

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
Козадеров О.А.
01.07.2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.11 Физическая химия

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 04.03.01 - Химия
 - 2. Профиль подготовки/специализация:** Теоретическая и экспериментальная химия,
Прикладная химия
 - 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
 - 4. Форма обучения:** очная
 - 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** физической химии
 - 6. Составители программы:** Введенский Александр Викторович, д.х.н., проф.,
Кравченко Тамара Александровна, д.х.н., проф.,
Козадеров Олег Александрович, д.х.н., доц.,
Грушевская Светлана Николаевна, к.х.н., доц.
 - 7. Рекомендована:** НМС химического факультета от 17.06.21, протокол № 5
 - 8. Учебный год:** 2021-2022 **Семестр(ы):** 3, 4
-

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины - сформировать систему знаний о фундаментальных законах физико-химических процессов и химических реакций.

Основные задачи курса:

- дать основы химической и электрохимической термодинамики;
- познакомить с учением о химическом и фазовом равновесии;
- дать основы учения о растворах, включая растворы электролитов;
- познакомить с основными понятиями и законами химической и электрохимической кинетики;
- вскрыть закономерности процессов массопереноса в физико-химических системах.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: обязательная часть блока Б1.

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: уметь дифференцировать и интегрировать элементарные функции, знать специальные интегралы, основы линейной алгебры, молекулярной физики и классической термодинамики.

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
ОПК-1	Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений	ОПК-1.1	Систематизирует и анализирует результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений, а также результаты расчетов свойств веществ и материалов	Знать: основы физической химии; Уметь: применять теоретические основы термодинамики и кинетики при решении профессиональных задач; Иметь навыки: использования теоретических основ физической химии при решении экспериментальных задач.
		ОПК-1.2	Предлагает интерпретацию результатов собственных экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.	
		ОПК-1.3	Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ химической направленности	
ОПК-2	Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение	ОПК-2.1	Работает с химическими веществами с соблюдением норм техники безопасности	Знать: теоретические основы экспериментальных физико-химических и электрохимических методов; правила техники безопасности при работе в химической лаборатории; Уметь: использовать теоретические основы физической химии при решении практических задач; применять средства
		ОПК-2.2	Проводит синтез веществ и материалов разной природы с использованием	

	структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	ОПК-2.3	имеющихся методик Проводит стандартные операции для определения химического и фазового состав веществ и материалов на их основе	индивидуальной защиты; Владеть: основными экспериментальными методами физической химии и электрохимии; базовыми приемами предупреждения и ликвидации последствий аварийных ситуаций.
		ОПК-2.4	Проводит исследование свойств веществ и материалов с использованием серийного научного оборудования	
ОПК-3	Способен применять расчетно-теоретические методы для изучения свойств веществ и процессов с их участием с использованием современной вычислительной техники.	ОПК-3.1	Применяет теоретические и полуэмпирические модели при решении задач химической направленности.	Знать: теоретические основы базовых методик физико-химического анализа; Уметь: реализовать на практике основные методики физико-химического анализа;
		ОПК-3.2	Использует стандартное программное обеспечение при решении задач химической направленности.	Владеть: базовыми методиками химической и электрохимической термодинамики.
ОПК-6	Способен представлять результаты своей работы в устной и письменной форме в соответствии с нормами и правилами, принятыми в профессиональном сообществе.	ОПК-6.1	Представляет результаты работы в виде отчета на русском языке.	Знать: основные формы самостоятельной работы с учебной литературой; Уметь: систематизировать знания, полученные в ходе аудиторных занятий;
		ОПК-6.2	Представляет информацию химического содержания с учетом требований библиографической культуры.	Владеть: основными методами представления результатов работы в виде отчета на русском и английском языках.
		ОПК-6.3	Представляет результаты работы в виде тезисов доклада на русском и английском языке в соответствии с нормами и правилами, принятыми в химическом сообществе.	
		ОПК-6.4	Готовит презентацию по теме работы и представляет ее на русском и английском языках.	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. 15 / 540

Форма промежуточной аттестации: 3 семестр – экзамен; 4 семестр – зачет, курсовая работа, экзамен.

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		3	4
Аудиторные занятия, в том числе:	332	170	162
лекции	122	68	54
практические	-	-	-
лабораторные	210	102	108
Самостоятельная работа	136	82	54
Форма промежуточной аттестации - экзамен	72	36	36
зачет			х
Курсовая работа			х
Итого:	540	288	252

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК
1. Лекции			
1.1	Первый закон термодинамики. Термохимия.	Предмет, задачи, методы и разделы физической химии. Термодинамический метод исследований. Химическая термодинамика. Термодинамические системы. Термодинамические параметры состояния системы. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеального газа. Коэффициент сжимаемости. Вириальное уравнение состояния. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическая температура. Принцип соответственных состояний. Внутренние и внешние параметры. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Экстенсивные и интенсивные параметры. Теорема Эйлера. Парциальные молярные величины. Постулат о термодинамическом равновесии. Нулевой закон термодинамики. Термодинамический процесс. Самопроизвольные и несамопроизвольные, равновесные и неравновесные, обратимые (квазистатические) и необратимые процессы. Функции состояния и функции процесса. Постулат о существовании внутренней энергии. Теплота и работа. Первый закон термодинамики. Эквивалентность различных способов передачи энергии. Работа и теплота обратимого и необратимого процессов. Теплоемкость. Применение первого закона к простейшим процессам с участием идеального газа. Энтальпия. Применение первого закона термодинамики к многокомпонентным закрытым системам. Химическая переменная. Калорические коэффициенты. Истинный и средний тепловой эффект химической реакции. Термохимия. Стандартные состояния. Закон Гесса и следствия из него. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Калориметрия. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа: приближенное и	УЭМК «Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899

		точное решение. Степенные ряды теплоемкости.	
1.2	Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций	<p>Направление самопроизвольных процессов. Постулат Томсона. Некомпенсированная теплота Клаузиуса. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Постулат о существовании энтропии – функции состояния и обобщенной силы в процессах теплообмена. Уравнение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Принцип возрастания энтропии. Статистическое толкование второго закона термодинамики. Термодинамическая вероятность. Уравнение Больцмана. Расчет изменения энтропии в различных процессах. Абсолютная энтропия вещества. Постулат Планка. Энтропия химической реакции.</p> <p>Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики. Фундаментальные уравнения Гиббса. Преобразование Лежандра. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы. Критерии самопроизвольного протекания процессов и равновесия в закрытых системах. Соотношения Максвелла. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.</p> <p>Термодинамические потенциалы идеального и реального газов. Уравнение Гиббса-Дюгема. Летучесть. Энергия Гиббса химической реакции. Химический потенциал. Влияние температуры на термодинамические потенциалы. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Расчет энергии Гиббса химической реакции.</p>	УЭМК «Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899
1.3	Термодинамика растворов и фазовых равновесий	<p>Термодинамическая классификация растворов. Идеальные растворы. Предельно разбавленные, атермальные, регулярные растворы. Химический потенциал. Уравнение Гиббса-Дюгема. Законы Рауля и Генри. Активность. Коэффициент активности. Равновесие жидкость-пар. Законы Гиббса-Коновалова. Перегонка. Коллигативные свойства растворов. Законы растворимости. Уравнение Шредера. Закон Нернста. Экстракция. Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа. 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. Фазовые переходы первого и второго рода. 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. Термодинамический вывод основных типов диаграмм состояния двухкомпонентных систем с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала. Двухфазное равновесие: двухкомпонентные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью</p>	УЭМК «Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899

