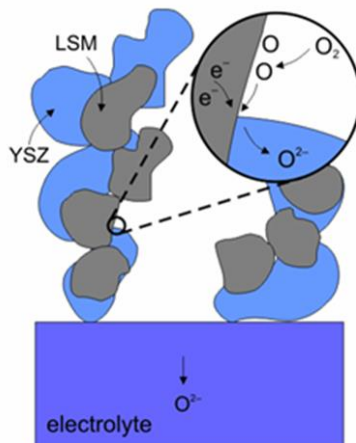
Запишите уравнение полуреакции, протекающей на аноде метанольного топливного элемента с мембраной Nafion.

Задание 8.

Можно ли в качестве электродного материала в однокамерном твердооксидном топливном элементе использовать платину как высокоактивный электрокаталитический материал? Почему?

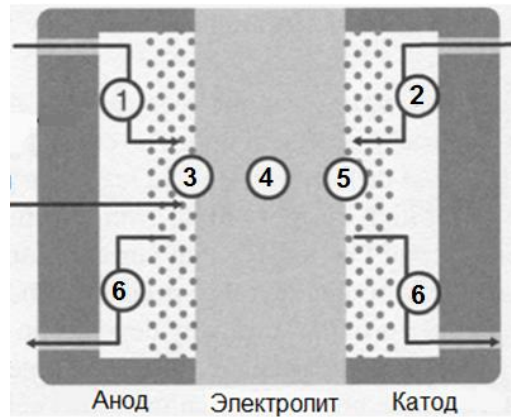
Задание 9.

Какой электрод твердооксидного топливного элемента указан на рисунке?



Вариант 6

Задание 1. Выберите правильный ответ: «Цифрами 3 и 6 на схеме топливного элемента обозначены стадии (электродная реакция окисления топлива; массоперенос восстановителя (топлива); электродная реакция восстановления окислителя; ионный перенос в электролите; массоперенос окислителя; массоперенос с участием продуктов реакции).



Задание 2. Какой тип поляризации отвечает стадии 4 (см. рис. в задании 1)?

Задание 3.

Укажите все способы снижения омических потерь при работе топливного элемента:

1. принудительная конвекция
2. увеличение шероховатости поверхности электрода
3. увеличение концентрации реагентов
4. увеличение температуры
5. увеличение электропроводности электролита
6. использование электрокатализаторов
7. уменьшение толщины электродов и электролита

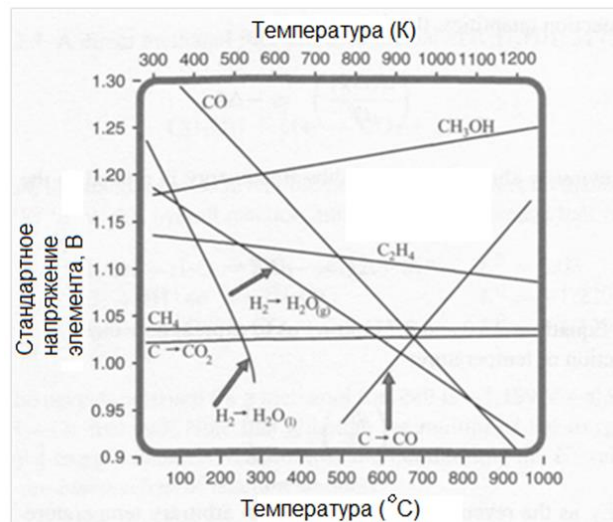
Задание 4.

Что означает параметр " $\Delta G_{P,T}$ " в уравнении $\Delta G_{P,T} = -nFE$?

1. энергия Гиббса реакции
2. число моль электронов, участвующих в реакции
3. равновесное напряжение элемента
4. число Фарадея

Задание 5.

Используя диаграмму зависимости стандартного равновесного напряжения топливных элементов от температуры, определите, **как изменяется энтропия** в устройстве, работающем на **окислении метанола**



Задание 6.

Верно ли утверждение: "Активационные потери катода водородно-кислородного твердополимерного топливного элемента намного меньше, чем анода"?

Задание 7.

