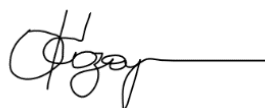


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
физической химии



д.х.н., доц. О.А. Козадеров

03.04.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.13 Современная физическая химия

1. Код и наименование направления подготовки:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов

2. Профиль подготовки: Материаловедение и индустрия наносистем

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: 1004 физической химии

6. Составители программы: Морозова Наталья Борисовна, к.х.н., доц.

7. Рекомендована: НМС химического факультета от 27.03.2025, протокол № 10-03

8. Учебный год: 2026/2027

Семестр(ы): 3, 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью освоения учебной дисциплины является: сформировать систему знаний о фундаментальных законах протекания физико-химических процессов и химических реакций.

Задачи учебной дисциплины:

- сформировать представления о теоретических основах химической и электрохимической термодинамики, физической химии поверхностных явлений и коллоидной химии;
- познакомить с учением о химическом и фазовом равновесии; дать основы учения о растворах;
- обучить основным методам физико-химических исследований с использованием серийного научного оборудования и применением правил техники безопасности;
- развить навыки интерпретации полученных результатов с использованием теоретических основ физической химии.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Обязательная часть Блока 1. Дисциплины (модули)

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: знать базовые разделы математики, физики, химии, уметь проводить математические, физические, химические расчеты с привлечением необходимого математического аппарата, физических и химических формул, химических реакций.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (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
ОПК-1	Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов	ОПК-1.1	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы физико-химии полупроводниковых материалов	Знать: основные теории, законы и определения физической химии, электрохимии для полупроводниковых материалов Уметь: использовать основные законы современной физической химии полупроводников при решении профессиональных задач Владеть: теоретическими основами физической химии полупроводниковых материалов
		ОПК-1.2	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы структурной химии неорганических материалов	Знать: основные теории, законы и определения физической химии, электрохимии, физической химии поверхностных явлений Уметь: применять основные законы физической химии при изучении структуры неорганических материалов Владеть: основными законами физики, химии и механики для изучения неорганических материалов.
		ОПК-1.3	Использует при решении задач профессиональной деятельности теоретические основы механики материалов	Знать: теоретические основы физической химии, электрохимии, поверхностных явлений для прогнозирования механики материалов Уметь: анализировать данные экспериментов и моделировать процессы. Владеть: прикладными аспектами основ механики материалов.

		ОПК-1.4	Предлагает интерпретацию результатов экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ химии, физики и механики материалов	Знать: теоретические основы физической химии, электрохимии, поверхностных явлений для проведения расчетно-теоретических работ Уметь: анализировать данные экспериментов и интерпретировать результаты изучаемых процессов с применением основ химии, физики и механики материалов. Владеть: методиками проведения расчетов и интерпретации полученных результатов.
ОПК-2	Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов	ОПК-2.1	Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: правила техники безопасности при работе с химическими веществами Уметь: проводить эксперимент по исследованию реакций, процессов и материалов с соблюдением техники безопасности Владеть: навыками работы с химическими веществами разного класса опасности.
		ОПК-2.2	Проводит эксперимент по исследованию реакций, процессов и материалов с использованием стандартизованных процедур	Знать: стандартизированные методы планирования и проведения физико-химического эксперимента Уметь: планировать эксперимент, проводить подготовку веществ для проведения анализа Владеть: методами физической химии, электрохимии, коллоидной химии для исследования свойств веществ и материалов по стандартизованным процедурам
		ОПК-2.3	Проводит стандартные операции по диагностике физических и химических свойств материалов	Знать: методы подготовки, обработки, очистки исследуемых веществ, стандартные техники определения физико-химических параметров. Уметь: проводить стандартные операции диагностики физико-химических свойств исследуемых веществ и материалов с применением Владеть: методиками планирования и проведения эксперимента при исследовании веществ
		ОПК-2.4	Проводит исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	Знать: правила обращения и владения специализированным оборудованием для сбора и обработки данных Уметь: работать на серийном научном оборудовании. Владеть: методами физической химии, электрохимии, коллоидной химии для исследования свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 7/252.

Форма промежуточной аттестации 3 семестр - зачет с оценкой, 4 семестр - курсовая работа, экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			№ 3	№ 4	...
Аудиторные занятия		162	72	90	
в том числе:	лекции	90	36	54	
	практические	-	-	-	
	лабораторные	72	36	36	
Самостоятельная работа		54	18	36	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – 36 час.)		36	0	36	
Итого:		252	90	162	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Законы термодинамики.	Термодинамический метод описания материалов. Термодинамические системы и их классификация. Термодинамические параметры состояния системы. Температура. Термическое уравнение состояния. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Экстенсивные и интенсивные параметры. Парциальные молярные величины. Энергия. Работа. Теплота. Теплоемкость. Термодинамическое равновесие. Термодинамические процессы. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Энтальпия. Термодинамические процессы с участием идеального газа. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия и энтальпия химической реакции. Закон Гесса и его следствия. Теплоты образования. Теплоты сгорания. Интегральная и дифференциальная теплота растворения. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа. Степенные ряды теплоемкости. Приближенное и точное решение уравнения Кирхгофа. Второй закон термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Энтропия. Принцип возрастания энтропии. Изменение энтропии при различных процессах. Энтропия химической реакции. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы. Соотношения Максвелла. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Химический потенциал. Химическая переменная. Уравнение Гиббса-Дюгема. Термодинамические условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов.
1.2	Химическое равновесие	Закон действующих масс. Константа равновесия химической реакции. Гетерогенные химические равновесия. Изотерма и изобара химической реакции. Принцип смещения равновесия. Третий закон термодинамики. Расчет химического равновесия в идеальных и реальных системах.
1.3	Термодинамика растворов	Термодинамическая классификация растворов. Идеальные растворы. Предельно разбавленные, атермальные, регулярные растворы. Идеальные ассоциированные растворы. Закон Рауля для растворителя. Активность. Коэффициент активности. Закон Генри для давления пара растворенного вещества. Коллигативные свойства растворов. Температура кипения идеального раствора. Температура замерзания идеального раствора. Закон распределения Нернста.
1.4	Фазовые равновесия	Основные понятия термодинамики фазовых равновесий. Составляющая и компонент. Фаза. Уравнение состояния фазы.

