

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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
физической химии

А.В. Введенский

31.08.2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.14 Физическая химия

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 04.03.01 - Химия
 - 2. Профиль подготовки/специализация:** Органическая и полимерная химия, Теоретическая и экспериментальная 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.
 - 7. Рекомендована:** НМС химического факультета от 26.06.2017 протокол № 6
 - 8. Учебный год:** 2018-2019 **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: базовая часть блока 1

Требования к входным знаниям, умениям и навыкам: Уметь дифференцировать и интегрировать элементарные функции, знать специальные интегралы, основы линейной алгебры, квантовой механики, квантовой химии, молекулярной физики и классической термодинамики, применять знания о строении молекул.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	знать: основные формы самостоятельной работы с учебной литературой уметь: систематизировать знания, полученные в ходе аудиторных занятий
ОПК-1	способность использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач	знать: основы физической химии и электрохимии; уметь: применять теоретические основы термодинамики и кинетики при решении профессиональных задач; иметь навыки: использования теоретических основ физической химии при решении экспериментальных задач.
ОПК-2	владение навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций	знать: теоретические основы экспериментальных физико-химических и электрохимических методов уметь: использовать теоретические основы физической химии при решении практических задач владеть: основными экспериментальными методами физической химии и электрохимии
ПК-1	способность выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	знать: теоретические основы базовых методик физико-химического анализа уметь: реализовать на практике основные методики физико-химического анализа владеть: базовыми методиками химической и электрохимической термодинамики
ПК-2	владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении на-	знать: устройство базовой аппаратуры химической термодинамики и кинетики уметь: пользоваться базовым физико-химическим и электрохимическим оборудованием

	учных исследований	иметь навыки: подготовки научного оборудования к эксперименту
ПК-3	владение системой фундаментальных химических понятий	знать: законы термодинамики и кинетики в применении к химическим и электрохимическим процессам уметь: применять фундаментальные законы физической химии на практике иметь навыки: интерпретации экспериментальных данных в рамках изученных теоретических моделей
ПК-7	Владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории уметь: применять средства индивидуальной защиты владеть: базовыми приемами предупреждения и ликвидации последствий аварийных ситуаций

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 16/576.

Форма промежуточной аттестации – экзамен; зачет, экзамен, курсовая работа

13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		3	4
Аудиторные занятия, в том числе:	278	144	134
лекции	104	54	50
практические	-	-	-
лабораторные	174	90	84
Самостоятельная работа	226	126	100
Форма промежуточной аттестации - экзамен	72	36	36
зачет			x
Курсовая работа			x
Итого:	576	306	270

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
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

		<p>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 точное решение. Степенные ряды теплоемкости.</p>
1.2	<p>Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций</p>	<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. 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. 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>
1.3	<p>Термодинамика растворов и фазовых равновесий</p>	<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 потен-</p>

		циала. Двухфазное равновесие: двухкомпонентные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью 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.
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.
1.6	Равновесные процессы в растворах электролитов. Ионные реакции.	Химический и электрохимический способы осуществления окислительно-восстановительных реакций. роль теоретической электрохимии, ее связь с задачами прикладной электрохимии. Развитие представлений о строении растворов электролитов. Основные положения теории электролитической диссоциации. ион-ионные, ион-дипольные и диполь-дипольные взаимодействия. классификация электролитов. Сольватация (гидратация) ионов. Реальная и химическая энергия, энтальпия и энтропия сольватации ионов. теория Борна. Методы Бернала-Фаулера, Мищенко и Измайлова экспериментального определения теплот ионной сольватации. Особенности гидратации протона. Термодинамическое описание ион-ионных взаимодействий. Особенности выбора стандартного состояния в растворах электролитов. Средняя активность и коэффициент активности. Теория Дебая-Хюккеля. Ионные ассоциаты. Полиэлектролиты. Современные представления о растворах электролитов. Классификация ионных реакций. Протолитическое и автопротолитическое равновесия. Водородный показатель. Буферные свойства растворов. Сольволиз (гидролиз). Ионные реакции ступенчатого комплексообразования и ступенчатой диссоциации. Окислительно-восстановительные реакции. Особенности ионных реакций в присутствии твердой фазы. Гидратообразование. Произведение растворимости.
1.7	Ионный транспорт в растворах электролитов. Элементы теории миграции, диффузии и конвекции.	Основные механизмы ионного транспорта. Потоки диффузии, миграции и конвекции. Соотношение Нернста-Эйнштейна. Удельная, молярная и эквивалентная электропроводность. Влияние концентрации и температуры. Правило Кольрауша. Кондуктометрия. Физические основы теории Дебая-Хюккеля-Онзагера. Электрофоретическое и релаксационное торможение. Эффекты Вина и Дебая-Фалькенгагена. Эффект Фарадея в растворах слабых элек-