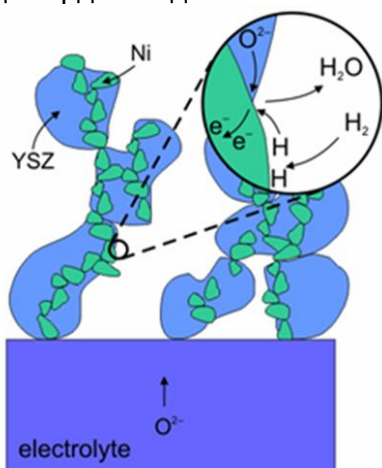
Что служит электролитом в твердополимерном топливном элементе?

Задание 8.

Выберите правильные ответы: «В твердооксидном топливном элементе используется (твердополимерный; расплавный; керамический) электролит, электропроводность которого обеспечивают (гидроксид-ионы; ионы гидроксония; ионы кислорода)».

Задание 9.

Какой электрод твердооксидного топливного элемента указан на рисунке?



Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся правильно выполнил более 50 % заданий контрольной работы.	Зачтено
Обучающийся правильно выполнил менее 50 % заданий контрольной работы.	Не зачтено

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация студентов является основной формой контроля аудиторной работы студентов и проводится с целью установления уровня и качества подготовки студентов и определяет:

- полноту и прочность теоретических знаний;
- сформированность умений применять теоретические знания при решении практических и задач;
- сформированность необходимых компетенций.

Подготовка к промежуточной аттестации является формой самостоятельной работы студентов. При этом обучающийся должен использовать рекомендованный рабочей программой перечень основной и дополнительной литературы, материалы лекций, информационные и электронно-образовательные ресурсы. Для подготовки к промежуточной аттестации студент также может использовать перечень вопросов, вынесенных на зачет, позволяющий оценить уровень сформированности компетенций по дисциплине «Химические источники тока».

Промежуточная аттестация проводится в устной форме. Преподаватель, проводящий промежуточную аттестацию, имеет право задавать студентам дополнительные вопросы по всему разделу программы учебной дисциплины. Время проведения зачета или зачета устанавливается нормами времени. Результат сдачи промежуточной аттестации заносится преподавателем в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Зачет по дисциплине выставляется, если студент выполнил и оформил все работы лабораторного практикума, предусмотренные учебным планом. Перечень лабораторных работ:

1. Определение электропроводности растворов электролитов для гальванических элементов и аккумуляторов
2. Определение термодинамических констант равновесия окислительно-восстановительных реакций в твердых электролитах
3. Моделирование стационарных обратимых электродных процессов в электрохимическом элементе
4. Моделирование стационарных квазиобратимых и необратимых электродных процессов в электрохимическом элементе
5. Моделирование нестационарных диффузионно-контролируемых электродных процессов в электрохимическом элементе
6. Определение стандартных потенциалов электродов гальванического элемента
7. Напряжение химических цепей
8. Измерение напряжения концентрационной цепи и определение диффузионного потенциала
9. Получение и анализ поляризационной кривой гальванического элемента
10. Испытание щелочного аккумулятора
11. Исследование электрических характеристик свинцовых аккумуляторов
12. Определение емкости литий-ионного аккумулятора по зарядно-разрядным кривым
13. Измерение емкости двойного электрического слоя на твердом электроде
14. Газовый водородный электрод
15. Электролиз водных растворов электролитов
16. Расчет и анализ поляризационной кривой топливного элемента
17. Моделирование твердополимерного топливного элемента
18. Моделирование твердооксидного топливного элемента

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации (зачет) включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и степень сформированности умений и навыков в области Химических источников тока. При оценивании знаний используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом дисциплины
- 2) умение связывать теоретические знания с их практическим применением;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами,
- 4) умение применять знание основных законов и закономерностей дисциплины к решению конкретных задач.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены ниже.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью комплектов КИМ.