		Условие фазового равновесия. Вывод правила фаз Гиббса и вариантность системы. Графическое описание фазовых равновесий. Диаграмма состояния. Гетерогенные равновесия в однокомпонентных системах. Энергия Гиббса при фазовых превращениях в однокомпонентных системах. Термодинамический вывод диаграммы состояния однокомпонентной системы с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала. Фазовые переходы чистых веществ. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора. Полиморфные превращения в однокомпонентной системе. Гетерогенные равновесия в двухкомпонентных системах. Условия равновесия фаз. Принципы построения Т-х и Р-Т сечений фазовых диаграмм. Термодинамический вывод основных типов диаграмм состояния двухкомпонентных систем с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала. Двухфазное равновесие: двухкомпонентные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Двухкомпонентные системы с эвтектикой. Двухкомпонентные системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимся химическим соединением. Двухкомпонентные системы с эвтектоидным и перитектоидным превращением. Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах. Графическое представление состава тройных систем. Основные типы трехкомпонентных систем. Трехкомпонентные жидкие системы. Трехкомпонентные системы с тройной эвтектикой. Политермические и изотермические разрезы. Водно-солевые системы. Способы их графического изображения (Гиббса, Розебома, Скрейнемакерса, Иенеке). Пути кристаллизации при изотермическом испарении. Высаливание. Взаимные системы. Фазовые диаграммы обратимых и необратимых систем.
1.5	Основы теории электролитов. Ионика	Электролитическая диссоциация. Теория Аррениуса. Ион-дипольное взаимодействие в растворах электролитов. Электростатическая теория растворов электролитов Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Ионная сила раствора. Электропроводность растворов электролитов. Теория электрической проводимости растворов электролитов. Электрофоретический и релаксационный эффекты. Эффекты Вина, Дебая-Фалькенгагена и Фарадея. Полимерные электролиты.
1.6	Основы электрохимии гетерогенных систем. Электродика	Равновесие на границе электрод/раствор. Электрохимический потенциал. Равновесие в электрохимической цепи. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Электроды I и II рода. Окислительно-восстановительные электроды. Электрохимические цепи. Концентрационные и химические цепи. Ионселективные электроды. Двойной электрический слой и адсорбционные явления на границе электрод/электролит.
1.7	Термодинамика поверхностных явлений	Поверхностное натяжение жидкостей. Поверхностная энергия твердых тел. Факторы, влияющие на поверхностное натяжение. Методы расчета и измерения. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Сорбция, ее виды. Поверхностная активность. Правило Дюкло-Траубе. Теории адсорбции (Гиббса, Ленгмюра, Фрейндлиха). Изотермы адсорбции. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Смачивание. Инверсия смачивания. Растекание. Когезия, адгезия, флотация. Адсорбция электролитов. Образование двойного электрического слоя. Самоорганизация в адсорбционных слоях.
1.8	Дисперсные системы: базовые свойства и особенности формирования и разрушения	Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем: броуновское движение; диффузия; седиментация; коагуляция. Электрокинетические явления дисперсных систем: электрофорез; электроосмос. Седиментация. Адсорбция в дисперсных системах. Оптические свойства дисперсных систем (рассеяние, поглощение света). Оптическая анизотропия. Строение коллоидных частиц лиофобного золя. Влияние электролитов на строение ДЭС. Методы получения и очистки коллоидных растворов. Устойчивость и коагуляция. Классы

		микрогетерогенных систем: аэрозоли, пены, эмульсии, суспензии и золи. Мицеллообразование. Солюбилизация. Конденсационное образование лиофобных дисперсных систем. Теория Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека. Роль энтропийных факторов.
2. Практические занятия		
не предусмотрены учебным планом		
3. Лабораторные занятия		
3.1	Законы термодинамики	Определение тепловых эффектов, определение теплоемкости жидких и твердых веществ, определение температурного коэффициента напряжения электрохимической цепи.
3.2	Химическое равновесие	Расчет концентрационной константы равновесия, изопиестический метод определения констант равновесия слабых электролитов
3.3	Растворы	Криоскопия, построение диаграммы состояния «жидкость-пар» по данным перегонки бинарных жидких растворов.
3.4	Фазовые равновесия	Построение диаграмм «температура-состав» двух и трехкомпонентных систем
3.5	Основы теории электролитов. Ионика	Определение предельной молярной электропроводности сильных и слабых электролитов,
3.6	Основы электрохимии гетерогенных систем. Электродика	Определение стандартного электродного потенциала электрода первого рода, простого и сложного окислительно-восстановительного электрода. Стекланный электрод и его использование в потенциометрии. Определение ЭДС гальванического элемента, коррозионный элемент
3.7	Термодинамика поверхностных явлений	Изучение адсорбции ПАВ на твердых адсорбентах и на границе раздела вода-воздух.
3.8	Дисперсные системы: базовые свойства и особенности формирования и разрушения	Приготовление коллоидных растворов и изучение их коагуляции, приготовление эмульсий типа «вода в масле» и «масло в воде», коллоидная защита ВМС. Электрофорез

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	Законы термодинамики	8	-	8	8	24
2	Химическое равновесие	6	-	8	8	22
3	Растворы	10	-	10	10	30
4	Фазовые равновесия	12	-	10	10	32
5	Основы теории электролитов. Ионика	8	-	8	4	20
6	Основы электрохимии гетерогенных систем. Электродика	8	-	6	4	18
7	Термодинамика поверхностных явлений	18	-	10	5	33
8	Дисперсные системы: базовые свойства и особенности формирования и разрушения	20	-	12	5	37
	Итого:	90	-	72	54	216

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса, самостоятельно прорабатывая его с использованием рекомендованной учебной литературы и учебно-методических пособий (п. 15). Лабораторные занятия проводятся с целью:

1. Проработки теоретических основ изучаемых процессов и оборудования.