		тролитов. Зависимость подвижности ионов от их природы, типа растворителя, температуры и концентрации раствора. Правило Вальдена-Писаржевского. Стоктовский радиус. Электропроводность растворов кислот и щелочей. Электропроводность неводных растворов, расплавов и твердых электролитов. Суперионики. Числа переноса ионов. Элементы теории молекулярной диффузии. Диффузионный потенциал в растворе. Роль ион-ионных взаимодействий в диффузионном переносе. Комбинированный диффузионно-миграционный транспорт. Эффект фонового электролита.
1.8	Границы раздела заряженных фаз. Двойной электрический слой. Электрокапиллярные явления.	Классификация межфазных границ. Электрохимический потенциал. Условия электрохимического равновесия на границе раздела фаз. Двойной электрический слой. Строение ДЭС. Элементы теории Гуи-Чапмена-Грема. Методы изучения структуры и свойств ДЭС. Основное уравнение электрокапиллярности. Емкость ДЭС.
1.9	Термодинамика равновесных электродных систем. Электрохимические цепи.	Правило записи равновесной гальванической цепи. Закон Вольта. Поверхностный, внешний, внутренний потенциалы. Причины возникновения внутренней контактной разности потенциалов (осмотическая теория Нернста, гидратационная теория Писаржевского-Изларышева, кинетическая теория Герни). Напряжение гальванической цепи. Реальный потенциал. Работа выхода. Физическая природа вольта- и гальвани-потенциала. Концепция электронного межфазного равновесия. Электродный потенциал. Связь напряжения цепи с потенциалами отдельных электродов. Система знаков электродных потенциалов и напряжений цепей, рекомендации ИЮПАК. Проблема Вольта и подход Фрумкина к ее решению. Потенциал нулевого заряда. Проблема абсолютного электродного потенциала. Связь напряжения электрохимической цепи с ее свободной энергией Гиббса. Основное уравнение электрохимической термодинамики. Уравнения Нернста и Гиббса-Гельмгольца для напряжения цепи. Влияние температуры и давления на напряжение цепи и равновесный электродный потенциал. Классификация электродных равновесных систем. Электрод I рода. Уравнение Нернста. Стандартный электродный потенциал и его использование в качестве меры окислительно-восстановительной способности. Ряд напряжений. Электрод I рода в растворе с комплексными ионами металла. Электродный потенциал двухкомпонентного гомогенного сплава. Металлический и амальгамный электроды. Газовые электроды. Потенциал водородного электрода в кислой и щелочной среде. Кислородный электрод. Потенциал кислородного электрода в кислой и щелочной среде. Диаграмма E-pH для воды. Хлорный и бромистый электроды. Электроды II рода. Хлорсеребряный, ртутнохлоридный, ртутносульфатный, ртутноокисный электроды. Окислительно-восстановительные электроды. Правило Лютера. Хингидронный электрод. Ионообменные мембраны. Биомембраны. Равновесие Доннана. Мембранный потенциал. Основы теории стеклянного электрода. Потенциал стеклянного электрода в кислой и щелочной среде. pH-метрия со стеклянным электродом. Ионселективные электроды с твердой и жидкой мембраной. Диффузионный потенциал на границе растворов с одинаковым растворителем. Расчет диффузионного потенциала. Формула Гендерсона. Методы элиминирования диффузионного потенциала. Солевой мост. Межфазный жидкостный потенциал на границе растворов с разным растворителем. Классификация электрохимических (гальванических) цепей. Физические цепи. Концентрационные цепи I и II рода без переноса. Сдвоенные концентрационные и химические цепи. простые и сложные химические цепи. Потенциометрия и ее роль в физико-химических исследованиях.