Перечень вопросов к зачету:

1. Основные типы химических источников тока
2. Термодинамика химических источников тока
3. Марганцево-цинковый солевой элемент
4. Марганцево-цинковый элемент с щелочным электролитом
5. Гальванические элементы с цинковым анодом
6. Литиевые гальванические элементы с твердым и жидким катодом
7. Цинк-воздушные элементы с щелочным электролитом
8. Алюминий-воздушные элементы с соевым и щелочным электролитом
9. Магний-воздушный элементы с соевым электролитом
10. Литий-воздушная технология.
11. Свинцово-кислотный аккумулятор
12. Никель-металлгидридные аккумуляторы
13. Литий-ионные аккумуляторы
14. Жидкометаллические аккумуляторы
15. Проточные аккумуляторы

16. Электрохимические конденсаторы (ионисторы)
17. Производство водорода
18. Сжатие, очистка и хранение водорода
19. Фотоэлектрохимический способ получения водорода
20. Преобразование солнечной энергии в электроэнергию
21. Термодинамика и кинетика топливных элементов
22. Твердополимерные топливные элементы.
23. Топливные элементы прямого окисления жидкого топлива
24. Твердооксидные топливные элементы
25. Расплавные карбонатные топливные элементы
26. Фосфорно-кислотные топливные элементы
27. Щелочные топливные элементы
28. Биологические топливные элементы
29. Безмембранные топливные элементы
30. Однокамерные твердооксидные топливные элементы
31. Бескамерные твердооксидные топливные элементы
32. Твердооксидные топливные элементы с жидким оловянным анодом
33. Электрохимические технологии и загрязнение окружающей среды

Пример КИМ:

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия Дисциплина Химические источники тока Форма обучения очная Вид контроля зачет Вид аттестации промежуточный	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой физической химии д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров __. __. 2025
Контрольно-измерительный материал № 1	
1. Основные типы химических источников тока. 2. Твердополимерные топливные элементы.	
Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров	

Зачет проводится в устной форме (собеседование). КИМ по предмету содержит 2 вопроса по различным темам курса. На подготовку ответа студенту дается 30-40 минут. Ответ оформляется на отдельном листе в рукописном виде и после собеседования остается у экзаменатора. Во время подготовки ответа на вопросы КИМ студент не может использовать конспекты лекций, учебники и пользоваться интернет-ресурсами. Ответ должен содержать основные математические уравнения и уравнения реакций, графический материал. Определения студент может формулировать в устной форме. По окончании ответа студента экзаменатор может задать ему несколько дополнительных вопросов по материалу курса, включая и вопросы, которые студент должен был освоить в ходе самостоятельной работы. Продолжительность проведения зачета устанавливается нормами времени. Результат сдачи промежуточной аттестации заносится преподавателем в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания)

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся владеет теоретическими основами электрохимической энергоконверсии, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами или данными научных исследований, применять теоретические знания для решения	Зачтено

<i>практических задач в области химических источников тока</i>	
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания теоретических основ электрохимической энергоконверсии, допускает грубые ошибки при применении теоретических знаний для решения практических задач в области химических источников тока</i>	<i>Не зачтено</i>

При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий зачет может быть выставлен по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре. По результатам всех выполненных заданий текущего контроля студентам может быть выставлена зачетная оценка автоматически:

- средняя оценка равна или выше 3 – «зачтено»,
- средняя оценка ниже 3 – «не зачтено».

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

20.3. Фонды оценочных средств для проведения диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения дисциплины

ПК -1 Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации

Закрытые задания

1. При разбавлении электролита водой напряжение свинцово-кислотного аккумулятора (выберите один вариант ответа):

- а) уменьшается
- б) увеличивается
- в) не изменяется

2. С ростом активности серной кислоты напряжение свинцово-кислотного аккумулятора (выберите один вариант ответа):

- а) уменьшается
- б) увеличивается
- в) не изменяется

3. При перезаряде свинцово-кислотного аккумулятора на отрицательном электроде _____ (1), а на положительном электроде _____ (2), что приводит к _____ (3).

Заполните пропуски (1)-(3), выбрав подходящие варианты:

- а) выделяется водород
- б) выделяется кислород
- в) образуется сульфат свинца (IV)
- г) разложению воды
- д) сульфатации электродов

4. В катодной полуреакции в марганцево-литиевом элементе образуется $\text{Li}_2\text{Mn}_2\text{O}_4$ – продукт процесса _____ (1) ионов _____ (2) в кристаллическую решетку _____ (3), в ходе которого происходит постепенное _____ (4) степени окисления _____ (5).