2. Обучения основным приемам проведения расчетов характеристик процессов и оборудования.
3. Выполнения практической части работы.
4. Обработки полученных результатов и выбора оптимальных условий функционирования конкретных процессов и оборудования.

На лабораторных занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малой группы выполняют учебно-исследовательскую работу. В ходе лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с химическими реактивами и лабораторным оборудованием, самостоятельно осуществляют эксперименты, регистрируют, анализируют и интерпретируют результаты. Защита лабораторной работы включает оформление результатов, устную беседу с преподавателем о полученных данных и основных теоретических понятиях по теме работы.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов (ОПК-1 и ОПК-2). Она включает регулярные отчеты по лабораторным работам, выполнение тестовых и иных заданий к лекциям. При подготовке к текущей аттестации студенты изучают рекомендованную преподавателем литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат и закрепляют теоретические знания. Планирование и организация текущих аттестаций знаний, умений и навыков осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно- тематическим планом с применением фонда оценочных средств. Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся.

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 экзамене 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 экзамене 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 экзамена 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 «MOOK ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, электронная почта, мессенджеры и соцсети).

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Ярошевская, Х.М. Физическая химия : учеб. пособие / А.Р. Гатауллин, Ю.Г. Галяметдинов; Казан. нац. исслед. технол. ун-т; Х.М. Ярошевская. — Казань : КНИТУ, 2019. — 192 с. — ISBN 978-5-7882-2735-1. — URL: https://rucont.ru/efd/789637
2	Еремин В.В. Основы общей и физической химии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, обуч. по направлению «Химия» / В.В. Еремин, А.Я. Борщевский. — Долгопрудный : Интеллект, 2012. — 847с.
3	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.
4	Сумм Б.Д. Коллоидная химия / Б.Д. Сумм. — М. : Академия, 2013. — 238 с.
5	Беляев А.П. Физическая и коллоидная химия / А.П. Беляев, В.И. Кучук ; под ред. А.П. Беляева. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 751 с.
6	Тимакова, Е.В. Физическая химия. Электрохимические системы : учеб. пособие / А.А. Казакова; Е.В. Тимакова. — Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. — 116 с. — ISBN 978-5-7782-4237-1. — URL: https://rucont.ru/efd/774911

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
6	Физическая химия : в 2 кн. / под ред. К. С. Краснова. - М. : Высшая школа, 2001. – Кн. 1 : Строение вещества. Термодинамика. – 511 с. - URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b41156.djvu
7	Стромберг А.Г. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. - М. : Высш. шк., 2001. - 527 с.
8	Физико-химический анализ многокомпонентных систем / Ю.П. Афиногенов [и др.] - М. : МФТИ, 2006. – 329 с.
9	Третьяков Ю.Д. Введение в химию твердофазных материалов / Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006. – 399 с.
10	Полторак О.М. Термодинамика в физической химии / О.М. Полторак. - М. : Высш. шк., 1991. – 318 с.
11	Глазов В.М. Основы физической химии / В.М. Глазов. - М. : Высшая школа, 1981. – 455 с.
12	Эткинс П. Физическая химия : в 2 т. / П. Эткинс. - М. : Мир, 1980. - Т. 1. – 580 с. - URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b35566.djvu
13	Горощенко Я.Г. Физико-химический анализ гомогенных и гетерогенных систем / Я.Г. Горощенко. - Киев : Наукова думка, 1978. – 490 с.
14	Третьяков Ю.Д. Твердофазные реакции / Ю.Д. Третьяков. - М. : Химия, 1978. - 360 с.
15	Вест А. Р. Химия твердого тела : теория и приложения: в 2 ч. / А. Вест. - М. : Мир, 1988. – Ч. 1. – 555 с. - URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b45244.djvu
16	Вест А.Р. Химия твердого тела : теория и приложения: в 2 ч. / А. Вест. - М. : Мир, 1988. - Ч. 2. – 334 с. – URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/books/b45245.djvu
17	Кнотько А.В. Химия твердого тела / А.В. Кнотько, И.А. Пресняков, Ю.Д. Третьяков. - М. : Academia, 2006. – 301 с.
18	Физическое металловедение. / под ред. Р.У. Кана, П. Хаазена ; пер. с англ. под ред. О.В. Абрамова, Ч.В. Копецкого, А.В. Серебрякова. - М. : Металлургия, 1987. – Т. 2 : Фазовые превращения в металлах и сплавах и сплавы с особыми физическими свойствами. – 623 с.
19	Дамаскин Б.Б. Электрохимия / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий, Г.А. Цирлина ; ред. Л.И. Галицкая. - М. : Химия : КолосС, 2006. – 670 с.
20	Электрохимия = Electrochimie / Ф. Миомандр [и др.] ; пер. с фр. В.Н. Грасевича; под ред. Ю.Д. Гамбурга, В.А. Сафонова. - М. : Техносфера, 2008. – 359 с.
21	Прикладная электрохимия / под ред. А.П. Томилова - М. : Химия, 1984. – 519 с.
22	Химические источники тока : справочник / под ред. Н.В. Коровина, А.М. Скундина. — М. : Изд-во МЭИ, 2003. — 739 с.
23	Щукин Е.Д. Коллоидная химия / Е. Д. Щукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. - М. : Высш. шк., 2004. – 444 с.
24	Мягченков В.А. Поверхностные явления и дисперсные системы / В.А. Мягченков ; ред. Е.В. Савинкина. - М. : КолосС, 2007. – 184 с.
25	Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – М : Техносфера, 2006. - 336 с.