		ях. Химические источники тока.
1.10	Кинетика электродных процессов. Природа перенапряжения. Основные электрохимические реакции. Основы теории коррозии и защиты металлов.	Плотность тока как мера скорости электродной реакции. Поляризация электрода (Ленц, Савельев). Перенапряжения. Природа перенапряжения. Перенапряжение стадий перехода заряда, химической реакции, диффузии и кристаллизации. Энергия активации электродной реакции в условиях замедленного перехода заряда. Соотношение Бренстеда-Поляни-Семенова-Фрумкина. Коэффициент переноса заряда, ток обмена, гетерогенная константа скорости. Вольтамперные характеристики наружных электродных реакций. Уравнение Батлера-Фольмера. Его асимптота при низких и высоких перенапряжениях. Влияние структуры ДЭС на кинетику стадии разряда-ионизации. Кажущийся ток обмена. Перенапряжение химической реакции. Гомогенный и гетерогенный химические процессы в электродной кинетике. катодное выделение водорода. Основные маршруты реакции выделения водорода (Фольмер, Гейровский, Тафель). Влияние природы металла на перенапряжение процесса выделения водорода. Безбарьерный и безактивационный разряд иона гидроксония. Перенапряжение диффузии. Теория диффузионного перенапряжения. Предельный диффузионный ток. Зависимость тока от потенциала при стационарной диффузии к плоскому электроду. I и II законы Фика. Конвективная диффузия к вращающемуся дисковому электроду. Уравнение Левича для предельного диффузионного тока. Полярография. Восстановление молекулярного кислорода. Режим смешанной диффузионно-электрохимической кинетики. Способы выделения кинетического тока. Перенапряжение кристаллизации. Общие представления о термодинамике зародышеобразования. Особенности гетерогенной 2D- и 3D-нуклеации. Электрохимический и диффузионный режимы нуклеации. Электроосаждение металлов и сплавов. Анодное фазообразование. Основы теории электрохимической коррозии металлов. Сопряженные анодно-катодные процессы в коррозии. Термодинамика процесса коррозии. Кинетика коррозии, диаграмма Эванса. Расчет тока и потенциала саморастворения из поляризационных кривых. Пассивность. Основные виды коррозионных поражений (язва, питтинг, коррозионное растрескивание). Ингибиторная защита. Анодная и катодная защита.
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 гидратации соли Определение теплоты окисления щавелевой кислоты Определение теплоемкости жидких и твердых веществ
3.2	Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций	Измерение температурного коэффициента ЭДС
3.3	Термодинамика растворов и фазовых равновесий	Криоскопия. Определение молярной массы вещества Криоскопия. Определение степени электролитической диссоциации Определение коэффициента распределения иода между органическим и неорганическим растворителями Двухкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии (система фенол-вода) Трехкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии
3.4	Химическое равновесие	Химическое равновесие в системе иодид калия – хлорид железа (III)
3.5	Основы химической кинетики	Гомогенно-каталитическое окисление иодида калия пер-

	и катализа	сульфатом аммония Каталитическое разложение пероксида водорода Кинетика гидролиза уксусного ангидрида Кинетика растворения сульфата кальция в воде Кинетика омыления этилацетата
3.6	Равновесные процессы в растворах электролитов. Ионные реакции.	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
3.7	Ионный транспорт в растворах электролитов. Элементы теории миграции, диффузии и конвекции.	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
3.8	Границы раздела заряженных фаз. Двойной электрический слой. Электрокапиллярные явления.	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
3.9	Термодинамика равновесных электродных систем. Электрохимические цепи.	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
3.10	Кинетика электродных процессов. Природа перенапряжения. Основные электрохимические реакции. Основы теории коррозии и защиты металлов.	Электролиз водных растворов электролитов Изучение закономерностей анодного растворения 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)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Первый закон термодинамики. Термохимия.	12	-	20	24	56
2	Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций	12	-	20	24	56
3	Термодинамика растворов и фазовых равновесий	12	-	20	24	56
4	Химическое равновесие	12	-	20	24	56
5	Основы химической кинетики и катализа	6	-	10	30	46
6	Равновесные процессы в растворах электролитов. Ионные реакции.	12	-	20	20	52
7	Ионный транспорт в растворах электролитов. Элементы теории миграции, диффузии и конвекции.	12	-	20	20	52
8	Границы раздела заряженных фаз. Двойной электрический слой. Электрокапиллярные явления.	8	-	14	16	38
9	Термодинамика равновесных электродных систем. Электрохимические цепи.	10	-	22	26	62
10	Кинетика электродных процессов. Природа перенапряжения. Основные электрохимические реакции. Основы теории коррозии и защиты металлов.	8	-	8	18	40
	Итого:	104	-	174	226	504

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

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. 1 / 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>.
4	Варенцов, В.К. Электрохимические системы и процессы / В.К. Варенцов ; Рогожников Н. А. ; Уваров Н. Ф. — Новосибирск : НГТУ, 2011. — 102 с. — <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228776>.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики : учебное пособие для студ. хим. спец.