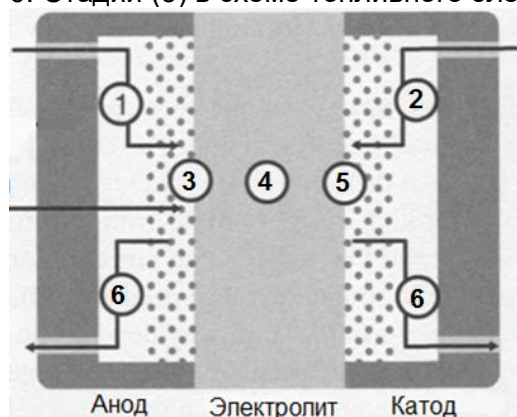
Заполните пропуски (1)-(5), выбрав подходящие варианты:

- (1) а) интеркаляции
- б) деинтеркаляции
- (2) а) лития
- б) марганца
- (3) а) диоксида марганца
- б) лития
- (4) а) увеличение
- б) уменьшение
- (5) а) лития
- б) марганца

5. Равновесное напряжение электрохимического элемента равно _____ катодного и анодного потенциалов. Заполните пропуск, выбрав подходящий вариант:

- а) произведению
- б) сумме
- в) разности

6. Стадии (3) в схеме топливного элемента отвечает _____ поляризация



- а) концентрационная
- б) омическая
- в) активационная

7. Свинцово-кислотный аккумулятор следует хранить в _____ (1) состоянии, чтобы избежать _____ (2).

Заполните пропуски (1)-(2), выбрав подходящие варианты:

- (1) а) заряженном
- б) разряженном
- (2) а) взрыва

- б) сульфатации электродов
- в) эффекта памяти

8. Установите соответствие между типом электродной поляризации и определением:

- (1) Активационная поляризация
- (2) Концентрационная поляризация
- (3) Омическая поляризация
- а) возникает из-за замедленности миграции заряженных частиц в элементе
- б) возникает из-за замедленности электродной реакции
- в) возникает из-за замедленности в доставке реагентов к электроду и/или удалении продуктов от электрода

9. Укажите способы снижения активационных потерь при работе топливного элемента. Выберите один или несколько ответов:

- а) использование электрокатализаторов
- б) уменьшение толщины электродов и электролита
- в) увеличение шероховатости поверхности электрода
- г) увеличение электропроводности электролита
- д) принудительная конвекция
- е) увеличение температуры
- ж) увеличение концентрации реагентов

10. Укажите способы снижения омических потерь при работе топливного элемента. Выберите один или несколько ответов:

- а) использование электрокатализаторов
- б) уменьшение толщины электродов и электролита
- в) увеличение шероховатости поверхности электрода
- г) увеличение электропроводности электролита
- д) принудительная конвекция
- е) увеличение температуры
- ж) увеличение концентрации реагентов

11. Напряжение свинцово-кислотного аккумулятора зависит от активности (выберите один или несколько ответов):

- а) PbO_2
- б) PbSO_4
- в) Pb
- г) H_2O
- д) H_2SO_4

12. Укажите тип электродов в проточном ванадиевом аккумуляторе (выберите один ответ):

- а) электроды II рода
- б) окислительно-восстановительные
- в) электроды I рода

13. Наиболее вероятно, что катодная полуреакция в солевом марганцево-цинковом элементе протекает по _____ (1) механизму путем диффузии электронов и _____ (2) с поверхности вглубь _____ (3).

Заполните пропуски (1)-(3), выбрав подходящие варианты:

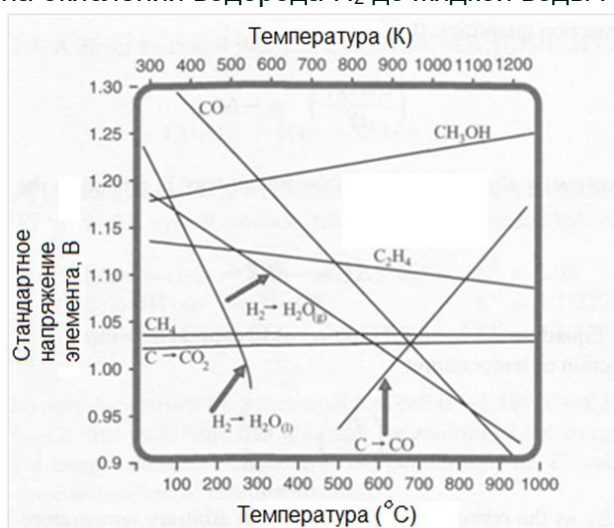
- (1) а) твердофазному
- б) жидкофазному
- в) газофазному
- (2) а) протонов
- б) молекул воды
- в) ионов гидроксила
- (3) а) зерна диоксида марганца
- б) фазы металлического цинка