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

№ п/п	Ресурс
26	Зональная Научная Библиотека www.lib.vsu.ru
27	Интернет портал образовательных ресурсов http://window.edu.ru
28	Научно-образовательный сайт http://kozaderov.ru
29	УЭМК «Современная физическая химия» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9920
30	УЭМК «Физико-химия дисперсных систем и наноматериалов» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2085

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Методические указания к курсу "Физическая химия" по разделу "Химическая термодинамика" / сост. О.А. Козадеров.— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011.— Ч. 2. : Второй закон термодинамики. Химическое равновесие. - 45 с.
2	Методические указания к курсу "Физическая химия" по разделу "Химическая термодинамика" / сост. О.А. Козадеров.— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012. – Ч. 3. :

	Термодинамика фазовых равновесий и твердофазных реакций. - 42 с.
3	Электропроводность. Кинетика электрохимических процессов / 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 .— 91 с. <URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m21-188.pdf>.
4	Равновесные электродные системы. Потенциометрия / 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 .— 90 с. <URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m21-187.pdf>.
5	Задания для самостоятельной работы студентов по курсу "Физическая химия" / сост. О.А. Козадеров .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012 .— Ч. 1. : Химическая термодинамика. - 32 с.
6	Задания для самостоятельной работы студентов по курсу "Современная физическая химия" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для вузов. Ч. 2 . Электрохимия / сост. О.А. Козадеров. – Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. – 32 с.
7	Практикум по физической химии. Кинетика и катализ. Электрохимия / [А.В. Абраменков и др.]; под ред. В.В. Лунина, Е.П. Агеева. – Москва : Academia, 2012. – 298 с.
8	Лабораторный практикум по физической химии : Химическая кинетика : учебное пособие для вузов / [В. Ю. Кондрашин, С. Н. Грушевская, Н. Б. Морозова, Т. А. Кравченко; под ред. А. В. Введенского] .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 .— 89 с.
9	Шаталов А.Я. Практикум по физической химии / А.Я. Шаталов, И.К. Маршаков.— М. : Высшая школа, 1975.— 284 с.
10	Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / [А.В. Введенский и др.] .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018 .— 204, [1] с

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

При реализации дисциплины проводятся вводная, несколько обзорных лекций, текущая аттестация, самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины.

При реализации учебной дисциплины используются 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 и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (ауд. 167): доска меловая, мультимедиа-проектор, ноутбук, проектор, экран для проектора
Лаборатория химического практикума (ауд. 176): мультимедиа техника, калориметры, криоскопы, установки для определения теплоемкости, учебный комплекс «Химия», учебно лабораторные комплексы «Физическая и коллоидная химия» модули «Термодинамика», «Фазовое равновесие», «Электрохимия», «Коллоидная химия»
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, читальный зал библиотеки, компьютерный центр: специализированная мебель, компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ

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.	Законы термодинамики	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.3 ОПК-2.3	Практическое задание, Комплект тестов
2.	Химическое равновесие	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.3 ОПК-2.1, 2.4	Практическое задание, Комплект тестов
3.	Растворы	ОПК-1	ОПК-1.1-1.4	Практическое задание, Комплект

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
		ОПК-2	ОПК-2.1-2.3	<i>тестов</i>
4.	Фазовые равновесия	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.4 ОПК-2.1-2.4	<i>Контрольная работа, Комплект тестов</i>
5.	Основы теории электролитов. Ионика	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.4 ОПК-2.1-2.4	<i>Практическое задание, Комплект тестов Курсовая работа</i>
6.	Основы электрохимии гетерогенных систем. Электродика	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.4 ОПК-2.1-2.4	<i>Практическое задание, Комплект тестов Курсовая работа</i>
7.	Термодинамика поверхностных явлений	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.4 ОПК-2.1-2.4	<i>Практическое задание, Комплект тестов Курсовая работа</i>
8.	Дисперсные системы: базовые свойства и особенности формирования и разрушения	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1-1.4 ОПК-2.1-2.4	<i>Практическое задание, Комплект тестов Курсовая работа</i>
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				<i>Перечень вопросов, КИМ</i>

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

20.1. Текущий контроль успеваемости

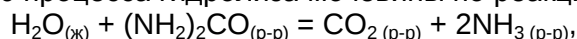
Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Перечень практических заданий

1. Определение тепловых эффектов.
2. Определение теплоемкости жидких и твердых веществ.
3. Определение температурного коэффициента напряжения электрохимической цепи.
4. Расчет концентрационной константы равновесия.
5. Изопиестический метод определения констант равновесия слабых электролитов.
6. Определение молярной массы неэлектролита криоскопическим методом.
7. Определение степени диссоциации сильного электролита криоскопическим методом.
8. Построение диаграмм «температура-состав» двух и трехкомпонентных систем.
9. Определение предельной молярной электропроводности сильных и слабых электролитов.
10. Определение стандартного электродного потенциала электрода первого рода, простого и сложного окислительно-восстановительного электрода.
11. Стекланный электрод и его использование в потенциометрии.
12. Определение ЭДС гальванического элемента.
13. Коррозионный элемент.
14. Изучение адсорбции на твердых адсорбентах.
15. Изучение адсорбции ПАВ на границе раздела вода-воздух.
16. Приготовление коллоидных растворов и изучение их коагуляции.
17. Приготовление эмульсий типа «вода в масле» и «масло в воде».
18. Коллоидная защита ВМС

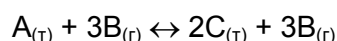
Пример контрольной работы

1. Вычислите энтальпию процесса гидролиза мочевины по реакции



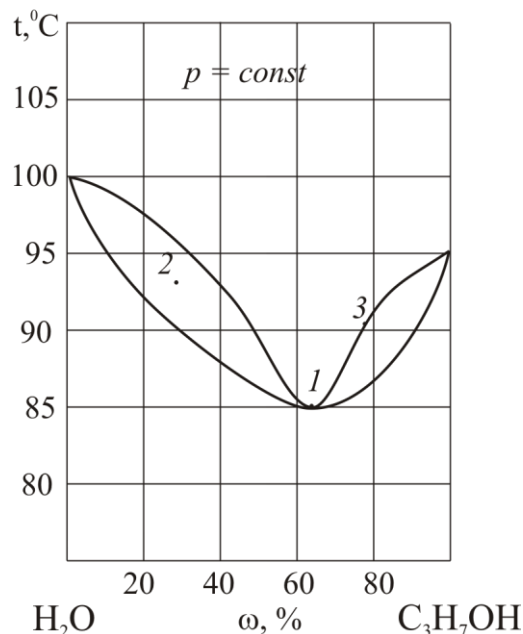
по стандартным теплотам образования, используя справочные данные.