	ун-тов / Е.Н. Еремин .— М. : Высшая школа, 1974 .— 340 с.
6	Полторак О.М. Термодинамика в физической химии : учебник для хим. и хим.-технол. спец. вузов / О.М. Полторак .— М. : Высш. шк., 1991 .— 318 с.
7	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.
8	Физическая химия : в 2 кн. / К. С. Краснов [и др.]. - Кн. 1: Строение вещества. Термодинамика .— 3-е изд., испр. — 2001 .— 511 с.
9	Физическая химия : В 2 кн. / К. С. Краснов [и др.]. - Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ .— 3-е изд., испр. — 2001 .— 318 с.
10	Эткинс П. Физическая химия : в 3-х частях / П.Эткинс, Дж. Де Паула. – Часть 1. Равновесная термодинамика. – М. : Мир, 2007. – 494с.
11	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.
12	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.
13	Романовский Б.В. Основы химической кинетики / Б.В. Романовский. – М. : Экзамен, 2006. – 415с.
14	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.
15	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.
16	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.
17	Багоцкий В.С. Основы электрохимии / В.С. Багоцкий. — М. : Химия, 1988 .— 399 с.
18	Ротинян А.Л. Теоретическая электрохимия / А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина. — Л. : Химия, 1981 .— 422 с.
19	Измайлов Н.А. Электрохимия растворов / Н.А. Измайлов .— 3-е изд., исправ .— М. : Химия, 1976 .— 488с.
20	Никольский Б.П. Ионоселективные электроды / Б.П. Никольский, Е.А. Матерова .— Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1980 .— 239 с.
21	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.
22	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.
23	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.
24	Практикум по электрохимии : учеб. пособие для химич. спец. вузов / Б.Б. Дамаскин [и др.]. — М. : Высш.шк., 1991 .— 287 с.
25	Потенциометрия. Ч.4: Практикум по специальности 011000- Химия / сост.: А.В. Введенский [и др.]. — 2003 .— 79 с. (№ 720).
26	Еремин В.В. Задачник по физической химии / В.В. Еремин [и др.] – М. : Экзамен, 2003. – 318 с.
27	Лабовиц, Л. Задачи по физической химии с решениями / под ред. Ю. В. Филиппова .— М. : Мир, 1972 .— 442 с.
28	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.
29	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.
30	Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / сост.: А.В. Введенский [и др.]. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. - Ч. 3: Равновесные электродные системы .— 66 с.
31	Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А. Равделя, А.И. Пономаревой . — М. : Вербум-М, 2008 .— 230 с.
30	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.
31	Добош Д. Электрохимические константы : справ. для электрохимиков / Д. Добош. — М. : Мир, 1980 .— 364 с.
32	Справочник по электрохимии / под ред. А.М. Сухотина .— Л. : Химия . Ленингр. отд-ние, 1981 .— 486 с.

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

33	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
----	--

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

№ п/п	Источник
1	Физическая химия : Рабочая программа курса для студ. хим. фак. по специальности "Химия" / Воронеж. гос. ун-т. каф. физ. химии; Сост.: А. В. Введенский [и др.] — Воронеж : Б.и., 2002 .— 16 с. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03019.pdf >.
2	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 >.
3	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 >.
4	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 >.
5	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 >.
6	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 >.
7	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 >.
8	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 >.

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

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. Фонд оценочных средств:

Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ОК-7	Знать: основные формы самостоятельной работы с учебной литературой	1.1-1.10	Курсовая работа
	Уметь: систематизировать знания, полученные в ходе аудиторных занятий	3.1-3.10	Комплект тестов № 1 Комплект тестов № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2

ОПК-1	Знать: основы физической химии и электрохимии	1.1-1.10	Комплект тестов № 1 Комплект тестов № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
	Уметь: применять теоретические основы термодинамики и кинетики при решении профессиональных задач	3.1-3.10	Комплект тестов № 1 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
	Иметь навыки: использования теоретических основ физической химии при решении экспериментальных задач	3.1-3.10	Курсовая работа
ОПК-2	Знать: теоретические основы экспериментальных физико-химических и электрохимических методов	1.1-1.10	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
	Уметь: использовать теоретические основы физической химии при решении практических задач	3.1-3.10	Курсовая работа
	Владеть: основными экспериментальными методами физической химии и электрохимии	3.1-3.10	Курсовая работа
ПК-1	Знать: теоретические основы базовых методик физико-химического анализа	1.1-1.10	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
	Уметь: реализовать на практике основные методики физико-химического анализа	3.1-3.10	Курсовая работа
	Владеть: базовыми методиками химической и электрохимической термодинамики		Курсовая работа
ПК-2	Знать: устройство базовой аппаратуры химической термодинамики и кинетики	3.1-3.10	Курсовая работа
	Уметь: пользоваться базовым физико-химическим и электрохимическим оборудованием	3.1-3.10	Курсовая работа
	Иметь навыки: подготовки научного оборудования к эксперименту	3.1-3.10	Курсовая работа
ПК-3	Знать: законы термодинамики и кинетики в применении к химическим и электрохимическим процессам	1.1-1.10	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
	Уметь: применять фундаментальные законы физической химии на практике	3.1-3.10	Курсовая работа
	Иметь навыки: интерпретации экспериментальных данных в рамках изученных теоретических моделей	3.1-3.10	Курсовая работа
ПК-7	Знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории	3.1-3.10	Курсовая работа
	Уметь: применять средства индивидуальной защиты	3.1-3.10	Курсовая работа
	Владеть: базовыми приемами предупреждения и ликвидации последствий аварийных ситуаций	3.1-3.10	Курсовая работа
Промежуточная аттестация			Комплект КИМ № 1 Комплект КИМ № 2