в) электролита

14. В щелочных марганцево-цинковых элементах катодная полуреакция протекает с участием _____ (1), при этом образуется _____ (2), а pH электролита в порах катода _____ (3). Заполните пропуски (1)-(3), выбрав подходящие варианты:

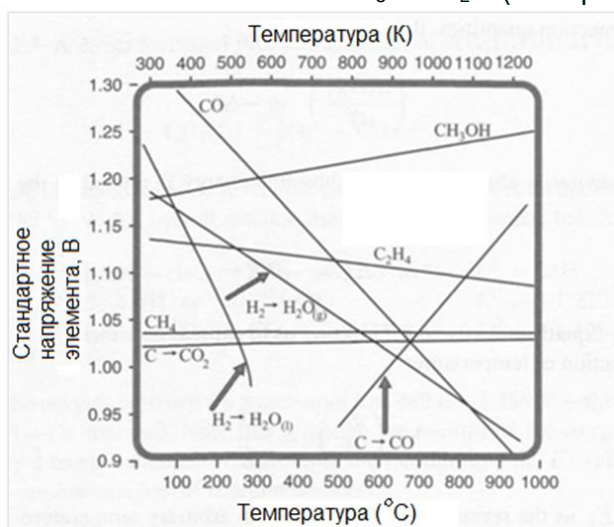
- (1) а) протонов
б) молекул воды
в) ионов гидроксила
(2) а) MnOON
б) MnO
(3) а) уменьшается
б) увеличивается
в) не изменяется

15. Используя диаграмму зависимости стандартного равновесного напряжения топливных элементов от температуры, определите, как изменяется энтропия в устройстве, работающем на окислении водорода H_2 до жидкой воды H_2O (выберите один ответ):



- а) уменьшается
б) увеличивается
в) не изменяется

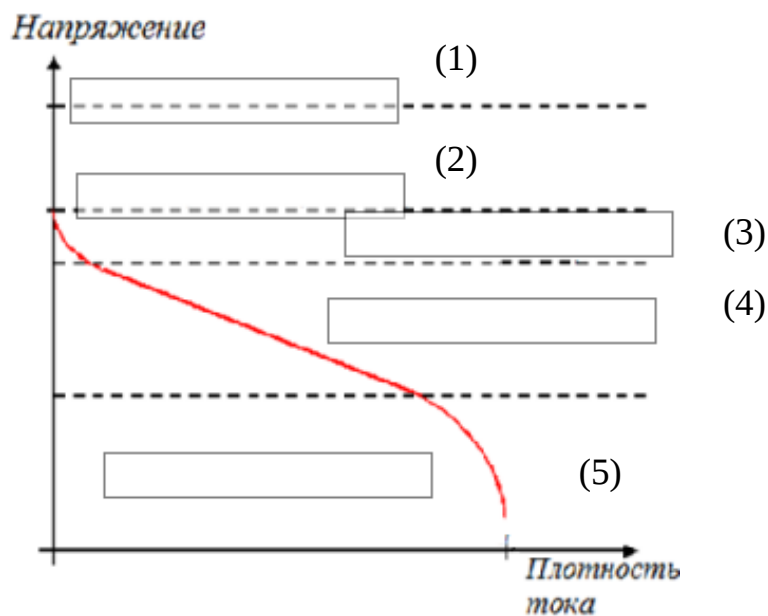
16. Используя диаграмму зависимости стандартного равновесного напряжения топливных элементов от температуры, определите, как изменяется энтропия в устройстве, работающем на окислении метанола CH_3OH H_2O (выберите один ответ):