2. Для химической реакции



Запишите выражение константы равновесия K_p . С применением уравнения изобары объяснить, в какую сторону сместится равновесие при повышении температуры системы.

3. Какие растворы называют идеальными? Как изменяются термодинамические функции при образовании идеальных растворов?
4. По диаграмме состояния вода-пропанол-1 определите:
 - а) при какой температуре закипит жидкость, содержащая 80% спирта и 20% воды. Каков состав равновесного пара;
 - б) какой состав имеет азеотроп;
 - в) число фаз и степеней свободы в точках 1-3;
 - г) состав фаз в точке 2 и соотношение масс фаз в этой точке по правилу рычага?



20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Темы курсовых работ

1. Исследование физико-химических свойств веществ.
2. Влияние добавок неэлектролита на взаимную растворимость компонентов двухкомпонентных систем.
3. Определение электропроводности сильных и слабых электролитов
4. Определение концентрационной и термодинамической константы диссоциации.
5. Определение произведения растворимости труднорастворимого вещества.
6. Выполнимость правила Дюкло-Траубе для гомологического ряда алифатических спиртов

Критерии оценки курсовых

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся самостоятельно подбирает методику проведения эксперимента, проводит эксперимент с соблюдением норм техники безопасности, применяет стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных, а также теоретические модели и полуэмпирические методы при обработке результатов, грамотно интерпретирует результаты эксперимента, опираясь на базовые знания в области физической химии и электрохимии, формулирует выводы. Оформляет отчет по результатам работы по стандартной форме с учетом требований библиографической культуры, представляет презентацию по теме работы.	Отлично
Обучающийся с помощью преподавателя подбирает методику проведения эксперимента, проводит эксперимент с соблюдением норм техники безопасности, неуверенно применяет стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных, а также теоретические модели и полуэмпирические методы при обработке результатов, допускает незначительные ошибки в интерпретации результатов эксперимента. В оформлении отчета по результатам работы имеются незначительные отклонения от требований стандартов. Презентация по теме работы представлена с замечаниями.	Хорошо
Обучающийся затрудняется подобрать даже с помощью преподавателя методику проведения эксперимента, проводит эксперимент с соблюдением норм техники безопасности, не способен применять стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных, а также теоретические модели и полуэмпирические методы при обработке результатов, допускает серьезные ошибки в интерпретации результатов эксперимента. В оформлении отчета по результатам работы имеются значительные отклонения от требований	Удовлетвори-тельно

стандартов. Презентация по теме работы представлена с замечаниями.	
Обучающийся не способен выбрать методику проведения эксперимента, не соблюдает нормы техники безопасности, не может применять стандартное программное обеспечение и специализированные базы данных, а также теоретические модели и полуэмпирические методы при обработке результатов, не владеет базовыми знаниями в области физической химии и электрохимии для интерпретации результатов эксперимента.	Неудовлетворительно

Перечень вопросов к зачету:

Химическая термодинамика и термодинамика твердофазных реакций

1. Термодинамические системы и их классификация.
2. Гетерогенные равновесия в однокомпонентных системах.
3. Термодинамические параметры состояния системы.
4. Термодинамический вывод диаграммы состояния однокомпонентной системы с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала.
5. Уравнения состояния термодинамических систем.
6. Фазовые переходы чистых веществ. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
7. Термодинамическое равновесие и термодинамические процессы.
8. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора. Полиморфные превращения в однокомпонентной системе.
9. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.
10. Гетерогенные равновесия в двухкомпонентных системах.
11. Термодинамические процессы с участием идеального газа.
12. Термодинамический вывод основных типов диаграмм состояния двухкомпонентных систем с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала.
13. Закон Гесса и его следствия.
14. Двухфазное равновесие: двухкомпонентные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов.
15. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры.
16. Двухкомпонентные системы с эвтектикой.
17. Второй закон термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
18. Двухкомпонентные системы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимся химическим соединением.
19. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори.
20. Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах.
21. Энтропия. Принцип возрастания энтропии.
22. Водно-солевые системы.
23. Изменение энтропии при различных процессах. Энтропия химической реакции.
24. Термодинамическая классификация растворов.
25. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы.
26. Закон Рауля для растворителя.
27. Соотношения Максвелла. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.
28. Активность. Коэффициент активности.
29. Химический потенциал. Химическая переменная. Уравнение Гиббса-Дюгема.
30. Закон Генри для давления пара растворенного вещества.
31. Термодинамические условия равновесия и критерии самопроизвольного протекания процессов.
32. Коллигативные свойства растворов.
33. Закон действующих масс. Константа равновесия химической реакции.
34. Закон распределения Нернста.
35. Изотерма и изобара химической реакции. Принцип смещения равновесия.
36. Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия.
37. Третий закон термодинамики.
38. Методы исследования термодинамики твердофазных реакций.
39. Основные понятия термодинамики фазовых равновесий.
40. Диаграммы химических потенциалов.

41. Условие фазового равновесия. Вывод правила фаз Гиббса и вариантность системы.

Описание технологии проведения

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа); письменных работ (контрольные, лабораторные работы); тестирования.