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) 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 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 (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>Неудовлетворительно (Не зачтено)</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:

Комплект КИМ № 1

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Термодинамическая система, ее параметры и функции состояния. Внутренняя энергия. Функции процесса. Теплота, работа. Термодинамический процесс (равновесный и неравновесный, обратимый и необратимый, самопроизвольный и не самопроизвольный).
2. Химическое сродство. Химическое равновесие. Условия химического равновесия. Связь химического сродства с константой равновесия химической реакции.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Теплота и работа различных процессов (изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический).
2. Закон действующих масс. Константа равновесия.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Термохимия. Закон постоянства сумм теплот Гесса и его следствия. Калорические коэффициенты. Теплоты (энтальпии) образования и сгорания веществ. Теплота (энтальпия) химической реакции и ее связь с химической переменной. Стандартная энтальпия. 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 _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 4

1. Калорические коэффициенты. Теплоемкость. Влияние температуры на тепловой эффект химической реакции. Уравнение Кирхгофа. Приближенное и точное решение.
2. Равновесный выход продуктов химической реакции.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

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 _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

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 _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 7

1. Характеристические функции.
2. Третье начало термодинамики. Постоянная интегрирования в уравнении изобары. Расчет константы равновесия химической реакции при заданной температуре. Метод приведенных потенциалов.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

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 _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

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. Лимитирующая стадия.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 10

1. Термодинамические потенциалы идеального и реального газа. Летучесть. Коэффициент летучести. Критическое состояние.
2. Кинетика простых химических реакций второго порядка. Время полупревращения.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

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. Кинетика простых химических реакций n -порядка. Время полупревращения.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 12

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

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 13

1. Химический потенциал. Связь химического потенциала с концентрацией вещества в растворе. Стандартный химический потенциал. Условие химического равновесия и самопроизвольности процессов.
Кинетика параллельных и обратимых химических реакций.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 14

1. Термодинамика жидких растворов. Зависимость давления насыщенного пара от состава жидкого раствора. Законы Рауля и Генри.
2. Кинетика последовательных химических реакций. Метод квазистационарных концентраций Боденштейна – Семенова.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 15

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

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 16

1. Равновесие жидкость – пар в бинарных системах. Законы Коновалова. Перегонка бинарных жидких смесей.
2. Теории химической кинетики. Теория активных столкновений Аррениуса. Зависимость константы скорости химической реакции от температуры. Энергия активации.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 17

1. Растворимость веществ в жидкости. Термодинамика растворения газа в жидкости.
2. Теория бинарных столкновений в химической кинетике. Вероятностный (стерический) фактор.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 18

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

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 19

1. Растворимость веществ в жидкостях. 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 _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

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 _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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 _____ д.х.н., доц. О.А. Козадеров

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 22

1. Коллигативные свойства растворов. Термодинамика осмотического давления. Уравнение Вант Гоффа.
2. Энергия активации химической реакции. Диаграмма потенциальной энергии. Уравнение Аррениуса.

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 23

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

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 24

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

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

Комплект КИМ № 2

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Электрохимическая система. Проводники I и II рода.
2. Условия возникновения электрохимической коррозии. Коррозия с кислородной и водородной депольризацией.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Устойчивость ионофоров к диссоциации. Формулы Борна для ΔG^0 , ΔH^0 и ΔS^0 процесса деструкции ионного кристалла. Определение ΔH^0 процесса ионной деструкции методом термодинамических циклов.
2. Пассивация металла. Способы защиты от коррозии: ингибирование среды, легирование металла, внешняя поляризация.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Основы теории Аррениуса электролитической диссоциации. Закон разбавления Оствальда.
2. Условия возникновения электрохимической коррозии. Коррозия с кислородной и водородной депольризацией. Напряжение разложения соединений при электролизе.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал №4

1. Принципы классификации электролитов. Физико-химический механизм электролитической диссоциации. Качественный подход.
2. Катодная реакция выделения водорода. Стадии Фольмера, Гейровского и Тафеля. Электрокаталитическая роль металла.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 5

1. Энергия межчастичных взаимодействий в растворе электролита: ион-ионных; ион-дипольных; диполь-дипольных. Модель диссоциации ионофоров и ионогенов Каблукова-Кистяковского.
2. Смешанная диффузионно-электрохимическая кинетика. Метод Фрумкина-Тедорадзе выделения кинетического тока.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 6