		компонентов. Двухкомпонентные системы с эвтектикой. Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах. Графическое представление состава тройных систем.	
1.4	Химическое равновесие	Условия химического равновесия. Химическое сродство. Закон действующих масс. Константа равновесия. Изотерма химической реакции Вант-Гоффа. Энергии Гельмгольца и Гиббса химических реакций, их связь с константой равновесия. Равновесный выход продуктов химической реакции. Влияние давления на положение равновесия. Зависимость константы равновесия химической реакции от температуры. Уравнения изобары и изохоры химической реакции Вант-Гоффа. Третий закон термодинамики. Расчет константы равновесия реакции при заданной температуре. Метод Шварцмана-Темкина.	УЭМК «Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899
1.5	Основы химической кинетики и катализа	Принципы химической кинетики. Феноменологическая кинетика. Кинетический закон действующих масс. Лимитирующая стадия. Кинетика простых и сложных химических реакций. Принцип квазистационарности Боденштейна-Семенова. Теории химической кинетики. Зависимость константы скорости от температуры. уравнение Аррениуса. Энергия активации. Поверхность потенциальной энергии. Теория переходного состояния. Энтропия и энтальпия активации. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Реакции в растворах. Катализ. Общие принципы катализа. Гомогенный катализ. Кислотно-основный катализ. Уравнение Бренстеда. Автокатализ. Гетерогенный катализ. Активность и селективность катализаторов. Энергия активации каталитических реакций. Теория мультиплетов Баландина. Теория активных ансамблей Кобозева.	УЭМК «Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899
1.6	Равновесные процессы в растворах электролитов.	Предмет и задачи электрохимии. Химические и электрохимические процессы. Классическая теория электролитической диссоциации (Аррениус). Экспериментальные основы теории. Приложение закона действующих масс к процессу диссоциации в растворах. Недостатки теории Аррениуса. Механизмы образования растворов электролитов. Роль ион-дипольных взаимодействий в растворах. Сольватация (гидратация) иона. Термодинамические функции образования ионов в растворах и их практическое определение. Межионные взаимодействия в растворах электролитов. Принципы термодинамического описания. Средний ионный коэффициент активности и средняя ионная активность. Выбор стандартного состояния. Правила Льюиса–Рендала. Правило Бренстеда. Предпосылки и основные выводы теории растворов сильных электролитов Дебая–Хюккеля. Основные положения теории кислот и оснований Бренстеда–Лоури. Сопряженные кислотно-основные пары. Протолитическое и автопротолитическое равновесия. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Константа кислотности и константа основности. Степень протолиза. Кислотно-основные буферные растворы. Произведение растворимости и условие образования малорастворимых гидроксидов в	УЭМК «Физическая химия (2 семестр)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084

		растворах.	
1.7	Ионный транспорт в растворах электролитов	<p>Основные механизмы ионного транспорта. Термодинамические условия возникновения потоков диффузии, миграции, конвекции. Электрохимический потенциал. Соотношение Нернста–Эйнштейна. Диффузия в растворах электролитов. Понятие о диффузионном потенциале.</p> <p>Электрическая проводимость растворов электролитов: удельная, молярная. Электрическая подвижность ионов. Предельная электрическая подвижность ионов. Закон Кольрауша и следствия из него. Правило Вальдена–Писаржевского. Аномальная электропроводность ионов. Влияние различных факторов на электропроводность растворов. Числа переноса ионов и методы их определения.</p> <p>Элементы теории электропроводности Дебая–Хюккеля–Онзагера. Электрофоретическое и релаксационное торможения. Эффекты Вина и Дебая–Фалькенгагена. Эффект Фарадея.</p>	<p>УЭМК «Физическая химия (2 семестр)»</p> <p>https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084</p>
1.8	Термодинамика гетерогенных электрохимических систем	<p>Потенциалы, характеризующие электрическое состояние фазы: поверхностный, внешний, внутренних. Химический и электрохимический потенциалы частиц. Вольта-потенциал. Гальвани-потенциал. Понятие электродного потенциала. Уравнение Нернста для равновесного гальвани-потенциала и равновесного электродного потенциала. Стандартный водородный электрод. Таблицы стандартных электродных потенциалов. Ряд напряжений металлов.</p> <p>Равновесная электрохимическая цепь. Правила записи. Напряжение цепи, связь с потенциалами отдельных электродов. Анод и катод в электрохимической цепи. Основное уравнение электрохимической термодинамики. Уравнение Гиббса–Гельмгольца для напряжения электрохимической цепи.</p> <p>Классификация электродов. Электроды I рода. Электроды II рода. Каломельный и хлоридсеребряный электроды. Окислительно-восстановительные электроды. Правило Лютера. Хингидронный электрод. Газовые электроды. Водородный электрод. Кислородный электрод. Диаграмма электрохимической устойчивости воды. Ионообменные мембраны и равновесие Доннана. Потенциал Доннана. Ионселективные электроды. Мембранный потенциал. Стеклянный электрод. Диффузионный потенциал и методы его элиминирования.</p> <p>Классификация электрохимических цепей. Физические цепи. Концентрационные цепи без переноса и с переносом. Химические цепи без переноса и с переносом. Химические источники тока.</p> <p>Потенциометрия и ее возможности. Определение чисел переноса и коэффициентов активности ионов, стандартных электродных потенциалов, произведения растворимости малорастворимых электролитов, констант равновесия химических реакций потенциометрическим методом.</p>	<p>УЭМК «Физическая химия (2 семестр)»</p> <p>https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084</p>
1.9	Кинетика электродных процессов. Двойной	<p>Электрический ток – мера скорости электродной реакции. Поляризация электрода. Многостадийность электродных процессов. Лимитирующая стадия электродного процесса. Понятие о перенапряжении</p>	<p>УЭМК «Физическая химия (2 семестр)»</p>

	электрический слой. Электрохимическая коррозия металлов	стадий перехода заряда, диффузии, химической реакции, кристаллизации. Теория диффузионного перенапряжения. Диффузионный слой Нернста. Поляризационные кривые электрода в случае замедленной диффузии. Предельный диффузионный ток. Теория замедленного перехода заряда. Влияние потенциала на скорость перехода заряда. Уравнение Батлера–Фольмера. Коэффициенты переноса. Ток обмена. Поляризационные кривые электрода в случае замедленного перехода заряда. Уравнение Тафеля. Двойной электрический слой на границе металла и раствора. Емкость двойного электрического слоя. Адсорбция и электрокапиллярные кривые. Потенциал нулевого заряда. Уравнение Липпмана. Модельные представления о строении двойного электрического слоя. Электрохимическая коррозия металлов. Термодинамическая возможность коррозионного процесса. Сопряженные парциальные анодно-катодные реакции. Потенциал коррозии. Ток коррозии. Диаграммы Эванса и их значение. Коррозия с водородной и с кислородной деполяризацией. Активное, пассивное и транспассивное состояние металла. Анодная и катодная защита. Ингибиторы коррозии.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084
2. Практические занятия			
не предусмотрены учебным планом			
3. Лабораторные работы			
3.1	Первый закон термодинамики. Термохимия.	Определение теплоты образования твердого раствора Определение теплоты диссоциации слабой кислоты Определение теплоты гидратации соли Определение теплоты окисления щавелевой кислоты Определение теплоемкости жидких и твердых веществ	УЭМК «Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899
3.2	Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций	Измерение температурного коэффициента ЭДС	УЭМК «Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899
3.3	Термодинамика растворов и фазовых равновесий	Криоскопия. Определение молярной массы вещества Криоскопия. Определение степени электролитической диссоциации Определение коэффициента распределения йода между органическим и неорганическим растворителями Двухкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии (система фенол-вода) Трехкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии	УЭМК «Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899
3.4	Химическое равновесие	Химическое равновесие в системе йодид калия – хлорид железа (III)	УЭМК «Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899
3.5	Основы	Гомогенно-каталитическое окисление йодида калия	УЭМК