20.2. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов к экзамену:

Электрохимия. Физико-химия дисперсных систем и наноматериалов

1. Электролитическая диссоциация. Теория Аррениуса.
2. Поверхностное натяжение жидкостей.
3. Электростатическая теория растворов электролитов. Коэффициенты активности.
4. Аэрозоли. Пены. Эмульсии. Суспензии и золи.
5. Теория электрической проводимости растворов электролитов.
6. Поверхностная энергия твердых тел.
7. Электрофоретический и релаксационный эффекты.
8. Мицеллообразование. Солюбилизация.
9. Эффекты Вина, Дебая-Фалькенгагена и Фарадея.
10. Методы расчета и измерения поверхностного натяжения.
11. Электролиз воды.
12. Конденсационное образование лиофобных дисперсных систем.
13. Основные законы капиллярных явлений.
14. Теория Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека.
15. Адсорбция в дисперсных системах. Поверхностно-активные вещества.
16. Структурообразование в дисперсных системах. Основные типы структур и их свойства.
17. Равновесие на границе электрод/раствор. Электрохимический потенциал.
18. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.
19. Электрокинетические свойства дисперсных систем.
20. Равновесие в электрохимической цепи. Электродный потенциал.
21. Электроды I и II рода. Окислительно-восстановительные электроды.
22. Основные законы капиллярных явлений.
23. Гальванические элементы.
24. Поверхностное натяжение жидкостей.
25. Концентрационные и химические цепи.
26. Аэрозоли. Пены. Эмульсии. Суспензии и золи.
27. Вторичные химические источники тока.
28. Мицеллообразование. Солюбилизация.
29. Мембранное равновесие. Ионселективные электроды.
30. Конденсационное образование лиофобных дисперсных систем.
31. Адсорбция в дисперсных системах. Поверхностно-активные вещества.
32. Двойной электрический слой и адсорбционные явления на границе электрод/электролит.
33. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем.
34. Методы расчета и измерения поверхностного натяжения

Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Всесторонние и глубокие знания по химической термодинамике и термодинамике твердофазных реакций. Их применение для решения задач по основным разделам курса. Безупречное выполнение в процессе изучения дисциплины всех лабораторных заданий, предусмотренных формами текущего контроля. Исчерпывающий ответ на вопросы билета.	Отлично (Зачтено)
Достаточно полное знание учебного материала, предусмотренного рабочей	Хорошо

программой. Успешное выполнение лабораторных заданий. Наличие аргументированного и обоснованного ответа на вопросы билета. Допускаются незначительные ошибки и неточности, которые исправлены после замечания преподавателя.	(Зачтено)
Знание основных положений рабочей программы. Затруднения при решении задач. Ответ неполный, без обоснований и объяснений. Ошибки устраняются по дополнительным вопросам преподавателя.	Удовлетворительно (Зачтено)
Отрывочные знания. Грубые, принципиальные ошибки при ответе на вопрос билета. Неумение решать простейшие задачи.	Неудовлетворительно (Не зачтено)

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

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме(ах): устного индивидуального опроса; письменных работ (контрольные, лабораторные работы); оценки результатов практической деятельности (курсовая работа). Критерии оценивания приведены выше.

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

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и/или практическое(ие) задание(я), позволяющее(ие) оценить степень сформированности умений и(или) навыков, и(или) опыт деятельности (указываете реальную структуру).

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

Тест

ОПК-1 Способен использовать при решении задач профессиональной деятельности понимание теоретических основ химии, физики материалов и механики материалов

1. Какие контакты с внешней средой может иметь изолированная термодинамическая система?

- 1) любые контакты невозможны;
- 2) только механические контакты;
- 3) только диффузионные контакты;
- 4) только термические контакты.

2. Какая функция является функцией состояния?

- 1) работа;
- 2) энтальпия;
- 3) теплота;
- 4) теплоемкость.

3. Какая функция не является термодинамическим потенциалом?

- 1) G;
- 2) H;
- 3) S;
- 4) U.

4. Уравнение Гиббса-Гельмгольца

- 1) $dU = dH - pdV$;
- 2) $\delta Q = dU + pdV$;
- 3) $\delta Q \leq TdS$;
- 4) $dG = dH - TdS$.

5. Условие термодинамического равновесия справедливо для

- 1) веществ в газообразном состоянии;
- 2) веществ в жидком состоянии;
- 3) твердых веществ;
- 4) веществ в любом агрегатном состоянии.

6. Образование идеальных растворов происходит за счет

- 1) возрастания энтропии;
- 2) возрастания изобарного потенциала;
- 3) возрастания энтальпии;
- 4) уменьшения энтальпии.

7. Обратимые химические реакции протекают до

- 1) до продуктов реакции;
- 2) состояния равновесия;
- 3) до продуктов реакции и обратно;
- 4) до середины процесса.

8. Закон Рауля справедлив для

- 1) реальных растворов; 2) атермальных растворов;
3) идеальных растворов; 4) регулярных растворов.

9. Правило фаз Гиббса для двухкомпонентных систем

- 1) $C = K - \Phi + 2$; 2) $C = K - \Phi + 1$; 3) $C = K - \Phi$; 4) $C = K - \Phi + n$.

10. Теория Дабая-Хюккеля применима только

- 1) для растворов слабых электролитов;
2) очень разбавленных любых растворов;
3) для растворов сильных электролитов;
4) для растворов неэлектролитов.

11. Выражение для расчета активности электролита

- 1) $\mu = \mu^0 + RT \ln a_i$; 2) $G = \sum \mu_i n_i$;
3) $c = n/V$ 4) $a = \gamma c$

12. Металлическим электродом называется:

- 1) система, состоящая из металлической пластинки, опущенной в расплав собственного металла;
2) система, состоящая из растворов двух солей, контактирующих друг с другом через пористую перегородку;
3) система, состоящая из контактирующих друг с другом двух пластинок, разнородных металлов;
4) система, состоящая из металлической пластинки, опущенной в раствор собственной соли.

13. В уравнении Нернста, используемом для расчета электродного потенциала, значение температуры приводится по:

- 1) шкале Фаренгейта;
2) шкале Цельсия;
3) шкале Кельвина;
4) любой из трех вышеперечисленных шкал.

14. Не существует гальванических цепей

- 1) аллотропических; 2) концентрационных;
3) диффузионных; 4) гравитационных.

15. Работа, затрачиваемая на создание единичной поверхности, называется:

- 1) поверхностное натяжение; 2) поверхностная активность;
3) адсорбция; 4) десорбция.

16. Краевой угол, возникающий между водой и тальком $\Theta = 69^\circ$. При этом имеет место

- 1) смачивание; 2) полное смачивание; 3) несмачивание; 4) полное несмачивание.