1. Экспериментальное определение теплот гидратации соединений. Метод циклов. Расчет энергий и теплот гидратации ионов. Концептуальный подход. Формула Борна для ΔG^0 , ΔH^0 и ΔS^0 процесса гидратации.
2. Основы теории диффузионного перенапряжения. Катодная реакция. Анодная реакция.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 7

1. Параметры гидратации ионов. Подходы Бернала-Фаулера, Мищенко и Измайлова. Причины несоответствия экспериментов с теорией Борна. Реальные и химические теплоты гидратации.
2. Уравнение Батлера-Фольмера полной поляризационной кривой. Асимптоты для больших и малых перенапряжений. Уравнение Тафеля.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал №8

1. Энтропия гидратации. Число гидратации, его отличие от координационного числа гидратации. Особенности гидратации H^+ . Ион лития.
2. Поляризация, перенапряжение. Основы теории перенапряжения перехода заряда. Коэффициент переноса, ток обмена. Уравнения Фольмера-Эрдей-Груза.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 9

1. Электростатический потенциал фазы. Электрохимический потенциал компонента раствора электролита. Условия химического равновесия в растворе электролита.
2. Потенциометрическое определение константы гидролиза катиона металла. Потенциометрическое определение коэффициента активности.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 10

1. Правило Льюиса-Рендалла. Правило Бренстеда. Межионные взаимодействия и коэффициент активности.
2. Потенциометрическое определение ионного произведения воды.
Потенциометрическое определение константы диссоциации слабой кислоты.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 11

1. Активность ионов, коэффициент активности: молярные, моляльные, рациональные характеристики. Связь средне-ионных активностей и коэффициентов активности с соответствующими параметрами ионов. Особенности выбора стандартного состояния раствора электролита.
2. Потенциометрия: общие принципы. Потенциометрическое титрование.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 12

1. Модель ионной атмосферы Дебая-Хюккеля. Первое приближение теории Дебая-Хюккеля. Дебаевский радиус экранирования.
2. Простые и сложные химические цепи.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 13

1. Концентрационная зависимость средне-ионного коэффициента активности: экспериментальные данные.
2. Концентрационные цепи первого рода без переноса.
Концентрационные цепи второго рода без переноса и с переносом.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 14

1. Второе и третье приближение теории Дебая-Хюккеля.
2. Физические цепи: гравитационные, аллотропные, кристаллографические.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 15

1. Возможность оценки коэффициента активности отдельных ионов сильных электролитов. Эффект ассоциации ионов и его влияние на коэффициент активности.
2. Межфазный потенциал на границе растворов. Жидкостный потенциал; диффузионный потенциал.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 16

1. Гомогенные ионные равновесия в растворах электролитов. Принципы классификации.
2. Ионселективные электроды. Стеклоанный электрод.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 17

1. Протолитические реакции. Кислота, основание. Автопротолитические реакции. Ионное произведение растворителя. Показатель кислотности.
2. Мембранный электрод. Потенциал Доннана. Мембранный потенциал.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 18

1. Буферное действие. Буферные смеси. Механизм буферирования. Буферная емкость.
2. Хингидронный электрод.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 19

1. Реакции комплексообразования и ступенчатой диссоциации.
2. Окислительно-восстановительные электроды. Правило Лютера.
Отличие систем Cu^{2+} , Cu/Pt и $\text{Cu}^{2+}, \text{Cu}^+|\text{Cu}$.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 20

1. Реакции сольволиза (гидролиза).
2. Электроды второго рода.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 21

1. Ионное равновесие с участием твердой фазы. Произведение растворимости.
2. Область потенциалов т/д устойчивости воды. Диаграмма Пурбэ.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 22

1. Основные понятия ионного транспорта. Плотность потока, движущая сила миграции, диффузии и конвекции.
2. Хлорный и бромный газовые электроды.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал №23

1. Влияние концентрации на электропроводность сильных и слабых электролитов: опытные данные. Зависимость молярной электропроводности слабого и сильного электролита от концентрации.
2. Водородный электрод в кислой и щелочной среде.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 24

1. Электропроводность: удельная, молярная, эквивалентная. Правило Кольрауша. Коэффициент электрической проводимости.
2. Кислородный электрод в кислой и щелочной среде.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 25

1. Учет форетического и релаксационного торможения в модели Дебая-Хюккеля-Онзагера.
2. Классификация равновесных электродных систем. Расчет потенциалов электродов первого рода (металлического, металлоидного и амальгамного).