	химической кинетики и катализа	персульфатом аммония Каталитическое разложение пероксида водорода Кинетика гидролиза уксусного ангидрида Кинетика растворения сульфата кальция в воде Кинетика омыления этилацетата	«Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899
3.6	Равновесные процессы в растворах электролитов.	Определение ионного произведения воды Нахождение констант образований одноядерных комплексов металлов Определение концентрационной константы диссоциации слабой кислоты Определение термодинамической константы диссоциации слабой кислоты Определение концентрационной константы гидролиза соли Определение произведения растворимости труднорастворимой соли серебра Определение произведения растворимости труднорастворимого гидроксида Определение термодинамических констант равновесия окислительно-восстановительных реакций в твердых электролитах	УЭМК «Физическая химия (2 семестр)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084
3.7	Ионный транспорт в растворах электролитов.	Измерение собственной электрической проводимости воды или водно-органического растворителя Определение предельной молярной электропроводности сильного электролита Проверка закона разбавления Оствальда Определение константы диссоциации уксусной кислоты в разных растворителях Определение числа переноса ионов методом движущейся границы Определение числа переноса ионов методом Гитторфа Кондуктометрическое титрование	УЭМК «Физическая химия (2 семестр)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084
3.8	Термодинамика гетерогенных электрохимических систем	Реализация электрода I рода и определение стандартного потенциала Реализация электрода II рода и определение его стандартного потенциала Реализация окислительно-восстановительного электрода и определение его стандартного потенциала Газовый водородный электрод Ионоселективный стеклянный электрод Измерение напряжения концентрационной цепи и определение диффузионного потенциала	УЭМК «Физическая химия (2 семестр)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084
3.9	Кинетика электродных процессов. Двойной электрический слой. Электрохимическая коррозия металлов	Измерение емкости двойного электрического слоя на твердом электроде при помощи моста переменного тока Получение гальваностатической кривой заряжения Pt(Pt)-электрода в серной кислоте Изучение влияния состава раствора на кривые заряжения платинированного платинового электрода Исследование адсорбции атомарного водорода на платинированной платине методом циклической линейной вольтамперометрии Определение адсорбционной псевдоемкости водорода на платине методом спада потенциала при разомкнутой цепи поляризации Электролиз водных растворов электролитов Изучение закономерностей анодного растворения	УЭМК «Физическая химия (2 семестр)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084

		меди в хлоридных электролитах Изучение кинетики восстановления кислорода на стационарном медном электроде в кислых хлоридных или сульфатных растворах Изучение кинетики восстановления кислорода на вращающемся дисковом электроде Исследование влияния ингибиторов на кинетику анодных и катодных процессов на железе в кислой среде Исследование работы коррозионного элемента	
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Экзамен	
1	Первый закон термодинамики. Термохимия.	14	20	16	8	58
2	Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций	12	20	18	8	58
3	Термодинамика растворов и фазовых равновесий	18	20	16	8	62
4	Химическое равновесие	10	20	16	4	50
5	Основы химической кинетики и катализа	14	22	16	8	60
6	Равновесные процессы в растворах электролитов	14	26	12	9	61
7	Ионный транспорт в растворах электролитов	12	28	14	9	63
8	Термодинамика равновесных электродных систем. Электрохимические цепи.	14	28	14	9	65
9	Кинетика электродных процессов. Двойной электрический слой. Электрохимическая коррозия металлов	14	26	14	9	63
	Итого:	122	210	136	72	540

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение лабораторных заданий, заданий текущей аттестации.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «MOOC ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	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.
2	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.
3	Еремин, В.В. Основы физической химии. Учебное пособие в 2 ч. / В.В. Еремин .— 3-е изд. эл. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .— 322 с. — (Учебник для высшей школы) .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214231 >.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики : учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов / Е.Н. Еремин .— М. : Высшая школа, 1974 .— 340 с.
5	Полторак О.М. Термодинамика в физической химии : учебник для хим. и хим.-технол. спец. вузов / О.М. Полторак .— М. : Высш. шк., 1991 .— 318 с.
6	Стромберг А.Г. Физическая химия : Учебник для химических специальностей вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. : под ред. А.Г. Стромберга. — 7-е изд., испр. — М. : Высш. шк., 2009 .— 527 с.
7	Физическая химия : в 2 кн. / К. С. Краснов [и др.]. - Кн. 1: Строение вещества. Термодинамика .— 3-е изд., испр. — 2001 .— 511 с.
8	Физическая химия : В 2 кн. / К. С. Краснов [и др.]. - Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ .— 3-е изд., испр. — 2001 .— 318 с.
9	Эткинс П. Физическая химия : в 3-х частях / П.Эткинс, Дж. Де Паула. – Часть 1. Равновесная термодинамика. – М. : Мир, 2007. – 494с.
10	Бажин Н.М. Термодинамика для химиков : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности «Химия» / Н.М. Бажин, В.А. Иванченко, В.Н. Пармон. – 2-е перераб. И доп. – М. : Химия : КолосС, 2004. – 415с.
11	Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа : учеб. пособие для студ. хим. фак. ун-тов, обуч. по спец. 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / В.М. Байрамов. — М. : Academia, 2003 .— 251 с.
12	Романовский Б.В. Основы химической кинетики / Б.В. Романовский. – М. : Экзамен, 2006. – 415с.
13	Еремин Е.Н. Основы химической кинетики : учебное пособие для студ. хим. фак. ун-тов / Е.Н. Еремин .— 2-е изд., доп. — М. : Высшая школа, 1976 .— 373 с. : ил., табл.
14	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.
15	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.
16	Багоцкий В.С. Основы электрохимии / В.С. Багоцкий. — М. : Химия, 1988 .— 399 с.
17	Ротинян А.Л. Теоретическая электрохимия / А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина. — Л. : Химия, 1981 .— 422 с.
18	Измайлов Н.А. Электрохимия растворов / Н.А. Измайлов .— 3-е изд., исправ .— М. : Химия, 1976 .— 488с.
19	Никольский Б.П. Ионоселективные электроды / Б.П. Никольский, Е.А. Матерова .— Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1980 .— 239 с.
20	Практикум по физической химии. Термодинамика : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направлению «Химия» и специальности «Химия» / Е.П.Агеев [и др.] : под ред. Е.П.Агеева, В.В. Лунина. – М. : Academia, 2010.- 218с.
21	Практические работы по физической химии : учеб. пособие / Ю. П. Акулова [и др.] ; Под ред. К.П. Мищенко и др. — 5-е изд., перераб. — СПб. : Профессия, 2002 .— 384 с.
22	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.
23	Практикум по электрохимии : учеб. пособие для химич. спец. вузов / Б.Б. Дамаскин [и др.]. — М. : Высш.шк., 1991 .— 287 с.
24	Физическая химия в вопросах и ответах: Кинетика. Электрохимия : учеб. пособие для студ. хим. спец. ун-тов / Е.М. Кузнецова [и др.]. — М. : Изд-во МГУ, 1981 .— 264 с.
25	Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А. Равделя, А.И. Пономаревой . — М. : Вербум-М, 2008 .— 230 с.
26	Термодинамические свойства индивидуальных веществ : справ. изд.: в 4-х т. / Л.В. Гурвич [и др.]. — 3-е изд., перераб. и расширенное .— М. : Наука, 1978-1982.
27	Добош Д. Электрохимические константы : справ. для электрохимиков / Д. Добош. — М. : Мир, 1980 .— 364 с.
28	Справочник по электрохимии / под ред. А.М. Сухотина .— Л. : Химия . Ленингр. отд-ние, 1981 .— 486 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

29	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
30	УЭМК «Физическая химия 2к» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=9899
31	УЭМК «Физическая химия (2 семестр)» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Лабовиц, Л. Задачи по физической химии с решениями / под ред. Ю. В. Филиппова .— М. : Мир, 1972 .— 442 с.
2	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.
3	Еремин В.В. Задачник по физической химии / В.В. Еремин [и др.] – М. : Экзамен, 2003. – 318 с.
4	Практикум по физической химии : для студ. хим. фак. всех форм обучения / И.К. Маршаков [и др.]. Ч. 1: Химическая термодинамика .— 2002 .— 88 с. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03023.pdf >.
5	Кинетика химических и электрохимических процессов. Электропроводность : практикум по спец. 011000- Химия / Сост.: А.В. Введенский [и др.] — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2003. - Ч. 2 . — 82 с.(№ 648). — URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04053.pdf >.
6	Равновесные электродные системы. Граница раздела заряженных фаз : практикум по спец. 011000- Химия / сост.: А.В. Введенский, Е.В. Бобринская, И.В. Протасова, Н.В. Соцкая. — 79 с. : (№ 719) — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04059.pdf >.
7	Сборник примеров и задач по физической химии : для студ. химич. фак. всех форм обучения / сост.: Кравченко Т. А., Введенский А.В., Козадеров О. А. - Ч.1: Химическая термодинамика .— 2002 .— 63 с. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03021.pdf >.
8	Сборник примеров и задач по физической химии : для студ. химич. фак. всех форм обучения / сост.: Введенский А.В., Кравченко Т.А., Козадеров О. А. - Ч.2: Химическая термодинамика .— 2002 .— 67 с. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03022.pdf >.
9	Сборник примеров и задач по электрохимии : учеб. пособие / сост.: А.В. Введенский [и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. - Ч. 1: Равновесные процессы в растворах электролитов .— 39 с. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-03.pdf >.
10	Сборник примеров и задач по электрохимии : учеб. пособие / сост.: А.В. Введенский, С.А. Калужина, Т.А. Кравченко [и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. - Ч. 2: Ионный транспорт. Кулонометрия .— 60 с. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-04.pdf >.
11	Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / [А.В. Введенский и др.] .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018 .— 204 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

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, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Установки для измерения тепловых эффектов, криоскопических измерений, определения электропроводности; учебный комплекс «Химия»; иономеры, термостаты, потенциостаты, электроды, электрохимические ячейки, мультимедийное оборудование.