- а) уменьшается
б) увеличивается
в) не изменяется

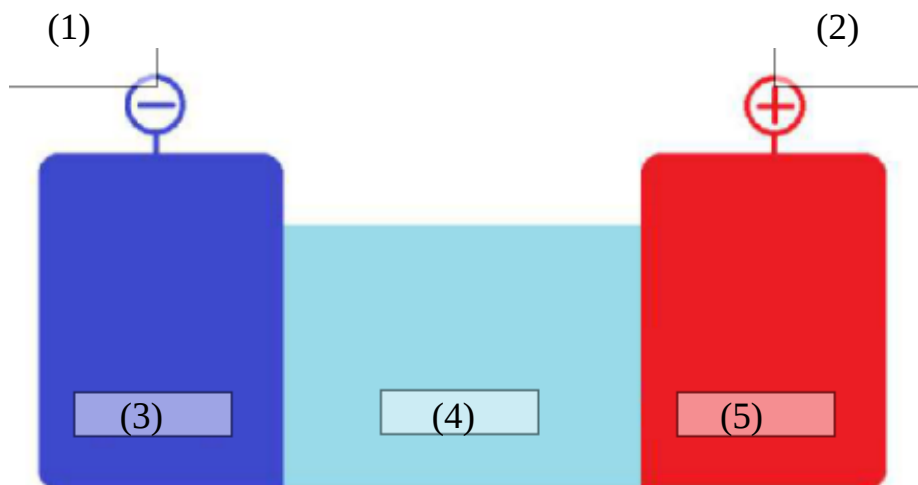
17. Обозначьте области (1)-(5) на вольтамперной кривой соответствующими маркерами:

- а) равновесное напряжение
- б) напряжение разомкнутой цепи
- в) омическая поляризация
- г) активационная (кинетическая) поляризация
- д) концентрационная поляризация



18. Обозначьте области (1)-(5) на вольтамперной кривой соответствующими маркерами:

- а) анод
- б) катод
- в) металл
- г) оксид металла
- д) электролит



18. Составьте схему свинцово-кислотного аккумулятора, заполнив пропуски:

(____ (1)) ____ (2) | ____ (3) | ____ (4) (____ (5))

- а) -
- б) +
- в) H_2SO_4
- г) PbSO_4
- д) Pb
- е) PbO_2

22. Составьте схему щелочного марганцево-цинкового элемента, заполнив пропуски:
 (____ (1)) ____ (2) | ____ (3) | ____ (4) (____ (5))

- а) -
- б) +
- в) H_2SO_4
- г) ZnCl_2
- д) MnOOH
- е) KOH
- ж) HgO
- з) ZnO
- и) Zn
- к) CuO
- л) MnO_2
- м) NH_4Cl

23. Составьте схему щелочного марганцево-литиевого элемента, заполнив пропуски:
 (____ (1)) ____ (2) | ____ (3) | ____ (4) (____ (5))

- а) -
- б) +
- в) H_2SO_4
- г) LiOH
- д) MnOOH
- е) KOH
- ж) HgO
- з) Li
- и) Zn
- к) CuO
- л) MnO_2
- м) LiClO_4

Ключи к закрытым вопросам

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7
Ответ	а	б	(1)-а, (2)-б, (3)-г	(1)-а, (2)-а, (3)-а, (4)-б, (5)-б	в	в	(1)-а, (2)-б
Вопрос	8	9	10	11	12	13	14
Ответ	(1)-б, (2)-в, (3)-а	а, в, е, ж	б, г	г, д	б	(1)-а, (2)-а, (3)-а	(1)-а, (2)-а, (3)-б
Вопрос	15	16	17	18	19	20	21
Ответ	а	б	(1)-а, (2)-б, (3)-в, (4)-г, (5)-д	(1)-а, (2)-б, (3)-в, (4)-д, (5)-г	(1)-а, (2)-д, (3)-в, (4)-е, (5)-б	(1)-а, (2)-и, (3)-е, (4)-л, (5)-б	(1)-а, (2)-з, (3)-м, (4)-л, (5)-б

ПК-1

Открытые задания

1. Запишите формулу вещества, образующегося в ходе катодной реакции как в солевом, так и в щелочном марганцево-цинковом элементе

Ответ: $MnO(OH)$

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

- 2 балла – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 1 балл - выполнение задания содержит незначительные ошибки, в целом дан правильный ответ, но неверно аргументирован и обоснован;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).