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 26

1. Учет форетического и релаксационного торможения в модели Дебая-Хюккеля-Онзагера.
2. Влияние давления и температуры на напряжение цепи и электродный потенциал.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 27

1. Влияние температуры и природы растворителя на электропроводность раствора. Правило Вальдена-Писаржевского.
2. Основное уравнение электрохимической термодинамики. Токообразующий процесс в гальваническом элементе. Соотношение между теплотой и работой.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 29

1. Эффекты Вина и Дебая –Фолькенгагена.
2. Условие фазового равновесия на границе раздела с электрохимической реакции.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 30

1. Протолитическая теория электропроводности растворов кислот и оснований.
2. Проблема Вольта. Потенциалы нулевого заряда.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 31

1. Числа переноса ионов. Методы определения чисел переноса. Истинные и кажущиеся числа переноса.
2. Концепция электродного потенциала. Правило знаков.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 32

1. Кондуктометрическое титрование.
2. Напряжение цепи и вольта-скачок на границах фаз. Физический смысл вольта-потенциала. Реальный потенциал. Работа выхода

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 33

1. Особенности диффузии ионов в растворах электролитов. Диффузионный потенциал в растворе. Эффективный коэффициент диффузии. Влияние миграции на закономерности диффузионного переноса.
2. Внешний и поверхностный потенциалы фазы. Внешняя контактная разность потенциалов (вольта-потенциал).

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 34

1. Фазовое равновесие на границе раздела заряженных фаз. Внутренняя контактная разность потенциалов (гальвани-потенциал). Двойной электрический слой: способы создания, отдельные характеристики.
2. Правила записи электрохимических цепей. Напряжение цепей из проводников первого рода. Закон Вольта. Напряжение цепей из проводников первого и второго рода, связь с гальвани-скачками на межфазных границах.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Введенский А.В.

19.3.2 Перечень практических заданий

19.3.4 Тестовые задания

Комплект тестов № 1

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Энтальпия химической реакции равна ее теплоте при постоянстве:
 - а) V, T ;
 - б) P, T ;
 - в) иные параметры и их сочетания;
 - г) никогда не равна.
2. В процессе осмоса через полупроницаемую мембрану проникает:
 - а) растворенное вещество;
 - б) растворитель;
 - в) раствор.
3. С ростом концентрации реагентов равновесный выход продуктов химической реакции:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
4. Стандартный химический потенциал компонента определяется:
 - а) температурой T ;
 - б) давлением P ;
 - в) активностью (концентрацией);
 - г) сочетанием этих параметров.
5. Константа равновесия химической реакции изменяется с ростом температуры:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется;
 - г) ответ зависит от знака теплового эффекта.
6. С ростом концентрации реагентов равновесный выход продуктов химической реакции:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
7. Отношение C_p/C_v всегда:
 - а) больше единицы;
 - б) меньше единицы;
 - в) равно единице.
8. В процессе гидратации иона значение ΔS_h^0 :
 - а) растет;
 - б) падает;
 - в) не изменяется.
9. Энергия Гиббса в ходе самопроизвольной химической реакции (при $P; T = \text{Const}$):
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
10. Энергия активации химической реакции с ростом температуры:
 - а) всегда повышается;
 - б) всегда убывает;
 - в) не изменяется;
 - г) может меняться более сложным образом.

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

1. При постоянстве каких параметров убыль энтальпии химической реакции равна ее максимальной полезной работе:
а) V, S ; б) P, S ; в) иные параметры и их сочетания.
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.
3. Энтропия самопроизвольного процесса в изолированной системе:
а) повышается; б) убывает; в) не изменяется.
4. Как энергия Гиббса химической реакции изменяется с ростом температуры:
а) повышается; б) убывает; в) не изменяется; г) может меняться сложным образом.
5. При изотермическом смешении газов энтропия:
а) повышается; б) убывает; в) не изменяется.
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. Для раствора 1 моль/л $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 1$ моль/л H_2SO_4 ионная сила равна:
а) 4 моль/л; б) 5 моль/л; в) 6 моль/л.
8. Константа равновесия химической реакции с ростом термодинамической активности исходных веществ:
а) повышается; б) убывает; в) не изменяется.
9. Для характеристики равновесия химической реакции необходимо выполнение условия $A \cdot V = 0$, где A - химическое сродство, V - скорость химической реакции. Каким требованиям это условие соответствует:
а) $A > 0, V = 0$; б) $A = 0, V > 0$; в) $A = 0, V = 0$.
10. 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.