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	Первый закон термодинамики. Термохимия	ОПК-1	ОПК 1.1-1.3	Комплект тестов № 1, Лабораторные работы, Контрольная работа № 1
2	Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций	ОПК-2	ОПК 2.1-2.4	Комплект тестов № 1, Лабораторные работы, Контрольная работа № 1
3	Термодинамика растворов и фазовых равновесий	ОПК-3	ОПК 3.1-3.2	Комплект тестов № 1, Лабораторные работы, Контрольная работа № 1
4	Химическое равновесие	ОПК-3	ОПК 3.1-3.2	Комплект тестов № 1, Лабораторные работы, Контрольная работа № 1
5	Основы химической кинетики и катализа	ОПК-6	ОПК 6.1-6.2	Комплект тестов № 1, Лабораторные работы, Реферат № 1
6	Равновесные процессы в растворах электролитов.	ОПК-3	ОПК 3.1-3.2	Комплект тестов № 2, Лабораторные работы, Контрольная работа № 2, Реферат № 2
7	Ионный транспорт в растворах электролитов.	ОПК-3	ОПК 3.1-3.2	Комплект тестов № 2, Лабораторные работы, Контрольная работа № 2 Курсовая работа
8	Термодинамика равновесных электродных систем. Электрохимические цепи.	ОПК-1	ОПК 1.1-1.3	Комплект тестов № 2, Лабораторные работы, Контрольная работа № 2 Курсовая работа
9	Электролиз растворов электролитов. Двойной электрический слой. Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия металлов.	ОПК-2 ОПК-6	ОПК 2.1-2.4 ОПК 6.1-6.2	Комплект тестов № 2, Лабораторные работы, Контрольная работа № 2, Реферат № 2 Курсовая работа
Промежуточная аттестация форма контроля - экзамен				Комплект КИМ № 1 Комплект КИМ № 2

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:

Тестовые задания

Комплект тестов № 1

Направление подготовки / специальность 04.03.01 - Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля тест
Вид аттестации текущая

Контрольно-измерительный материал № 1

1. В каком из процессов работа расширения идеального газ будет больше:
а) в изотермическом в) в изобарном
б) в изохорном г) в адиабатическом
2. Тепловые эффекты химических реакций при постоянном давлении и постоянном объеме:
а) первый меньше второго в) они равны между собой
б) первый больше второго г) возможны все варианты
3. Энтальпия химической реакции равна ее теплоте при постоянстве:
а) V, T в) иные параметры и их сочетания
б) P, T г) никогда не равна
4. Отношение C_p/C_v всегда:
а) больше единицы в) равно единице
б) меньше единицы г) стремится к нулю
5. Тепловой эффект химической реакции с ростом температуры:
а) всегда повышается в) не изменяется
б) всегда убывает г) может как повышаться, так и убывать
6. Для какой-то соли энергия разрушения кристаллической решетки больше, чем суммарная теплота сольватации катиона и аниона (по модулю). Процесс растворения соли:
а) экзотермичен в) тепловой эффект отсутствует
б) эндотермичен г) возможны все варианты
7. Почему теплота нейтрализации сильных кислот одинакова, но отличается от теплоты нейтрализации слабых кислот?
Развернутый ответ:

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

Направление подготовки / специальность 04.03.01 - Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля тест
Вид аттестации текущая

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Энтропия самопроизвольного процесса в изолированной системе:
а) повышается в) не изменяется
б) убывает г) возможны все варианты
2. При изотермическом смешении газов энтропия:
а) повышается в) не изменяется
б) убывает г) возможны все варианты
3. Сравните между собой значения: энтропия 1 моль кристаллического вещества ($S_{кр}$) и энтропия 1 моль его паров при той же температуре ($S_{п}$):
а) $S_{кр} > S_{п}$ в) $S_{кр} = S_{п}$
б) $S_{кр} < S_{п}$ г) возможны все варианты
4. О возможности протекания химической реакции в закрытой системе при $P; T = \text{Const}$ следует судить по знаку изменения:
а) энтропии в) энергии Гиббса
б) энтальпии г) энергии Гельмгольца
5. Энергия Гельмгольца в ходе самопроизвольной химической реакции при постоянстве естественных параметров:
а) повышается;
б) убывает;
в) не изменяется.
6. При постоянстве каких параметров убыль энтальпии химической реакции равна ее максимальной полезной работе:
а) V, S в) иные параметры и их сочетания
б) P, S г) никогда не равна
7. В чем сходство и различия понятий: функция состояния, характеристическая функция, термодинамический потенциал?
Развернутый ответ:

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

Направление подготовки / специальность 04.03.01 - Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля тест
Вид аттестации текущая

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Стандартный химический потенциал компонента определяется:
 - а) температурой T ;
 - б) давлением P ;
 - в) активностью (концентрацией);
 - г) сочетанием этих параметров.
2. В процессе осмоса через полупроницаемую мембрану проникает:
 - а) растворенное вещество;
 - б) растворитель;
 - в) раствор.
3. Как изменяется химический потенциал компонента в процессе самопроизвольного перехода из одной фазы в другую в гетерогенной системе:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
4. В каком случае растворимость газа в жидкости больше:
 - а) в идеальном растворе;
 - б) при положительных отклонениях от идеальности;
 - в) при отрицательных отклонениях от идеальности.
5. Для раствора вещества А в растворителе В верен закон Генри. Как связаны между собой стандартные химические потенциалы вещества А в паровой и жидкой фазах?
 - а) $\mu(A) > \mu(B)$
 - б) $\mu(A) < \mu(B)$
 - в) $\mu(A) = \mu(B)$
 - г) возможны любые соотношения в зависимости от условий
6. На диаграмме состояния температура-состав двухкомпонентной системы имеются точки, для которых степень свободы равна двум. Какому числу равновесных фаз она отвечает:
 - а) 1;
 - б) 2;
 - в) 3;
 - г) 4.
7. Почему кривая сублимации на Р-Т диаграмме однокомпонентной системы всегда характеризуется большим наклоном, чем кривая испарения?
Развернутый ответ:

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

Контрольно-измерительный материал № 4

1. Как энергия Гиббса химической реакции изменяется с ростом активности (концентрации) исходных веществ:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется
 - г) может меняться сложным образом.
2. Как энергия Гиббса химической реакции изменяется с ростом температуры:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется;
 - г) может меняться сложным образом.
3. Константа равновесия химической реакции с ростом термодинамической активности исходных веществ:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется
 - г) возможны любые варианты.
4. Константа равновесия химической реакции изменяется с ростом температуры:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется;
 - г) возможны любые варианты.
5. С ростом концентрации реагентов равновесный выход продуктов химической реакции:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
6. С увеличением давления равновесный выход продуктов химической реакции:
 - а) повышается;
 - б) снижается;
 - в) не меняется;
 - г) меняется более сложным образом.
7. Всегда ли существует различие между константами равновесия K_p и K_c ?
Развернутый ответ:

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

Контрольно-измерительный материал № 5

1. Для самопроизвольного течения химической реакции необходимо, чтобы произведение химического сродства A и скорости реакции v было:
 - а) равно нулю
 - б) больше нуля
 - в) меньше нуля
 - г) отлично от нуля
2. Энергия активации химической реакции E_a с ростом температуры:
 - а) всегда повышается
 - б) всегда убывает
 - в) не изменяется
 - г) может меняться более сложным образом
3. Скорость химической реакции при увеличении ее энергии активации:
 - а) повышается
 - б) убывает
 - в) не изменяется
 - г) возможны все варианты
4. Химическая реакция протекает через последовательные стадии. Скорость реакции в целом определяется параметрами:
 - а) самой быстрой стадии
 - б) самой медленной стадии
 - в) не зависит от параметров отдельных стадий
 - г) зависит от параметров всех стадий
5. Химическая реакция протекает через параллельные стадии. Скорость реакции в целом определяется параметрами:
 - а) самой быстрой стадии
 - б) самой медленной стадии
 - в) не зависит от параметров отдельных стадий
 - г) зависит от параметров всех стадий
7. Может ли порядок реакции быть нулевым, дробным, отрицательным?
Развернутый ответ:

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

Комплект тестов № 2

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
_____.2020

Направление подготовки / специальность 04.03.01 - Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля тест
Вид аттестации текущая

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Какое из утверждений неверно:
а) внутренний потенциал фазы суммируется из внешнего и поверхностного;
б) внешний потенциал фазы суммируется из внутреннего и Гальвани-потенциала на границе фаз;
в) Гальвани-потенциал на границе фаз суммируется из Вольта-потенциала и скачка двух поверхностных потенциалов.
2. Какая из ячеек для определения чисел переноса ионов методом Гитторфа обязательно требует определения пропущенного электрического заряда:
а) с Cu-анодом и Pt-катодом;
б) с Pt-анодом и Pt-катодом;
в) обе;
г) ни одна не требует.
3. В сольватной оболочке какого из двух ионов с $z_1 = z_2$ содержится большее число молекул растворителя:
а) у иона с большим кристаллохимическим радиусом;
б) у иона с меньшим кристаллохимическим радиусом;
в) не зависит от размера иона.
4. Какое из утверждений верно:
а) двойной электрический слой возникает из-за появления Гальвани-потенциала на границе фаз;
б) Гальвани-потенциал возникает в ходе пространственного разделения электрических зарядов на границе фаз;
в) оба верны.
5. Процесс электролитической диссоциации соли описывается уравнением: $KA = v_+ K^{z_+} + v_- A^{z_-}$ Какая термодинамическая активность может быть оценена экспериментально:
а) соли (a_{\pm});
б) средне-ионная (a_{\pm});
в) катиона (a_+) или аниона (a_-).
6. Какая из систем представляет равновесный окислительно-восстановительный электрод:
а) Cu | Cu⁺, Cu²⁺;
б) Pt | Cu⁺, Cu²⁺;
в) Pt | Ag⁺, Cu²⁺.
7. В теории Дебая-Хюккеля средне-ионного коэффициента активности размер "ионной атмосферы" (дебаевский радиус экранирования) с ростом концентрации ионов:
а) падает;
б) растет;
в) не изменяется.
8. Напряжение цепи M₁ | L₁ || L₂ | M₂ больше нуля, а цепи M₂ | L₂ || L₁ | M₁ меньше нуля. Какая из цепей записана верно:
а) первая;
б) вторая;
в) ни одна.
9. При 298 К ионные произведения воды и этилового спирта $K_w(\text{H}_2\text{O}) = 10^{-14}$ и $K_w(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 10^{-20}$. В нейтральном водном и этанольном растворах одинаковой концентрации какой-либо сильной соли:
а) $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) > \text{pH}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$;
б) $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) < \text{pH}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$;
в) $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = \text{pH}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})$;
10. Какое из следующих выражений не является уравнением Гиббса-Гельмгольца:
а) $\Delta H = \Delta G - T\Delta S$; б) $\Delta H = -zFE + zFT \left(\frac{dE}{dT} \right)_p$; в) оба.
11. Молярная электропроводность раствора электролита увеличивается с ростом температуры. Это обусловлено главным образом:
а) изменением механизма переноса ионов;
б) снижением кинематической вязкости;
в) изменением диэлектрической проницаемости.
12. Ток обмена электрохимической Ох,Red-реакции:
а) не зависит от активностей реагентов;
б) зависит от активности обоих реагентов;
в) зависит от активности лишь одного из реагентов.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

Направление подготовки / специальность 04.03.01 - Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля тест
Вид аттестации текущая

Контрольно-измерительный материал № 2

- Константа и степень диссоциации электролитической диссоциации слабого электролита связаны соотношением: $K = \alpha^2 C / (1 - \alpha)$. По мере роста концентрации раствора C что произойдет с K :
а) увеличится; б) уменьшится; в) не изменится.
- При диффузии катиона и аниона в водном растворе сильного электролита скорости движения ионов очень быстро выравниваются. Это связано:
а) с выравниванием коэффициентов диффузии ионов;
б) с выравниванием их коэффициентов трения;
в) с наложением миграционного потока, вызванного градиентом диффузионного потенциала, на диффузионный поток;
г) с образованием ионных двойников.
- В каких растворителях ионы H_3O^+ и OH^- не обладают аномально высокой электропроводностью:
а) протофильных; б) протогенных; в) апротонных.
- Возникает ли двойной электрический слой на границе платины с абсолютно чистой водой:
а) да; б) нет; в) возникает, но быстро исчезает.
- Какой из параметров гидратации отдельного иона может быть определен экспериментально:
а) реальная теплота гидратации;
б) химическая теплота гидратации;
в) ни один.
- Потенциал какого из электродов не зависит от pH среды:
а) водородного;
б) хингидронного;
в) каломельного;
г) стеклянного.
- Какое из условий выбора стандартного состояния для компонентов раствора электролита является верным:
а) $a_{\ominus}^0 \neq a_{+}^0 = a_{-}^0$; б) $a_{\ominus}^0 = a_{+}^0 \neq a_{-}^0$;
в) $a_{\ominus}^0 = a_{+}^0 = a_{-}^0$; г) $a_{\ominus}^0 \neq a_{+}^0 \neq a_{-}^0$.
- На основе какого соединения может быть изготовлен электрод II рода, обратимый по ионам Br^- :
а) LiBr ; б) KBr ; в) AgBr .
- Для раствора 1 моль/л Na_2SO_4 + 1 моль/л H_2SO_4 ионная сила равна:
а) 4 моль/л; б) 5 моль/л; в) 6 моль/л.
- Какое из выражений дает величину Гальвани-потенциала на границе фаз, если на ней идет электрохимическая реакция:
а) $g_{\alpha/\beta} = -\frac{1}{zF} \left[\sum_i (\tilde{\mu}_i v_i)^\beta - \sum_i (\tilde{\mu}_i v_i)^\alpha \right]$ б) $g_{\alpha/\beta} = -\frac{1}{zF} \left[\sum_i (\mu_i v_i)^\beta - \sum_i (\mu_i v_i)^\alpha \right]$
в) $g_{\alpha/\beta} = -\frac{1}{zF} \left[\sum_i (\tilde{\mu}_i)^\beta - \sum_i (\tilde{\mu}_i)^\alpha \right]$
- Стандартный электродный потенциал водородного электрода полагают равным нулю при:
а) $T=0 \text{ K}$ б) $T=298 \text{ K}$ в) любых T .
- Удельная электропроводность водного раствора сильного электролита с ростом его концентрации вначале растет, а затем снижается. Появление участка снижения обусловлено:
а) изменением механизма миграционного переноса;
б) изменением числа носителей заряда;
в) нарастающим влиянием межионных взаимодействий.