17. Коллоидные растворы, относящиеся к типу систем ж/ж носят название

- 1) аэрозоли; 2) гели; 3) суспензии; 4) эмульсии.

18. Явление перемещения частиц дисперсной фазы в постоянном электрическом поле называется:

- 1) электроосмос; 2) потенциал седиментации; 3) электрофорез; 4) потенциал протекания.

19. Поверхностно-активное вещество

- 1) хлорид натрия; 2) уксусная кислота; 3) сахароза; 4) хлороводород.

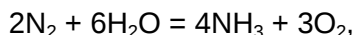
20. К молекулярно-кинетическим свойствам относится

- 1) осмос; 2) седиментация; 3) пептизация; 4) рассеяние.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	2	3	4	4	1	2	3	2	3	4	4	3	3	1	1	4	3	2	1

Задания с открытым ответом

Задача 1. Найдите тепловой эффект для реакции



при 298 К. Стандартные теплоты образования газообразных исходных веществ и продуктов следующие: $\Delta_f H_{298}^0(\text{NH}_3) = -45.9$ и $\Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}) = -242$ кДж/моль;

Эталон ответа:

1. Записано выражение закона Гесса по стандартным теплотам образования

$$\Delta_r H = \sum_j \nu_j \cdot \Delta_f H_j (\text{прод.}) - \sum_i \nu_i \cdot \Delta_f H_i (\text{исх.})$$

2. Записано выражение закона Гесса для данной реакции

$$\Delta_r H_{298}^0 = 4 \cdot \Delta_f H_{298}^0(\text{NH}_3) - 6 \cdot \Delta_f H_{298}^0(\text{H}_2\text{O})$$

3. Проведен расчет теплового эффекта для данной реакции в стандартных условиях

$$\Delta_r H_{298}^0 = 4 \cdot (-45.9) - 6 \cdot (-242) = 1268 \text{ кДж/моль} = 1.268 \cdot 10^6 \text{ Дж/моль}.$$

Критерии оценивания:

- **5 баллов:** правильно записан закон Гесса для расчета теплового эффекта реакции по теплотам образования, записан закон Гесса к искомой реакции, произведен расчет теплового эффекта химической реакции.
- **2 балла:** правильно записан либо закон Гесса в общем виде, либо проведен расчет теплового эффекта.
- **0 баллов:** дан неверный ответ

Задача 2. Рассчитайте ионную силу раствора, содержащего 0.2 моль/кг NaCl, 0.05 моль/кг CuCl₂ и 0.005 моль/кг FeCl₃.

Эталон ответа:

1. Записаны уравнения диссоциации электролитов $\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$; $\text{CuCl}_2 \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 2\text{Cl}^-$; $\text{FeCl}_3 \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 3\text{Cl}^-$.

2. Записана формула для расчета ионной силы раствора $I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^k m_i z_i^2$, выражение для расчета ионной силы данного электролита

$$I = \frac{1}{2} \cdot \left[\underbrace{0.2 \cdot 1^2 + 0.2 \cdot 1^2}_{\text{NaCl}} + \underbrace{0.05 \cdot 2^2 + 0.05 \cdot 2 \cdot 1^2}_{\text{CuCl}_2} + \underbrace{0.005 \cdot 3^2 + 0.005 \cdot 3 \cdot 1^2}_{\text{FeCl}_3} \right] = 0.38 \text{ моль/кг}.$$

Критерии оценивания:

- **5 баллов:** правильно записаны уравнения диссоциации электролитов, записано выражение для расчета ионной силы данного электролита, проведен расчет ионной силы.
- **2 балла:** правильно записана формула либо реакции диссоциации.
- **0 баллов:** дан неверный ответ

Задача 3. Эквивалентная электропроводность бесконечно разбавленных растворов NaCl, NaClO₃ и HCl при 25 °С равна, соответственно, 126.4; 114.7 и 426.0 Ом⁻¹·см²·моль⁻¹. Какова эквивалентная электропроводность бесконечно разбавленного раствора HClO₃ при 25 °С?

Эталон ответа:

1. Записаны уравнения диссоциации электролитов



2. Согласно закону Кольрауша,

$$\Lambda^0(\text{NaCl}) = \lambda^0(\text{Na}^+) + \lambda^0(\text{Cl}^-),$$

$$\Lambda^0(\text{NaClO}_3) = \lambda^0(\text{Na}^+) + \lambda^0(\text{ClO}_3^-),$$

$$\Lambda^0(\text{HCl}) = \lambda^0(\text{H}^+) + \lambda^0(\text{Cl}^-),$$

$$\Lambda^0(\text{HClO}_3) = \lambda^0(\text{H}^+) + \lambda^0(\text{ClO}_3^-).$$

3. Комбинируя приведенные уравнения, получим

$$\begin{aligned} \Lambda^0(\text{HClO}_3) &= \Lambda^0(\text{HCl}) + \Lambda^0(\text{NaClO}_3) - \Lambda^0(\text{NaCl}) = \\ &= 114.7 + 426.0 - 126.4 = 414.3 \text{ (Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}). \end{aligned}$$

Ответ. $\Lambda^0(\text{HClO}_3) = 414.3 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$.

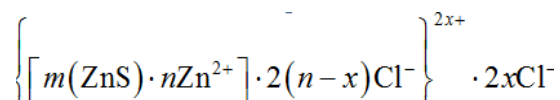
Критерии оценивания:

- **5 баллов:** правильно записаны уравнения диссоциации электролитов, записано выражение закона Кольрауша для расчета молярной электропроводности электролита, проведен расчет электропроводности.
- **2 балла:** правильно записана формула для расчета либо реакции диссоциации.
- **0 баллов:** дан неверный ответ

Задача 4. Напишите формулу мицеллы золя, образовавшегося при смешении водных растворов хлорида цинка и сульфида калия, если в избытке взят раствор ZnCl_2 . В каком направлении станут двигаться частицы при электрофорезе?