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 № 3

1. Тепловой эффект химической реакции с ростом температуры:
 - а) всегда повышается;
 - б) всегда убывает;
 - в) не изменяется;
 - г) может как повышаться, так и убывать.
2. О возможности протекания химической реакции в закрытой системе при $P; T = \text{Const}$ следует судить по знаку изменения:
 - а) энтропии;
 - б) энтальпии;
 - в) энергии Гиббса.
3. Как энергия Гиббса химической реакции изменяется с ростом активности (концентрации) исходных веществ:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется
4. Как изменяется химический потенциал компонента в процессе самопроизвольного перехода из одной фазы в другую в гетерогенной системе:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
5. С увеличением давления равновесный выход продуктов химической реакции:
 - а) повышается;
 - б) снижается;
 - в) не меняется;
 - г) меняется более сложным образом.
6. Для самопроизвольного течения химической реакции необходимо, чтобы произведение химического средства A и скорости реакции V было:
 - а) равно нулю;
 - б) больше нуля;
 - в) меньше нуля.
7. Скорость химической реакции при увеличении ее энергии активации:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
8. Степень электролитической диссоциации слабого электролита с ростом концентрации:
 - а) падает;
 - б) увеличивается;
 - в) не меняется.
9. Для какой-то соли энергия разрушения кристаллической решетки больше, чем суммарная теплота сольватации катиона и аниона (по модулю). Процесс растворения соли:
 - а) экзотермичен;
 - б) эндотермичен;
 - в) тепловой эффект отсутствует.
10. Какой из параметров более резко влияет на стандартную молярную энтальпию сольватации ΔH_S^0 :
 - а) заряд иона ;
 - б) кристаллохимический радиус иона;
 - в) диэлектрическая проницаемость растворителя.

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

Комплект тестов № 2

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
21.05.2018

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 верное:
 - 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: $KA = \nu_+ K^{z_+} + \nu_- A^{z_-}$ 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) $Cu | Cu^+, Cu^{2+}$;
 - б) $Pt | Cu^+, Cu^{2+}$;
 - в) $Pt | Ag^+, Cu^{2+}$.
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 $M_1 | L_1 || L_2 | M_2$ больше нуля, а цепи $M_2 | L_2 || L_1 | M_1$ меньше нуля. Какая из цепей записана верно:
 - а) первая;
 - б) вторая;
 - в) ни одна.
9. При 298 К ионные произведения воды и этилового спирта $K_w(H_2O) = 10^{-14}$ и $K_w(C_2H_5OH) = 10^{-20}$. В нейтральном водном и этанольном растворах одинаковой концентрации какой-либо сильной соли:
 - а) $pH(H_2O) > pH(C_2H_5OH)$;
 - б) $pH(H_2O) < pH(C_2H_5OH)$;
 - в) $pH(H_2O) = pH(C_2H_5OH)$;
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., проф. А.В.Введенский

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) $g_{\alpha/\beta} = -\frac{1}{zF} \left[\sum_i (\tilde{\mu}_i \nu_i)^\beta - \sum_i (\tilde{\mu}_i \nu_i)^\alpha \right]$
б) $g_{\alpha/\beta} = -\frac{1}{zF} \left[\sum_i (\mu_i \nu_i)^\beta - \sum_i (\mu_i \nu_i)^\alpha \right]$
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) $T=0$ К б) $T=298$ К 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 межмолекулярных 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.

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

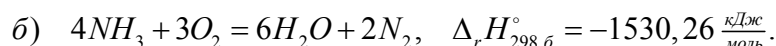
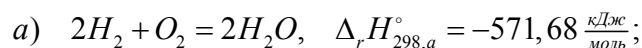
Контрольно-измерительный материал № 4

- Константа гидролиза соли слабой кислоты и сильного основания описывается соотношением:
 - $K_I = K_W / K_{\text{дисс}}$;
 - $K_I = K_W \cdot K_{\text{дисс}}$;
 - $K_I = K_{\text{дисс}} / K_W$;
- 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} A/cm^2 и 10^3 A/cm^2 . 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 $(-)\text{Pt}, \text{Cu}_{(111)} | \text{Cu}^+ | \text{Cu}_{(100)}, \text{Pt} (+)$:
 - 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.

19.3.4 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 $2HgO(\text{тв.}) \rightleftharpoons 2Hg(\text{г.}) + O_2(\text{г.})$. 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 $O_2 + 4H_3O^+ + 4e^- = 6H_2O$ $E_{O_2, H_2O | Pt}^0 = 1,229 \text{ В}$; $H_2O_2 + 2H_3O^+ + 2e^- = 4H_2O$ $E_{H_2O_2, H_2O | Pt}^0 = 1,776 \text{ В}$.

19.3.5 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

19.3.6 Темы рефератов

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.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

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 формах: устного опроса (индивидуальный опрос, фронтальная беседа, доклады); письменных работ (контрольные, лабораторные работы); тестирования; 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 степень сформированности умений и навыков в области Физической химии.

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