ПК -3.Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в области аналитической, физической, неорганической, органической и полимерной химии

Закрытые задания

1. YSZ-электролит представляет собой твердый оксид _____(1) , стабилизированный оксидом _____(2).

Заполните пропуски (1) и (2), выбрав подходящие варианты :

- а) циркония (IV)
- б) иттрия (III)

2. Аккумулятор - источник тока _____(1) действия, содержит _____(2) количество реагентов, которые _____(3) потребляются в ходе _____(4), поэтому устройство _____(5) использовано повторно.

Заполните пропуски (1) - (5), выбрав подходящие варианты :

- (1) а) одноразового
б) многоразового
- (2) а) ограниченное
б) неограниченное
- (3) а) обратимо
б) необратимо
- (4) а) заряда
б) разряда
в) перезаряда
- (5) а) может быть
б) не может быть

3. Когда литий-ионный аккумулятор разряжается, материал положительного электрода (например, _____(1)) восстанавливается, а материал отрицательного электрода (обычно _____(2)) окисляется.

Заполните пропуски (1) и (2), выбрав подходящие варианты :

- а) смешанный оксид лития и иного металла М
- б) интеркалят лития в углеродной матрице

4. Первичный (гальванический) элемент – химический источник тока _____(1) действия, содержит _____(2) количество реагентов, которые _____(3) потребляются в ходе _____(4), поэтому устройство _____(5) использовано повторно.

Заполните пропуски (1) - (5), выбрав подходящие варианты :

- (1) а) одноразового
б) многоразового
- (2) а) ограниченное

- б) неограниченное
- (3) а) обратимо
- б) необратимо
- (4) а) заряда
- б) разряда
- в) перезаряда
- (5) а) может быть
- б) не может быть

5. Основная область применения расплавкарбонатных топливных элементов - это:

- а) электромобили
- б) портативная электроника
- в) электростанции

6. Основная область применения твердооксидных топливных элементов - это:

- а) электромобили
- б) портативная электроника
- в) электростанции

7. Химические источники тока _____(1) преобразуют _____(2) энергию в _____(3) энергию.

Заполните пропуски (1) - (3), выбрав подходящие варианты :

- (1) а) напрямую
- б) многоступенчато
- (2) а) кинетическую
- б) потенциальную
- в) химическую
- г) электрическую
- (3) а) кинетическую
- б) потенциальную
- в) химическую
- г) электрическую

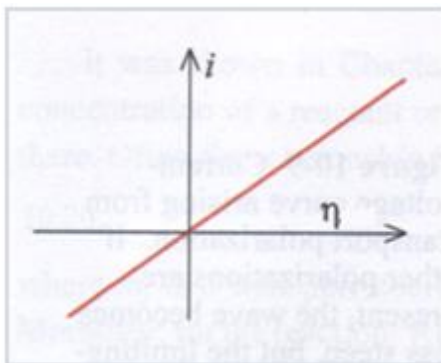
8. Активным веществом анода в солевом марганцево-цинковом гальваническом элементе служит (выберите один ответ):

- а) хлорид цинка
- б) металлический цинк
- в) графит
- г) хлорид аммония
- д) диоксид марганца

9. Активным материалом анода в щелочном марганцево-цинковом гальваническом элементе служит (выберите один ответ):

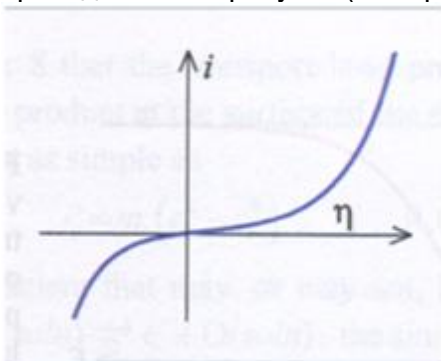
- а) цинковая пластина
- б) цинковый порошок
- в) латунная пластина
- г) графит
- д) диоксид марганца

10. Какому типу электродной поляризации отвечает форма поляризационной кривой, приведенной на рисунке (выберите один ответ)?