Направление подготовки / специальность 04.03.01 - Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля тест
Вид аттестации текущая

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Энергия какого из межчастичных взаимодействий в растворе электролита наиболее резко зависит от расстояния между частицами:
 - а) диполь-дипольного;
 - б) ион-дипольного;
 - в) ион-ионного.
2. Ион-ионное взаимодействие при диффузии ионов в растворе электролита:
 - а) проявляется сильнее, чем при миграции;
 - б) проявляется слабее, чем при миграции;
 - в) вообще не играет роли.
3. Различаются ли напряжения электрохимических цепей:
(-) Pt | M₁ | L | M₂, Pt (+) и (-) Pt | M₂ | M₁ | L | M₂, Pt (+)
 - а) да;
 - б) нет;
 - в) различаются по знаку, но не по величине;
 - г) различаются как по знаку, так и по величине.
4. Различие между химическим и электрохимическим потенциалами ионов i-го сорта обязательно нужно учитывать при описании равновесных процессов:
 - а) в объеме раствора электролита;
 - б) на границе раздела проводящих фаз;
 - в) в обоих случаях.
5. Электродом I рода является:
 - а) Ag | AgCl | Cl⁻;
 - б) H⁺ | H₂;
 - в) Ag⁺ | Ag;
 - г) Cu²⁺ | Cu⁺.
6. Коэффициент активности иона с ростом его концентрации в растворе:
 - а) всегда повышается;
 - б) всегда убывает;
 - в) не изменяется;
 - г) снижается, а затем возрастает.
7. Средняя энергия каких взаимодействий является объектом расчета в теории Дебая-Хюккеля:
 - а) ион-ионных;
 - б) ион-дипольных;
 - в) диполь-дипольных.
8. Буферным действием обладает смесь оксалата калия с:
 - а) соляной кислотой;
 - б) лимонной кислотой;
 - в) щавелевой кислотой;
 - г) уксусной кислотой.
9. В реакции протолитического равновесия CH₃COOH + H₂F₂ = CH₃COOH₂⁺ + HF₂⁻ роль кислот играют:
 - а) CH₃COOH и H₂F₂;
 - б) CH₃COOH₂⁺ и CH₃COOH;
 - в) H₂F₂ и CH₃COOH₂⁺;
 - г) H₂F₂ и HF₂⁻.
10. В основном уравнении электрохимической термодинамики для напряжения гальванической цепи величина ΔG представляет:
 - а) свободную энергию Гиббса анодной реакции;
 - б) свободную энергию Гиббса катодной реакции;
 - в) свободную энергию Гиббса брутто-химической реакции.
11. Сильно разбавленные водные растворы слабых кислот (константы диссоциации K₁ и K₂) имеют одну и ту же молярную концентрацию. Если K₁ > K₂, то:
 - а) pH₁ > pH₂;
 - б) pH₁ < pH₂;
 - в) pH₁ = pH₂;
12. Напряжение цепи Cu / Cu²⁺ / Hg(Cu), Cu:
 - а) положительно;
 - б) отрицательно;
 - в) равно нулю.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

Направление подготовки / специальность 04.03.01 - Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля тест
Вид аттестации текущая

Контрольно-измерительный материал № 4

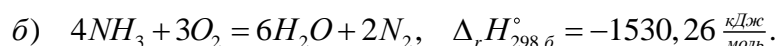
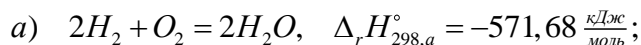
- Константа гидролиза соли слабой кислоты и сильного основания описывается соотношением:
 - $K_{\Gamma} = K_w / K_{\text{дисс}}$;
 - $K_{\Gamma} = K_w \cdot K_{\text{дисс}}$;
 - $K_{\Gamma} = K_{\text{дисс}} / K_w$;
- При помощи какого электрода нельзя потенциометрически определить концентрацию раствора HCl :
 - стеклянного;
 - хингидронного;
 - ртутносльфатного.
- Стандартная плотность тока обмена \bar{I}_0 двух разных ионно-металлических электродов равна 10^{-3} А/см² и 10^3 А/см². Какой из этих электродов характеризуется повышенным поляризационным сопротивлением стадии перехода заряда:
 - с низким \bar{I}_0 ;
 - с высоким \bar{I}_0 ;
 - не зависит от \bar{I}_0 .
- Появление двойного электрического слоя на границе раздела металл- водный раствор электролита обусловлено:
 - растворением металла;
 - адсорбцией ионных компонентов раствора;
 - адсорбцией молекул воды;
 - всеми этими причинами.
- Чем принципиально отличаются химические цепи от концентрационных:
 - наличием или отсутствием скачка потенциала на границе раздела растворов;
 - характером температурной зависимости напряжения цепи;
 - различием металлов анода и катода;
 - порядком записи элементов цепи.
- К какому типу потенциалов относится потенциал Доннана:
 - Вольта-потенциал;
 - Гальвани-потенциал;
 - электродный потенциал;
 - реальный потенциал.
- Эффекты электрофоретического и релаксационного торможения при миграции ионов в растворе электролита с ростом его концентрации:
 - нарастают;
 - снижаются;
 - компенсируют друг друга.
- На катодной поляризационной кривой неподвижного электрода обнаружена область относительной независимости плотности тока от перенапряжения, причем вращение электрода приводит к росту плотности тока. Кинетика катодной реакции:
 - диффузионная;
 - электрохимическая;
 - химическая;
 - кристаллизационная.
- По мере насыщения водного раствора KCl кислородом скорость коррозии меди:
 - не меняется;
 - растет;
 - падает.
- Правило Кольрауша $\Lambda_0 = \nu_+ \Lambda_+ + \nu_- \Lambda_-$ применяется к растворам сильных электролитов:
 - любых концентраций;
 - разбавленным;
 - концентрированным.
- К какому типу физических цепей относится цепь (-)Pt, Cu₍₁₁₁₎ | Cu⁺ | Cu₍₁₀₀₎, Pt (+):
 - гравитационная;
 - аллотропная;
 - кристаллографическая.
- Эффект Фарадея в слабых электролитах обусловлен:
 - изменением подвижности ионов с напряженностью электрического поля;
 - изменением степени диссоциации с напряженностью поля;
 - изменением подвижности ионов с частотой переменного тока;
 - изменением степени диссоциации с частотой тока.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

Задания для контрольных работ

Контрольная работа № 1

1. Найти стандартную молярную энтальпию образования аммиака на основании данных о реакциях в газовой фазе:



2. Оксид ртути диссоциирует по реакции $2HgO(\text{тв.}) = 2Hg(\text{г.}) + O_2(\text{г.})$. При 693 К давление диссоциации равно 51596 Па, а при 723 К – 107991 Па. Рассчитать: 1) константы равновесия при этих температурах; 2) энтальпию диссоциации 1 моль HgO.

Контрольная работа № 2

1. Предельная молярная электропроводность раствора $KClO_4$ при 18°C составляет $122,7 \cdot 10^{-4} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$. Число переноса иона ClO_4^- равно 0,479. Найти предельные электрические подвижности ионов в растворе.

2. Вычислить $E_{O_2, H_2O_2, Pt}^0$ для реакции $O_2 + 2H_3O^+ + 2e^- = H_2O_2 + 2H_2O$, если для реакций $O_2 + 4H_3O^+ + 4e^- = 6H_2O$ $E_{O_2, H_2O, Pt}^0 = 1,229 \text{ В}$; $H_2O_2 + 2H_3O^+ + 2e^- = 4H_2O$ $E_{H_2O_2, H_2O, Pt}^0 = 1,776 \text{ В}$.

Темы курсовых работ

1. Электроокисление органического вещества на металлическом или сплавленном электроде
2. Электрохимические свойства водных растворов органических кислот
3. Электрохимические свойства водно-органических растворов органических кислот
4. Электрохимические свойства водных растворов неорганических кислот
5. Константы равновесия электрохимических процессов
6. Коррозионное поведение металлов и сплавов в водных растворах
7. Коррозионное поведение металлов и сплавов в водно-органических растворах
8. Диффузионная кинетика катодного осаждения металла
9. Анодное растворение сплава в водном растворе
10. Определение коэффициента диффузии ионов металла в водных растворах электрохимическими методами
11. Гальванические элементы

Темы рефератов

Реферат № 1

1. Принципы химической кинетики.
2. Феноменологическая кинетика.
3. Кинетический закон действующих масс.
4. Лимитирующая стадия.
5. Кинетика простых химических реакций.
6. Кинетика сложных химических реакций.
7. Принцип квазистационарности Боденштейна-Семенова.
8. Зависимость константы скорости от температуры.
9. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.
10. Поверхность потенциальной энергии.
11. Теория переходного состояния.
12. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям.
13. Реакции в растворах.
14. Общие принципы катализа.
15. Гомогенный катализ.
16. Кислотно-основный катализ.
17. Автокатализ.
18. Гетерогенный катализ.
19. Активность и селективность катализаторов.
20. Энергия активации каталитических реакций.
21. Теория мультиплетов Баландина.
22. Теория активных ансамблей Кобозева.