Эталон ответа:

1. В растворе протекает реакция $\text{ZnCl}_2 + \text{K}_2\text{S} \rightarrow \text{ZnS} \downarrow + 2\text{KCl}$,
2. Строение мицеллы в случае избытка хлорида цинка можно изобразить следующим образом:



3. Коллоидная частица имеет положительный заряд и при электрофорезе под действием электрического поля она будет перемещаться в сторону отрицательного электрода – катода.

Критерии оценивания:

- **5 баллов:** правильно записано уравнение ионного обмена, указан осадок, изображена формула мицеллы, указано направление ее перемещения в электрическом поле.
- **2 балла:** правильно записано уравнение реакции либо формула мицеллы, либо направление ее перемещения.
- **0 баллов:** дан неверный ответ

Задача 5. Определите тип поверхностной активности растворенного в воде сульфата цинка, если известно, что при концентрациях соли $\omega_1 = 5 \text{ масс.}\%$ и $\omega_2 = 15 \text{ масс.}\%$ поверхностные натяжения растворов соответственно равны $\sigma_1 = 73.2$ и $\sigma_2 = 74.8 \text{ мДж/м}^2$.

Эталон ответа:

1. Записана формула для расчета поверхностной активности $g = \frac{\Delta\sigma}{\Delta c} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\omega} = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\omega_2 - \omega_1}$.
2. Проведен расчет поверхностной активности:

$$\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{74.8 - 73.2}{0.15 - 0.05} = 16 \text{ (мДж/м}^2\text{)}.$$

3. Сделан вывод о том, что положительный знак $\Delta\sigma / \Delta\omega$ говорит о том, что сульфат цинка принадлежит к поверхностно-инактивным веществам.

Критерии оценивания:

- **5 баллов:** правильно записано уравнение для расчета, проведен расчет и сделан вывод о принадлежности вещества к ПИВ.
- **2 балла:** правильно записан один из трех критериев.
- **0 баллов:** дан неверный ответ

ОПК-2. Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности эксперимент по синтезу и анализу химических веществ, исследованию реакций, процессов и материалов, диагностике физических и механических свойств материалов.

1. Приготовление раствора проводят в
 - 1) цилиндре; 2) мерной колбе; 3) мерном стакане; 4) конической колбе.
2. Продукты эксперимента, проводимого с использованием летучих органических веществ, в лаборатории сливают
 - 1) в специальную емкость; 2) в раковину; 3) в туалет; 4) в ведро с песком.
3. Нагревание растворов проводят в посуде
 - 1) пластиковой; 2) термостойкой; 3) широкой; 4) одноразовой.
4. При проведении измерений с использованием электрических приборов необходимо исключить следующее требование
 - 1) заземление прибора; 2) исправная вилка;
 - 3) неповрежденный провод; 4) неустойчивое положение прибора.
5. При отборе пробы пипеткой зажимать ее отверстие необходимо
 - 1) указательным пальцем; 2) большим пальцем;
 - 3) грушей; 4) пробкой.
6. При разбивании термометра пролитую ртуть необходимо
 - 1) смести веником; 2) собрать волосяной кисточкой в бумажный фунтик;
 - 3) собрать мокрой тряпкой; 4) засыпать песком и выбросить в мусорное ведро.
7. После сбора разлившейся ртути поверхность не надо обрабатывать
 - 1) раствором FeCl_3 ; 2) раствором KMnO_4 ;
 - 3) раствором хлорной извести; 4) раствором NaCl .
8. Термометр Бекмана измеряет температуру в
 - 1) градусах Цельсия; 2) условных градусах;
 - 3) градусах Кельвина; 4) Фаренгейтах.
9. Устранение градиента химического потенциала при определении электропроводности возможно при использовании
 - 1) постоянного тока; 2) переменного тока; 3) перемешивания; 4) разбавления.
10. Солевой мостик в гальванических элементах используют для:
 1. осуществления контакта между электродами;
 2. устранения влияния диффузионного потенциала;
 3. ускорения процессов диффузии между растворами;
 4. предохранения электродов от коррозии.
11. Кондуктометрический метод позволяет измерить
 - 1) сопротивление раствора электролита; 2) pH раствора;
 - 3) вязкость раствора; 4) диэлектрическую проницаемость раствора.
12. Метод потенциометрического титрования в отличие от простого титрования
 - 1) основан на измерении концентрации раствора;
 - 2) не предусматривает использование индикатора;
 - 3) не применим для окрашенных растворов;
 - 4) применим только для сильных электролитов.
13. Для предотвращения коагуляции коллоидного раствора необходимо
 - 1) облучать его светом;
 - 2) хранить в холодном месте;

- 3) добавлять вещества-коагуляторы;
- 4) не добавлять вещества-стабилизаторы.

14. Дисперсные системы характеризуются

- 1) малым размером частиц;
- 2) прозрачностью;
- 3) большим размером частиц;
- 4) устойчивостью.

15. К оптическим свойствам коллоидных растворов не относится

- 1) светорассеяние;
- 2) отражение света;
- 3) преломление света;
- 4) осмос.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	1	2	4	1	2	4	2	2	2	1	2	2	3	4

Задание 1. Необходимо приготовить серию растворов соляной кислоты с концентрациями 0,1; 0,05; 0,01 М на 100 мл методом последовательного разбавления для измерения их электропроводности. Запишите последовательность действий и расчетов, а также необходимую посуду для использования.

Эталон ответа:

1. Рассчитать необходимые объемы электролита с использованием закона эквивалентов: $V_1 = 50$ мл 0,1М HCl, $V_2 = 20$ мл 0,05М HCl.
2. В мерную колбу на 100 мл налить рассчитанный объем электролита и довести до метки дистиллированной водой.
3. Посуда необходимая для приготовления: мерная колба, цилиндры или пипетки Мора на 50 и 25 мл, химический стакан для дистиллированной воды, воронка.

Критерии оценивания:

- **5 баллов:** правильно проведен расчет объемов электролита, указаны действия при приготовлении, указана вся необходимая посуда.
- **2 балла:** правильно записан один из трех критериев.
- **0 баллов:** дан неверный ответ