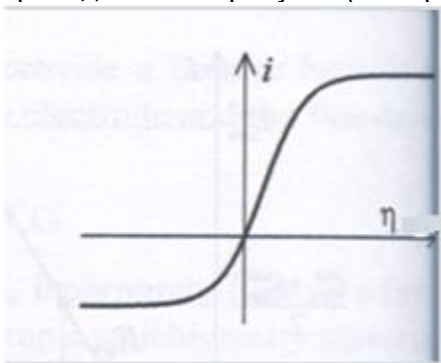
- а) транспортная поляризация
- б) кинетическая поляризация
- в) омическая поляризация

11. Какому типу электродной поляризации отвечает форма поляризационной кривой, приведенной на рисунке (выберите один ответ)?



- а) транспортная поляризация
- б) кинетическая поляризация
- в) омическая поляризация

12. Какому типу электродной поляризации отвечает форма поляризационной кривой, приведенной на рисунке (выберите один ответ)?



- а) транспортная поляризация
- б) кинетическая поляризация
- в) омическая поляризация

13. На каком электроде литий-ионного аккумулятора ионы лития встраиваются в графитовый электрод при заряде, образуя интеркаляционные соединения Li_xC ?

Выберите один ответ:

- а) отрицательном
- б) положительном
- в) на обоих электродах
- г) ни на одном из электродов

14. Активным веществом катода в солевом марганцево-цинковом гальваническом элементе служит (выберите один вариант ответа):

- а) хлорид цинка
- б) металлический цинк
- в) графит
- г) хлорид аммония
- д) диоксид марганца

15. Активным материалом катода в щелочном марганцево-цинковом гальваническом элементе служит (выберите один вариант ответа):

- а) цинковая пластина
- б) цинковый порошок
- в) латунная пластина
- г) графит
- д) диоксид марганца

16. На каком электроде литий-ионного аккумулятора протекает следующая полуреакция (выберите один ответ)



- а) отрицательном
- б) положительном
- в) на обоих электродах
- г) ни на одном из электродов

17. Укажите основную область применения метанольных топливных элементов (выберите один ответ):

- а) электромобили
- б) портативная электроника
- в) электростанции

18. На аноде водородно-кислородного топливного элемента с мембраной Nafion окисляется (выберите один ответ):

- а) газообразный водород
- б) кислород воздуха
- в) метанол
- г) ионообменная мембрана

19. К высокотемпературным топливным элементам относятся (выберите один или несколько ответов):

- а) биологические
- б) твердооксидные
- в) твердополимерные
- г) расплавные

20. Укажите все органические вещества, используемые в низкотемпературных твердополимерных топливных элементах (выберите один или несколько ответов):

- а) амиловый спирт
- б) этиловый спирт
- в) метановая кислота
- г) пальмитиновая кислота
- д) метиловый спирт

21. Составьте схему никель-металлгидридного аккумулятора, заполнив пропуски:

(____ (1)) ____ (2) | ____ (3) | ____ (4) (____ (5))

- а) -
- б) +
- в) Cd
- г) Ni
- д) NiOOH
- е) KOH
- ж) MN

Ключи к закрытым вопросам

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7
Ответ	(1)-а, (2)-б	(1)-б, (2)-а, (3)-а, (4)-б, (5)-а	(1)-а, (2)-б	(1)-а, (2)-а, (3)-б, (4)-б, (5)-б	в	в	(1)-а, (2)-в, (3)-г
Вопрос	8	9	10	11	12	13	14
Ответ	б	б	в	б	а	а	д
Вопрос	15	16	17	18	19	20	21
Ответ	д	б	б	а	б, г	а, б, д	(1)-а, (2)-ж, (3)-е, (4)-д, (5)-б

ПК-3

Открытые задания

1. Вместо металлического лития в литий-ионных аккумуляторах используются литийсодержащие _____, при формировании которых металлическая фаза Li не образуется.

Ответ: интеркаляты

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) закрытые задания (тестовые, средний уровень сложности):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) открытые задания (мини-кейсы, средний уровень сложности):

- 2 балла – задание выполнено верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход выполнения (при необходимости));
- 1 балл - выполнение задания содержит незначительные ошибки, в целом дан правильный ответ, но неверно аргументирован и обоснован;
- 0 баллов – задание не выполнено или выполнено неверно (ход выполнения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее его изучение).