Реферат № 2

1. Понятие кислоты и основания в современной химии.
- 2*. Диссоциация кислот и оснований в разбавленных водных растворах.
3. Сольватация (гидратация) и сольватная (гидратная) оболочка иона.
- 4*. Математический аппарат теории растворов сильных электролитов Дебая–Хюккеля.
5. Буферные растворы: классификация, стабилизируемое значение pH, буферная емкость, применение.
6. Ступенчатая диссоциация кислот в растворах.
7. Ступенчатая диссоциация комплексных соединений в растворах.
8. Гидролиз солей: причины, термодинамическое описание, влияние различных факторов.
9. Экспериментальное определение констант ионных равновесий в растворах.
10. Теория кислот и оснований Брэнстеда-Лоури и современная синтетическая неорганическая химия.
11. Протонные и апротонные растворители в современной химии.
12. Строение двойного электрического слоя по Штерну и по Грэму.
13. Получение и трактовка электрокапиллярных кривых.
14. Основное уравнение электрохимической термодинамики и примеры его практического использования.
15. Механизмы и кинетические закономерности выделения водорода на разных металлах. Коррозия с водородной деполяризацией.
16. Механизмы восстановления молекулярного кислорода в кислых и щелочных средах. Коррозия с кислородной деполяризацией.
17. Основные положения и выводы теории замедленного перехода заряда. Водородное перенапряжение на ртутном электроде.
18. Основные положения и выводы теории диффузионного перенапряжения. Кинетика восстановления молекулярного кислорода на инертных металлах.
- 19*. Классическая и современная формулировки принципа независимого протекания электродных процессов на сложных электродах.
20. Простые и сложные электроды в электрохимии. Электрохимический механизм коррозии металлов.
21. Современные представления о пассивном состоянии металлов.
22. Коррозия металлов в контакте.

Примечание. Звездочкой () отмечены темы повышенной трудности.*

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; оценки результатов практической деятельности (курсовая работа).

Критерии оценивания:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами физической химии и электрохимии, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Обучающийся владеет теоретическими основами физической химии и электрохимии, способен иллюстрировать ответ примерами, допускает ошибки при применении теоретических знаний для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>

Обучающийся владеет частично теоретическими основами физической химии и электрохимии, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фрагментарно умеет применять теоретические знания для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания теоретических основ физической химии и электрохимии, допускает грубые ошибки при применении теоретических знаний для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики	–	Неудовлетворительно

20.2 Промежуточная аттестация

Комплект КИМ № 1

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
__._.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Построение диаграммы кипения двух взаимно растворимых жидкостей. Смысл областей и линий. Расчет степени свободы в характерных точках по правилу фаз Гиббса. Первый закон Коновалова.
2. Химическое сродство. Химическое равновесие. Условия химического равновесия. Связь химического сродства с константой равновесия химической реакции.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Функции процесса. Внутренняя энергия. Энтальпия. Первое начало термодинамики для обратимых процессов, протекающих в различных условиях (изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический).
2. Применение закона действующих масс к гомогенным и гетерогенным химическим реакциям. Различные формы выражения константы равновесия.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Термохимия. Закон постоянства сумм теплот Гесса и его следствия. Стандартная энтальпия. Теплоты (энтальпии) образования и сгорания веществ. Калориметрия.
2. Изотерма химической реакции Вант Гоффа. Энергии Гельмгольца и Гиббса химической реакции. Стандартные энергии Гельмгольца и Гиббса и их связь с константой равновесия.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 4

1. Калорические коэффициенты. Теплоемкость. Различные виды теплоемкостей. Влияние температуры на тепловой эффект химической реакции. Уравнение Кирхгофа. Приближенное и точное решение.
2. Расчет равновесного выхода продуктов химической реакции.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 5

1. Второе начало термодинамики. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Введение понятия энтропии. Энтропия обратимых и необратимых процессов. Некомпенсированная теплота Клаузиуса.
2. Влияние давления на равновесный выход продуктов химической реакции.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 6

1. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Принцип возрастания энтропии. Вычисление энтропии отдельных веществ и химической реакции. Связь энтропии реакции с химической переменной. Стандартная энтропия.
2. Зависимость константы равновесия химической реакции от температуры. Уравнения изохоры и изобары Вант Гоффа.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 7

1. Построение диаграммы двух взаимно растворимых жидкостей с азеотропной смесью. Смысл областей и линий. Расчет степени свободы в характерных точках по правилу фаз Гиббса. Второй закон Коновалова.
2. Третье начало термодинамики. Постоянная интегрирования в уравнении изобары. Расчет константы равновесия химической реакции при заданной температуре.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 8

1. Термодинамические потенциалы. Их связь с максимальной полезной работой. Критерии самопроизвольного протекания процесса и равновесия. Термодинамические потенциалы химической реакции. Их связь с энтальпией и энтропией химической реакции. Стандартные потенциалы.
2. Кинетика простых химических реакций первого порядка. Время полупревращения.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 9

1. Влияние температуры на энергию Гиббса химической реакции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Связь энергии Гиббса (максимальной полезной работы) с энтальпией и энтропией химической реакции.
2. Химическая кинетика. Скорость, молекулярность и порядок химических реакций. Принципы химической кинетики. Понятие и лимитирующей стадии.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 10

1. Термодинамический процесс (равновесный и неравновесный, обратимый и необратимый, самопроизвольный и не самопроизвольный). Функции процесса. Теплота, работа для различных процессов (изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический).
2. Получение кинетического уравнения простых химических реакций второго порядка. Графическое представление. Константа скорости. Расчет периода полупревращения.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 11

1. Термодинамика фазовых превращений индивидуальных веществ. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Приближенное и точное решение. Истинная химическая постоянная.
2. Получение кинетического уравнения простых химических реакций первого порядка. Графическое представление. Константа скорости. Расчет периода полупревращения.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 12

1. Термодинамика растворов. Парциальные молярные величины. Зависимость их от состава раствора. Уравнение Гиббса-Дюгема. Его роль в термодинамике растворов.
2. Экспериментальные и расчетные методы определения порядка химической реакции.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 13

1. Химический потенциал. Связь химического потенциала с концентрацией вещества в растворе. Стандартный химический потенциал. Условие химического равновесия и самопроизвольности процессов.
2. Получение кинетического уравнения для обратимых реакций. Графическое представление.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 14

1. Термодинамика жидких растворов. Зависимость давления насыщенного пара от состава жидкого раствора. Законы Рауля и Генри.
2. Получение кинетического уравнения для последовательных химических реакций. Графическое представление. Метод квазистационарных концентраций Боденштейна – Семенова.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 15

1. Термодинамика реальных жидких растворов. Термодинамическая активность вещества. Коэффициенты активности. Методы определения активности.
2. Получение кинетического уравнения для сопряженных химических реакций. Химическое сродство и скорость сопряженных химических реакций.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 16

1. Построение диаграммы состояния двух ограниченно растворимых жидкостей с верхней (или нижней) критической температурой. Пояснение областей и линий. Расчет степени свободы в характерных точках по правилу фаз Гиббса.
2. Теории химической кинетики. Теория активных столкновений Аррениуса. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Энергия активации.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 17

1. Расчет растворимости веществ в жидкости. Термодинамика растворения газа в жидкости.
2. Теории химической кинетики. Теория бинарных столкновений в химической кинетике. Константа скорости. Вероятностный (стерический) фактор.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 18

1. Расчет растворимости веществ в жидкости. Термодинамика растворения твердых тел в жидкости. Уравнение Шредера.
2. Теории химической кинетики. Теория активированного комплекса (переходного состояния) в химической кинетике. Энтропия и энтальпия активации.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 19

1. Построение диаграммы состояния для двух несмешивающихся жидкостей. Распределение третьего вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Уравнение Нернста.
2. Кинетика гетерогенных химических реакций с учетом стадии диффузии вещества. Энергия активации диффузии и химической реакции.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 20

1. Коллигативные свойства растворов. Криоскопическое понижение температуры замерзания растворов. Криоскопия. Термометр Бекмана.
2. Катализ. Каталитическая активность, селективность и избирательность катализатора. Связь скорости каталитической химической реакции с концентрацией катализатора

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточный

Контрольно-измерительный материал № 21

1. Коллигативные свойства растворов. Эбулиоскопическое повышение температуры кипения растворов. Эбулиоскопия. Термометр Бекмана.
2. Энергия активации гомогенного и гетерогенного катализа. Стадии адсорбции и десорбции.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 22

1. Коллигативные свойства растворов. Термодинамика осмотического давления. Уравнение Вант-Гоффа.
2. Получение кинетического уравнения для параллельных реакций. Графическое представление.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 23

1. Термодинамика фазовых равновесий. Термодинамический вывод правила фаз Гиббса.
2. Механизм химических реакций. Стадия активации. Вероятностный и энтропийный факторы. Трансмиссионный коэффициент.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
_____.____.20__

Направление подготовки / специальность 04.03.01 Химия
Дисциплина Физическая химия
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 24

1. Термодинамика фазовых равновесий. Энергия Гиббса при фазовых превращениях.
2. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

Комплект КИМ № 2

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Потенциалы, характеризующие электрическое состояние фазы: поверхностный, внешний, внутренний.
2. Термодинамическая возможность коррозионного процесса.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Механизмы образования растворов электролитов. Роль ион-дипольных взаимодействий в растворах. Сольватация (гидратация) иона.
2. Активное, пассивное и транспассивное состояние металла.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Классическая теория электролитической диссоциации (Аррениус). Экспериментальные основы теории.
2. Потенциал коррозии. Ток коррозии. Диаграммы Эванса и их значение.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия

Дисциплина: Физическая химия

Форма обучения: очная

Вид контроля: экзамен

Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал №4

1. Недостатки теории Аррениуса. Механизмы образования растворов электролитов. Роль ион-дипольных взаимодействий в растворах.
2. Поляризационные кривые электрода в случае замедленного перехода заряда. Уравнение Тафеля.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия

Дисциплина: Физическая химия

Форма обучения: очная

Вид контроля: экзамен

Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 5

1. Сольватация (гидратация) иона. Термодинамические функции образования ионов в растворах и их практическое определение.
2. Уравнение Батлера-Фольмера. Коэффициенты переноса. Ток обмена.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия

Дисциплина: Физическая химия

Форма обучения: очная

Вид контроля: экзамен

Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 6

1. Основные положения теории кислот и оснований Брэнстеда-Лоури.
2. Теория диффузионного перенапряжения. Диффузионный слой Нернста.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия

Дисциплина: Физическая химия

Форма обучения: очная

Вид контроля: экзамен

Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 7

1. Сопряженные кислотно-основные пары. Протолитическое и автопротолитическое равновесия. Ионное произведение воды. Водородный показатель.
2. Поляризационные кривые электрода в случае замедленного перехода заряда.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия

Дисциплина: Физическая химия

Форма обучения: очная

Вид контроля: экзамен

Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал №8

1. Константа кислотности и константа основности. Степень протолиза.
2. Поляризация электрода. Перенапряжение стадий перехода заряда, диффузии, химической реакции, кристаллизации. Понятие о лимитирующей стадии электродного процесса.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии

д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия

Дисциплина: Физическая химия

Форма обучения: очная

Вид контроля: экзамен

Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 9

1. Химический и электрохимический потенциалы частиц. Вольта-потенциал. Гальвани-потенциал.
2. Потенциометрия и ее возможности. Определение чисел переноса потенциометрическим методом.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
_____.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 10

1. Межионные взаимодействия в растворах электролитов. Понятие термодинамической активности иона и выбор стандартного состояния. Средний ионный коэффициент активности средняя ионная активность.
2. Потенциометрия и ее возможности. Определение стандартных электродных потенциалов потенциометрическим методом.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
_____.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 11

1. Предпосылки и выводы теории растворов сильных электролитов Дебая-Хюккеля.
2. Потенциометрия и ее возможности. Определение коэффициентов активности ионов потенциометрическим методом.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
_____.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 12

1. Кислотно-основные буферные растворы.
2. Классификация электрохимических цепей. Физические цепи.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 13

1. Производство растворимости и условие гидратообразования в растворах.
2. Классификация электрохимических цепей. Концентрационные цепи без переноса и с переносом.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 14

1. Основные механизмы ионного транспорта. Термодинамические условия возникновения диффузии, миграции, конвекции.
2. Классификация электрохимических цепей. Химические цепи без переноса и с переносом.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 15

- 1 Соотношение Нернста-Эйнштейна. Диффузия в растворах электролитов. Понятие о диффузионном потенциале.
2. Стандартный водородный электрод.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
_____.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 16

1. Понятие электродного потенциала. Стандартный водородный электрод.
2. Электрический ток – мера скорости электродной реакции. Поляризация электрода. Многостадийность электродных процессов.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
_____.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 17

1. Элементы теории электропроводности Дебая-Хюккеля-Онзагера. Электрофоретическое и релаксационные торможения. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена. Эффект Фарадея.
2. Анодная и катодная защита. Протекторы. Ингибиторы коррозии.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
_____.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 18

1. Электрическая проводимость растворов электролитов: удельная молярная. Электрическая подвижность ионов.
2. Потенциометрия и ее возможности. Определение произведения растворимости малорастворимых электролитов.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 19

1. Химические источники тока.
2. Двойной электрический слой на границе металла и раствора. Емкость двойного электрического слоя.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 20

1. Влияние различных факторов на электропроводность растворов. Аномальная электропроводность ионов.
2. Потенциометрия и ее возможности. Определение констант химического равновесия потенциометрическим методом.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 21

1. Предельная электрическая подвижность ионов. Закон Кольрауша. Правило Вальдена-Писаржевского.
2. Адсорбция и электрокапиллярные кривые. Потенциал нулевого заряда. Уравнение Липпмана.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 22

1. Равновесная электрохимическая цепь. Правила записи. Напряжение электрохимической цепи, связь с потенциалами отдельных электродов. Анод и катод в электрохимической цепи.
2. Ионообменные мембраны и равновесие Доннана. Потенциал Доннана. Ионселективные электроды. Мембранный потенциал. Стекланный электрод.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 23

1. Основное уравнение электрохимической термодинамики. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для напряжения электрохимической цепи.
2. Потенциал коррозии. Ток коррозии. Диаграммы Эванса и их значение.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 24

1. Классификация электродов. Электроды первого рода. Электроды второго рода. Окислительно-восстановительные электроды.
2. Модельные представления о строении двойного электрического слоя.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 25

1. Газовые электроды. Водородный электрод. Кислородный электрод. Диаграмма электрохимической устойчивости воды.
2. Поляризационные кривые электрода в случае замедленной диффузии. Предельный диффузионный ток.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., доц. _____ О.А. Козадеров
___.___.20__

Направление подготовки / специальность: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 26

1. Окислительно-восстановительные электроды. Правило Лютера. Хингидронный электрод.
2. Диффузионный потенциал и методы его устранения.

Преподаватель _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

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 степень сформированности умений и навыков в области физической химии. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

Критерии оценивания при промежуточной аттестации:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами физической химии и электрохимии, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично (Зачтено)</i>
<i>Обучающийся владеет теоретическими основами физической</i>	<i>Базовый</i>	<i>Хорошо</i>

<i>химии и электрохимии, способен иллюстрировать ответ примерами, допускает ошибки при применении теоретических знаний для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики</i>	<i>уровень</i>	<i>(Зачтено)</i>
<i>Обучающийся владеет частично теоретическими основами физической химии и электрохимии, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фрагментарно умеет применять теоретические знания для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно (Зачтено)</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания теоретических основ физической химии и электрохимии, допускает грубые ошибки при применении теоретических знаний для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики</i>	<i>–</i>	<i>Неудовлетворительно (Не зачтено)</i>

При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре.