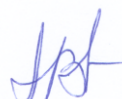


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
физической химии



А.В. Введенский

04.06.2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.Б.14 Физическая химия**

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

**2. Профиль подготовки/специализация:** без специализации

**3. Квалификация (степень) выпускника:** Химик. Преподаватель химии.

**4. Форма обучения:** очная

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

**6. Составители программы:** Введенский Александр Викторович, д.х.н., проф., Козадеров Олег Александрович, д.х.н., доц., Грушевская Светлана Николаевна, к.х.н. доц., Кондрашин Владимир Юрьевич, к.х.н., доц.

**7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета от 24.05.18, протокол № 5

**8. Учебный год:** 2019-2020

**Семестр(ы):** 3, 4

---

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель изучения дисциплины - сформировать систему знаний о фундаментальных законах протекания физико-химических процессов и химических реакций, а также научить применять полученные знания в научных и прикладных исследованиях.

Основные задачи курса:

- дать основы химической термодинамики и её приложения в учении о химическом и фазовом равновесии и теории растворов;
- познакомить с основными положениями химической кинетики и их использованием при формально-кинетическом расчёте константы в рамках известных физико-химических моделей; выявить специфику каталитических реакций;
- дать сравнительную характеристику обратимых и необратимых процессов в гомогенных и гетерогенных электрохимических системах, используя современные концепции межчастичных взаимодействий и их зависимости от степени дисперсности с позиций термодинамики и кинетики;
- показать возможности применения фундаментальных основ физической химии и электрохимии для решения практических задач в области физико-химического анализа, металлургии, энергетики, коррозионной защиты и синтеза новых функциональных материалов с заданными свойствами.

## 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.

Физическая химия является предшествующей для следующих дисциплин:

Электрохимические технологии, Основы термодинамики необратимых процессов, Термодинамика гетерофазных равновесий, Химические источники тока.

## 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	
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 и электрохимии при решении практических задач владеть: основными экспериментальными методами физической химии и электрохимии

ОПК-6	владение нормами техники безопасности и умение реализовать их в лабораторных и технологических условиях	знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории уметь: применять средства индивидуальной защиты владеть: базовыми приемами предупреждения и ликвидации последствий аварийных ситуаций
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 и кинетики

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

**Форма промежуточной аттестации – 3 семестр: экзамен;**

**4 семестр: 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	108	118
Форма промежуточной аттестации - экзамен	72	36	36
зачет			x
Курсовая работа			x
Итого:	576	288	288

**13.1. Содержание дисциплины**

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Первый закон термодинамики. Термохимия.	Предмет и задачи физической химии. Основные разделы. Термодинамический метод исследований. Химическая термодинамика. Термодинамические системы: определение, классификация. Термодинамические параметры состояния системы. Внутренние и внешние параметры. Экстенсивные и интенсивные параметры. Уравнение состояния. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Коэффициент сжимаемости. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическая температура. Принцип соответственных состояний. Вириальное уравнение состояния. Постулат о термодинамическом равновесии. Нулевой закон термодинамики. Термодинамический процесс. Самопроизвольные и несамопроизвольные, равновесные и неравновесные, обратимые (квазистатические) и необратимые процессы. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Теорема Эйлера. Функции состояния и функции процесса. Парциальные молярные величины. Постулат о существовании внутренней энергии. Теплота и работа. Первый закон термодинамики. Эквивалентность различных способов передачи энергии. Работа и теплота обратимого и необратимого процессов. Теплоемкость. Различные способы выражения теплоемкости. Применение первого закона к простейшим процессам с участием идеального газа. Энтальпия. Применение первого закона

		<p>термодинамики к многокомпонентным закрытым системам. Калорические коэффициенты. Истинный и средний тепловой эффект химической реакции. Термохимия. Химическая переменная. Стандартные состояния. Закон Гесса и следствия из него. Стандартная теплота 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. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Влияние температуры на термодинамические потенциалы. Термодинамические потенциалы идеального и реального газов. Летучесть, или фугитивность. Способы ее расчета и экспериментального определения. Термодинамические потенциалы в фазовых переходах. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Критерии самопроизвольного протекания процессов и равновесия в многокомпонентных системах. Химический потенциал. 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 компонента в растворе. Уравнение Гиббса-Дюгема. Законы Рауля и Генри. Активность. Коэффициент активности. Равновесие жидкость-пар. Законы Гиббса-Коновалова. Перегонка. Коллигативные свойства растворов. Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа. Законы растворимости. Уравнение Шредера. Закон Нернста. Экстракция. 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. Термодинамика фазовых переходов индивидуальных веществ. Применение уравнения Клапейрона-Клаузиуса для описания фазовых переходов и диаграмм состояния. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора. Полиморфные превращения в однокомпонентной системе. Гетерогенные равновесия в двухкомпонентных системах. Условия фазового равновесия. Термодинамический вывод основных типов диаграмм состояния двухкомпонентных систем с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала. Двухфазное равновесие: двухкомпонентные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Критическая температура растворимости. Двухкомпонентные системы с эвтектикой. Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах. Графическое представление состава тройных систем.</p>
1.4	<p>Химическое равновесие</p>	<p>Условия химического равновесия. Химическое сродство. Закон действующих масс. Константа равновесия. Изотерма химической</p>

		<p>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 и следствия из него. Расчет константы равновесия реакции при заданной температуре. Метод Шварцмана-Темкина.</p>
1.5	Основы химической кинетики и катализа	<p>Принципы химической кинетики. Феноменологическая кинетика. Скорость, порядок и молекулярность химической реакции. Кинетический закон действующих масс. Лимитирующая стадия. Кинетика простых и сложных химических реакций. Кинетические уравнения простых реакций нулевого, первого и второго порядка. Понятие о константе скорости. Способы ее расчета и экспериментального определения. Период полупревращения. Методы определения порядка реакции. Принцип квазистационарности Боденштейна-Семенова. Зависимость константы скорости от температуры. Уравнение Аррениуса. Энергия активации. Поверхность потенциальной энергии. Теория переходного состояния. Энтропия и энтальпия активации. Теория активных соударений. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Реакции в растворах. Катализ. Общие принципы катализа. Гомогенный катализ. Кислотно-основный и ферментативный катализ. Уравнение Бренстеда. Автокаталитические реакции. Гетерогенный катализ. Активность и селективность катализаторов. Энергия активации каталитических реакций. Теория мультиплетов Баландина. Теория активных ансамблей Кобозева.</p>
1.6	Равновесные процессы в растворах электролитов.	<p>Химические и электрохимические процессы. Электролизеры и химические источники тока. Предмет и задачи электрохимии. Электрохимические школы в СССР и России.</p> <p>Классическая теория электролитической диссоциации (Аррениус). Экспериментальные основы теории. Понятие кислоты и основания по Аррениусу. Приложение закона действующих масс к процессам диссоциации и ионного обмена в растворах. Недостатки теории Аррениуса.</p> <p>Механизмы образования растворов электролитов. Роль ион-дипольных и донорно-акцепторных взаимодействий в растворах. Сольватация (гидратация) и сольватная (гидратная) оболочка иона. Термодинамические функции образования ионов в растворах и их практическое определение. Понятие о приведенной и реальной шкалах энергий сольватации.</p> <p>Межионные взаимодействия в растворах. Понятие термодинамической активности иона и выбор стандартного состояния. Средний ионный коэффициент активности и средняя ионная активность. Предпосылки и выводы теории растворов сильных электролитов Дебая-Хюккеля.</p> <p>Основные положения теории кислот и оснований Брэнстеда-Лоури. Сродство растворителей к протону. Сопряженные кислотно-основные пары. Протолитическое и автопротолитическое равновесия. Ионное произведение воды. Водородный показатель. Сила кислот и оснований в разных растворителях. Константа кислотности и константа основности. Степень протолиза (гидролиза). Кислотно-основные буферные растворы. Произведение растворимости и условие гидратообразования в растворах. Кислотно-основный титриметрический анализ.</p>
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, эквивалентная. Электрическая подвижность (электропроводность) ионов. Опытные данные по влиянию</p>

		<p>различных факторов на электропроводность растворов. Аномальная электропроводность ионов. Предельная электрическая подвижность (предельная электропроводность) ионов. Закон Кольрауша. Правило Вальдена–Писаржевского. 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>Измерение электропроводности растворов с применением постоянного и переменного тока. Кондуктометрическое титрование.</p>
1.8	Термодинамика гетерогенных электрохимических систем	<p>Потенциалы, характеризующие электрическое состояние фазы: поверхностный, внешний, внутренний. Химический и электрохимический потенциалы частиц. Вольта-потенциал. Гальвани-потенциал. Принцип Гиббса–Гуггенгейма. Роль электрода сравнения. Гальваническая цепь и понятие электродного потенциала. Стандартный водородный электрод. Уравнение Нернста для равновесного гальвани-потенциала и равновесного электродного потенциала.</p> <p>Равновесная электрохимическая цепь. Правила записи. Напряжение (электродвижущая сила) 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. Газовые электроды. Водородный электрод. Кислородный электрод. Диаграмма электрохимической устойчивости воды. Электроды II рода. Хлоридсеребряный электрод. Окислительно-восстановительные электроды. Правило Лютера. Хингидронный электрод. Таблицы стандартных электродных потенциалов. Ряд напряжений металлов. Ионообменные мембраны и равновесие Доннана. Потенциал Доннана. Ионселективные электроды. Мембранный потенциал. Стекланный электрод.</p> <p>Влияние неравновесных жидкостных границ на измерение электродных потенциалов. Диффузионный потенциал и методы его элиминирования.</p> <p>Классификация электрохимических цепей. Физические цепи. Концентрационные цепи без переноса и с переносом (жидкостным соединением). Химические цепи без переноса и с переносом (жидкостным соединением). Химические источники тока.</p> <p>Потенциометрия и ее возможности. Определение чисел переноса и коэффициентов активности ионов, стандартных электродных потенциалов, произведения растворимости мало-растворимых электролитов, констант равновесия химических реакций потенциометрическим методом. Потенциометрическое титрование. Окислительно-восстановительные индикаторы.</p>
1.9	Электролиз растворов электролитов. Двойной электрический слой. Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия металлов	<p>Электролиз как незапрограммируемый окислительно-восстановительный процесс. Электролизер. Анод и катод в электролизере. Термодинамические условия осуществления электролиза. Законы Фарадея. Электрический ток – мера скорости электродной реакции. Кулонометрия и кулонометры. Отклонения от законов Фарадея. Выход по току.</p> <p>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.</p> <p>Поляризация электрода. Поляризуемость электрода. Многостадийность электродных процессов. Перенапряжение стадий перехода заряда, диффузии, химической реакции, кристаллизации. Понятие о лимитирующей стадии электродного процесса.</p> <p>Теория замедленного перехода заряда. Влияние потенциала на скорость перехода заряда. Уравнение Батлера–Фольмера. Коэффициенты переноса <math>\alpha</math> и <math>\beta</math>. Ток обмена. Вольтамперные характеристики (поляризационные кривые) электрода в случае</p>

		<p>замедленного перехода заряда. Уравнение Тафеля. Кинетика выделения водорода на ртутном электроде.</p> <p>Теория диффузионного перенапряжения. Диффузионный слой Нернста. Вольтамперные характеристики (поляризационные кривые) электрода в случае замедленной диффузии. Предельный диффузионный ток. Замедленная диффузия при катодном восстановлении кислорода.</p> <p>Электрохимическая коррозия металлов. Понятие сложного электрода. Термодинамическая возможность коррозионного процесса. Сопряженные парциальные анодно-катодные реакции. Принцип независимости парциальных реакций на сложных электродах (Фрумкин, Вагнер, Трауд). Потенциал коррозии. Ток коррозии. Диаграммы Эванса и их значение. Активное, пассивное и транспассивное состояние металла. Анодная и катодная защита. Протекторы. Ингибиторы коррозии.</p>
<b>2. Практические занятия</b>		
не предусмотрены учебным планом		
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Первый закон термодинамики. Термохимия.	<p>Определение теплоты диссоциации слабой кислоты</p> <p>Определение теплоты гидратации гидратации соли</p> <p>Определение теплоты окисления щавелевой кислоты</p> <p>Определение теплоты образования твердого раствора</p> <p>Определение теплоемкости жидких и твердых веществ</p>
3.2	Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций	Измерение температурного коэффициента ЭДС
3.3	Термодинамика растворов и фазовых равновесий	<p>Криоскопия. Определение молярной массы вещества</p> <p>Криоскопия. Определение степени электролитической диссоциации</p> <p>Определение коэффициента распределения йода между органическим и неорганическим растворителями</p> <p>Двухкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии (система фенол-вода)</p> <p>Трехкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии</p>
3.4	Химическое равновесие	Химическое равновесие в системе йодид калия – хлорид железа (III)
3.5	Основы химической кинетики и катализа	<p>Гомогенно-каталитическое окисление йодида калия персульфатом аммония</p> <p>Каталитическое разложение пероксида водорода</p> <p>Кинетика гидролиза уксусного ангидрида</p> <p>Кинетика растворения сульфата кальция в воде</p> <p>Кинетика омыления этилацетата</p>
3.6	Равновесные процессы в растворах электролитов.	<p>Определение ионного произведения воды</p> <p>Нахождение констант образований одноядерных комплексов металлов</p> <p>Определение концентрационной константы диссоциации слабой кислоты</p> <p>Определение термодинамической константы диссоциации слабой кислоты</p> <p>Определение концентрационной константы гидролиза соли</p> <p>Определение произведения растворимости труднорастворимой соли серебра</p> <p>Определение произведения растворимости труднорастворимого гидроксида</p> <p>Определение термодинамических констант равновесия окислительно-восстановительных реакций в твердых электролитах</p>
3.7	Ионный транспорт в растворах электролитов.	<p>Измерение собственной электрической проводимости воды или водно-органического растворителя</p> <p>Определение предельной молярной электропроводности сильного электролита</p> <p>Проверка закона разбавления Оствальда</p> <p>Определение константы диссоциации уксусной кислоты в разных растворителях</p>

		<p>Определение числа переноса ионов методом движущейся границы</p> <p>Определение числа переноса ионов методом Гитторфа</p> <p>Кондуктометрическое титрование</p>
3.8	Термодинамика гетерогенных электрохимических систем	<p>Реализация электрода I рода и определение стандартного потенциала</p> <p>Реализация электрода II рода и определение его стандартного потенциала</p> <p>Реализация окислительно-восстановительного электрода и определение его стандартного потенциала</p> <p>Газовый водородный электрод</p> <p>Ионоселективный стеклянный электрод</p> <p>Измерение напряжения концентрационной цепи и определение диффузионного потенциала</p>
3.9	Электролиз растворов электролитов. Двойной электрический слой. Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия металлов	<p>Измерение емкости двойного электрического слоя на твердом электроде при помощи моста переменного тока</p> <p>Получение гальваностатической кривой заряжения Pt(Pt)-электрода в серной кислоте</p> <p>Изучение влияния состава раствора на кривые заряжения платинированного платинового электрода</p> <p>Исследование адсорбции атомарного водорода на платинированной платине методом циклической линейной вольтамперометрии</p> <p>Определение адсорбционной псевдоемкости водорода на платине методом спада потенциала при разомкнутой цепи поляризации</p> <p>Электролиз водных растворов электролитов</p> <p>Изучение закономерностей анодного растворения меди в хлоридных электролитах</p> <p>Изучение кинетики восстановления кислорода на стационарном медном электроде в кислых хлоридных или сульфатных растворах</p> <p>Изучение кинетики восстановления кислорода на вращающемся дисковом электроде</p> <p>Исследование влияния ингибиторов на кинетику анодных и катодных процессов на железе в кислой среде</p> <p>Исследование работы коррозионного элемента</p>

### 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	32	64
2	Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций	12	-	10	32	54
3	Термодинамика растворов и фазовых равновесий	12	-	20	32	64
4	Химическое равновесие	8	-	20	24	52
5	Основы химической кинетики и катализа	10	-	20	24	54
6	Равновесные процессы в растворах электролитов	12	-	20	20	52
7	Ионный транспорт в растворах электролитов	12	-	20	20	52
8	Термодинамика равновесных электродных систем. Электрохимические цепи.	10	-	22	26	58
9	Электролиз растворов электролитов. Двойной электрический слой. Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия	16	-	22	34	72



металлов					
Итого:	104	0	174	298	576

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа с конспектами лекций, презентационным материалом, литературой, указанной в п.15, решение практических задач, выполнение заданий текущей аттестации, лабораторных работ, составление отчетов. Подготовка к промежуточной 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 «МООК 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	Фазовые равновесия в многокомпонентных системах : учебное пособие / Г.В. Булидорова [и др.] .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2014 .— 93 с. — ISBN 978-5-7882-1550-1 .— <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=427849&amp;sr=1">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=427849&amp;sr=1</a> >.
4	Варенцов, В.К. Электрохимические системы и процессы / В.К. Варенцов ; Рогожников Н. А. ; Уваров Н. Ф. — Новосибирск : НГТУ, 2011 .— 102 с. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228776">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=228776</a> >.

##### 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. : Выш.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	Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А. Равделя, А.И. Пономаревой . — М. : Вербум-М, 2008 .— 230 с.
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	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ
34	УЭМК «Электрохимия» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084</a>

**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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03019.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03019.pdf</a> >.
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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03023.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03023.pdf</a> >.
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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04053.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04053.pdf</a> >.
4	Равновесные электродные системы. Граница раздела заряженных фаз : практикум по спец. 011000- Химия / сост.: А.В. Введенский [и др.]. — Воронеж, 2003-. Ч. 3 / Сост.: А.В. Введенский, Е.В. Бобринская, И.В. Протасова, Н.В. Соцкая. — 79 с. : (№ 719) — <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04059.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04059.pdf</a> >.
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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03021.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03021.pdf</a> >.
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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03022.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03022.pdf</a> >.
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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-03.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-03.pdf</a> >.
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: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-04.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-04.pdf</a> >.
9	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.
10	Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / [А.В. Введенский и др.] .— Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2018 .— 204, [1] 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, определения электропроводности; криоскопы, термостаты, учебный комплекс «Химия»; иономеры, 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 дисциплины и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ОПК-1	Знать: основы физической химии и электрохимии	1.1-1.10	Комплект тестов № 1 Комплект тестов № 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 и электрохимии при решении практических задач	3.1-3.10	Курсовая работа
	Владеть: основными экспериментальными методами физической химии и электрохимии	3.1-3.10	Курсовая работа
ОПК-6	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
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 и кинетики	3.1-3.10	Курсовая работа
<b>Промежуточная аттестация 1 (Экзамен)</b> <b>Промежуточная аттестация 2 (Экзамен)</b>			Комплект КИМ № 1 Комплект КИМ № 2

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

### Зачет

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся владеет теоретическими основами физической химии и электрохимии, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами или данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области химической термодинамики и химической кинетики</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>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 химической термодинамики и химической кинетики</i>	–	<i>Не зачтено</i>

### Экзамен

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 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 кинетики</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо (Зачтено)</i>
<i>Обучающийся владеет частично теоретическими основами физической химии и электрохимии, не способен иллюстрировать ответ примерами, фрагментарно умеет применять теоретические знания для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и 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 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  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 1

1. Идеальный газ. Уравнение состояния идеального газа. Коэффициент сжимаемости. Вириальное уравнение состояния. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внешние и внутренние параметры.
2. Кинетическое уравнение для простых химических реакций нулевого порядка. Математическое выражение и графическое представление. Константа скорости. Период полупревращения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии

д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 2

1. Постулат о существовании внутренней энергии. Энтальпия. Первое начало термодинамики. Теплота и работа в различных равновесных процессах (изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический).
2. Закон действующих масс. Константа равновесия. Различные способы ее выражения для гомогенных и гетерогенных реакций.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 3

1. Термодинамический процесс. Самопроизвольные и несамопроизвольные, равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые процессы. Работа и теплота обратимого и необратимого процессов.
2. Третье начало термодинамики. Постоянная интегрирования в уравнении изобары. Расчет константы равновесия химической реакции при заданной температуре. Метод приведенных потенциалов.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 4

1. Калорические коэффициенты. Теплоемкость. Различные способы выражения теплоемкости.
2. Молекулярная кинетика. Теория активных соударений. Энтропия и энтальпия активации.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 5

1. Влияние температуры на тепловой эффект химической реакции. Приближенное и точное решение уравнения Кирхгофа. Степенные ряды теплоемкости.
2. Кинетическое уравнение для простых химических реакций второго порядка. Математическое выражение и графическое представление. Константа скорости. Период полупревращения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 6

1. Термодинамические системы: определение, классификация. Термодинамические параметры состояния системы. Уравнение состояния. Принцип соответственных состояний. Постулат о термодинамическом равновесии. Нулевой закон термодинамики.
2. Влияние температуры на константу равновесия химической реакции и равновесный выход продуктов. Уравнения изохоры и изобары Вант Гоффа.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская



УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 7

1. Термохимия. Стандартные состояния. Калориметрия. Истинный и средний тепловой эффект химической реакции.
2. Методы определения порядка химической реакции.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 8

1. Функции состояния и функции процесса. Закон Гесса и следствия из него. Стандартная теплота образования и сгорания веществ. Расчет энергии Гиббса химической реакции.
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., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 9

1. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Постулат о существовании энтропии. Уравнение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Принцип возрастания энтропии.
2. Влияние давления на константу равновесия и равновесный выход продуктов химической реакции.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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. 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., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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. Кинетическое уравнение для простых химических реакций первого порядка. Математическое выражение и графическое представление. Константа скорости. Период полупревращения.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 12

1. Термодинамика растворов. Идеальные и реальные растворы. Парциальные молярные величины. Уравнение Гиббса-Дюгема. Его роль в термодинамике растворов.
2. Химическая кинетика. Скорость, молекулярность и порядок химических реакций. Принципы химической кинетики. Лимитирующая стадия

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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.
2. Кинетический подход к описанию параллельных и обратимых химических реакций.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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. Термодинамическая активность вещества. Коэффициенты активности. Методы определения активности.
2. Кинетика последовательных химических реакций. Метод квазистационарных концентраций Боденштейна – Семенова.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 15

1. Равновесие жидкость-пар. Законы Гиббса-Коновалова. Разделение бинарных жидких смесей методом простой перегонки и ректификации. Перегонка с водяным паром.
2. Кинетика 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., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 16

1. Коллигативные свойства растворов. Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа.
2. Теории химической кинетики и катализа. Кислотно-основный и ферментативный катализ. Уравнение Бренстеда. Автокаталитические реакции. Гетерогенный катализ.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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. Термодинамика растворения твердых тел в жидкости. Уравнение Шредера.
2. Теория бинарных столкновений в химической кинетике. Вероятностный (стерический) фактор.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 18

1. Растворимость веществ в жидкости. Распределение третьего вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Уравнение Нернста. Коэффициент распределения и термодинамическая константа распределения. Экстракция.
2. 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., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 19

1. Термодинамические потенциалы. Критерии самопроизвольного протекания процессов и равновесия в закрытых системах. Соотношения Максвелла.
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., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 20

1. Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики. Фундаментальные уравнения Гиббса. Преобразование Лежандра. Характеристические функции.
2. Катализ. Каталитическая активность, селективность и избирательность катализатора. Связь скорости каталитической химической реакции с концентрацией катализатора. Автокаталитические реакции.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 21

1. Статистическое толкование второго закона термодинамики. Термодинамическая вероятность. Уравнение Больцмана. Расчет изменения энтропии в различных процессах. Абсолютная энтропия вещества. Постулат Планка.
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., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 22

1. Направление самопроизвольных процессов. Постулат Томсона. Некомпенсированная теплота Клаузиуса. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори.
2. Энергия активации химической реакции. Диаграмма потенциальной энергии. Уравнение Аррениуса.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская



УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 23

1. Термодинамика фазовых равновесий в многокомпонентных системах. Условие фазового равновесия. Правило фаз Гиббса. Его термодинамический вывод.
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., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 24

1. Термодинамика фазовых равновесий. Энергия Гиббса при фазовых превращениях. Основы геометрической термодинамики. Диаграммы состояния. Термодинамический вывод и трактовка.
2. Зависимость скорости химической реакции от температуры. Уравнение Аррениуса.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 25

1. Энтропия химической реакции. Энергия Гиббса химической реакции. Влияние температуры на термодинамические потенциалы. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Расчет энтропии и энергии Гиббса химической реакции.
2. Общие принципы катализа. Энергия активации каталитических реакций. Гетерогенный катализ. Теория мультиплетов Баландина. Теория активных ансамблей Кобозева.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

## Комплект КИМ № 2

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля экзамен  
Вид аттестации промежуточный

### Контрольно-измерительный материал № 1

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

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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 и донорно-акцепторных взаимодействий в растворах. Сольватация (гидратация) и сольватная (гидратная) оболочка иона.
2. Активное, пассивное и транспассивное состояние металла.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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. Электрохимическая коррозия металлов. Понятие сложного электрода.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал №4

1. Понятие кислоты и основания по Аррениусу.
2. Уравнение Тафеля. Кинетика выделения водорода на ртутном электроде.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 5

1. Приложение закона действующих масс к процессам диссоциации и ионного обмена. Недостатки теории Аррениуса.
2. Уравнение Батлера-Фольмера. Коэффициенты переноса  $\alpha$  и  $\beta$ . Ток обмена.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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. Сродство растворителей к протону.
2. Теория диффузионного перенапряжения. Диффузионный слой Нернста.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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. Вольтамперные характеристики (поляризационные кривые) электрода в случае замедленного перехода заряда.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал №8

1. Сила кислот и оснований в разных растворителях. Константа кислотности и константа основности. Степень протолита (гидролиза).
2. Поляризация электрода. Поляризуемость электрода. Многостадийность электродных процессов. Перенапряжение стадий перехода заряда, диффузии, химической реакции, кристаллизации. Понятие о лимитирующей стадии электродного процесса.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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. Принцип Гиббса-Гуггенгейма.
2. Потенциометрия и ее возможности. Определение чисел переноса потенциометрическим методом.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 10

1. Межионные взаимодействия в растворах. 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 \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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 \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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 \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин



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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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 (жидкостным соединением).

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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 (жидкостным соединением).

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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 \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 16

1. Роль электрода сравнения. Гальваническая цепь и понятие электродного потенциала. Стандартный водородный электрод.
2. Электролиз как самопроизвольный окислительно-восстановительный процесс. Электролизер. Анод и катод в электролизере.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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 \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 18

1. Электрическая проводимость растворов электролитов: удельная молярная, эквивалентная. Электрическая подвижность (электропроводность) ионов.
2. Термодинамические условия осуществления электролиза. Законы Фарадея.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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 \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 20

1. Потенциометрия и ее возможности. Определение произведения растворимости мало-растворимых электролитов.
2. Сопряженные парциальные анодно-катодные реакции [при коррозии]. Принцип независимости парциальных реакций на сложных электродах (Фрумкин, Вагнер, Трауд).

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 21

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

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 22

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

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 23

1. Равновесная электрохимическая цепь. Правила записи. Напряжение (ЭДС) электрохимической цепи, связь с потенциалами отдельных электродов. Анод и катод в электрохимической цепи.
2. Электрический ток – мера скорости электродной реакции. Кулонометрия и кулонометры. Выход по току.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 24

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

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 25

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

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 26

1. Водородный электрод. Кислородный электрод. Диаграмма электрохимической устойчивости воды.
2. Вольтамперные характеристики (вольтамперные кривые) электрода в случае замедленной диффузии. Предельный диффузионный ток. Замедленная диффузия при катодном восстановлении кислорода.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 27

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

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина: Физическая химия  
Форма обучения: очная  
Вид контроля: экзамен  
Вид аттестации: промежуточная

### Контрольно-измерительный материал № 28

1. Ионообменные мембраны и равновесие Доннана. Потенциал Доннана. Ионселективные электроды. Мембранный потенциал. Стекланный электрод.
2. Отклонения от законов Фарадея.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин



## 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  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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  $\Delta S_h^0$  :  
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 \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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 \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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 сродства  $A$  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  $\Delta H_S^0$ :
  - а) заряд иона ;
  - б) кристаллохимический радиус иона;
  - в) диэлектрическая проницаемость растворителя.

Преподаватель \_\_\_\_\_ к.х.н., доц. С.Н. Грушевская

## Комплект тестов № 2

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
физической химии  
д.х.н., проф. \_\_\_\_\_ А.В. Введенский  
31.08.2017

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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:  $KA = \nu_+ K^{z_+} + \nu_- A^{z_-}$  Какая термодинамическая активность может быть оценена экспериментально:  
а) соли ( $a_{\Sigma}$ ); б) средне-ионная ( $a_{\pm}$ ); в) катиона ( $a_+$ ) или аниона ( $a_-$ ).
6. Какая из систем представляет равновесный окислительно-восстановительный электрод:  
а) Cu | Cu<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup>; б) Pt | Cu<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup>; в) Pt | Ag<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup>.
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<sub>1</sub> | L<sub>1</sub> || L<sub>2</sub> | M<sub>2</sub> больше нуля, а цепи M<sub>2</sub> | L<sub>2</sub> || L<sub>1</sub> | M<sub>1</sub> 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., проф. А.В. Введенский

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля тест  
Вид аттестации текущая

### Контрольно-измерительный материал № 2

1. 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.
2. 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.
3. В каких растворителях ионы  $H_3O^+$  и  $OH^-$  не обладают аномально высокой электропроводностью:  
а) протофильных; б) протогенных; в) апротонных.
4. Возникает ли двойной электрический слой на границе платины с абсолютно чистой водой:  
а) да; б) нет; в) возникает, но быстро исчезает.
5. Какой из параметров гидратации отдельного иона может быть определен экспериментально:  
а) реальная теплота гидратации; б) химическая теплота гидратации; в) ни один.
6. Потенциал какого из электродов не зависит от pH среды:  
а) водородного; б) хингидронного; в) каломельного; г) стеклянного.
7. 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)  $a_{\ominus}^0 \neq a_{+}^0 \neq a_{-}^0$ .
8. На основе какого соединения может быть изготовлен электрод II рода, обратимый по ионам  $Br^-$ :  
а)  $LiBr$ ; б)  $KBr$ ; в)  $AgBr$ .
9. 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.
10. 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)  $g_{\alpha/\beta} = -\frac{1}{zF} \left[ \sum_i (\tilde{\mu}_i)^\beta - \sum_i (\tilde{\mu}_i)^\alpha \right]$
11. Стандартный электродный потенциал водородного электрода полагают равным нулю при:  
а)  $T=0$  К б)  $T=298$  К в) любых  $T$ .
12. 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 04.05.01 Фундаментальная и прикладная 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 | M<sub>1</sub> | L | M<sub>2</sub>, Pt (+)                      и                      (-) Pt | M<sub>2</sub> | M<sub>1</sub> | L | M<sub>2</sub>, 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<sup>-</sup>;                      б) H<sup>+</sup> | H<sub>2</sub>;                      в) Ag<sup>+</sup> | Ag;                      г) Cu<sup>2+</sup> | Cu<sup>+</sup>.
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 CH<sub>3</sub>COOH+H<sub>2</sub>F<sub>2</sub> = CH<sub>3</sub>COOH<sub>2</sub><sup>+</sup> + HF<sub>2</sub><sup>-</sup> роль кислот играют:  
а) CH<sub>3</sub>COOH и H<sub>2</sub>F<sub>2</sub>;  
б) CH<sub>3</sub>COOH<sub>2</sub><sup>+</sup> и CH<sub>3</sub>COOH;  
в) H<sub>2</sub>F<sub>2</sub> и CH<sub>3</sub>COOH<sub>2</sub><sup>+</sup>;  
г) H<sub>2</sub>F<sub>2</sub> и HF<sub>2</sub><sup>-</sup>.
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 K<sub>1</sub> и K<sub>2</sub>) имеют одну и ту же молярную концентрацию. Если K<sub>1</sub>>K<sub>2</sub>, то:  
а) pH<sub>1</sub>>pH<sub>2</sub>;                      б) pH<sub>1</sub><pH<sub>2</sub>;                      в) pH<sub>1</sub>=pH<sub>2</sub>;
12. Напряжение цепи Cu / Cu<sup>2+</sup> / Hg(Cu), Cu:  
а) положительно;                      б) отрицательно;                      в) равно нулю.

Направление подготовки / специальность 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия  
Дисциплина Физическая химия  
Форма обучения очная  
Вид контроля тест  
Вид аттестации текущая

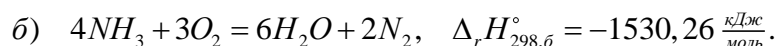
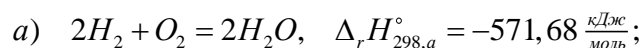
#### Контрольно-измерительный материал № 4

1. Константа гидролиза соли слабой кислоты и сильного основания описывается соотношением:  
а)  $K_f = K_w / K_{\text{дисс}}$ ;                      б)  $K_f = K_w \cdot K_{\text{дисс}}$ ;                      в)  $K_f = K_{\text{дисс}} / K_w$ ;
2. При помощи какого электрода нельзя потенциометрически определить концентрацию раствора HCl:  
а) стеклянного;                      б) хингидронного;                      в) ртутносльфатного.
3. Стандартная плотность тока обмена  $\bar{i}_0$  двух разных ионно-металлических электродов равна  $10^{-3} \text{ A/cm}^2$  и  $10^3 \text{ A/cm}^2$ . Какой из этих электродов характеризуется повышенным поляризационным сопротивлением стадии перехода заряда:  
а) с низким  $\bar{i}_0$ ;                      б) с высоким  $\bar{i}_0$ ;                      в) не зависит от  $\bar{i}_0$ .
4. Появление двойного электрического слоя на границе раздела металл- водный раствор электролита обусловлено:  
а) растворением металла;                      б) адсорбцией ионных компонентов раствора;  
в) адсорбцией молекул воды;                      г) всеми этими причинами.
5. Чем принципиально отличаются химические цепи от концентрационных:  
а) наличием или отсутствием скачка потенциала на границе раздела растворов;  
б) характером температурной зависимости напряжения цепи;  
в) различием металлов анода и катода;  
г) порядком записи элементов цепи.
6. К какому типу потенциалов относится потенциал Доннана:  
а) Вольта-потенциал;  
б) Гальвани-потенциал;  
в) электродный потенциал;  
г) реальный потенциал.
7. Эффекты электрофоретического и релаксационного торможения при миграции ионов в растворе электролита с ростом его концентрации:  
а) нарастают;                      б) снижаются;                      в) компенсируют друг друга.
8. 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:  
а) диффузионная;                      б) электрохимическая;                      в) химическая;                      г) кристаллизационная.
9. По мере насыщения водного раствора KCl кислородом скорость коррозии меди:  
а) не меняется;                      б) растет;                      в) падает.
10. Правило Кольрауша  $\Lambda_0 = \nu_+ \Lambda_+ + \nu_- \Lambda_-$  применяется к растворам сильных электролитов:  
а) любых концентраций;  
б) разбавленным;  
в) концентрированным.
11. К какому типу физических цепей относится цепь  $(-)\text{Pt}, \text{Cu}_{(111)} | \text{Cu}^+ | \text{Cu}_{(100)}, \text{Pt} (+)$ :  
а) гравитационная;  
б) аллотропная;  
в) кристаллографическая.
12. Эффект Фарадея в слабых электролитах обусловлен:  
а) изменением подвижности ионов с напряженностью электрического поля;  
б) изменением степени диссоциации с напряженностью поля;  
в) изменением подвижности ионов с частотой переменного тока;  
г) изменением степени диссоциации с частотой тока.

### 19.3.4 Примеры заданий 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  $O_2 + 4H_3O^+ + 4e^- = 6H_2O$   $E_{O_2, H_2O | Pt}^0 = 1,229 \text{ В}$ ;  $H_2O_2 + 2H_3O^+ + 2e^- = 4H_2O$   $E_{H_2O_2, H_2O | Pt}^0 = 1,776 \text{ В}$ .

### 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
12. Определение термодинамических констант равновесия окислительно-восстановительных реакций в твердых электролитах

### 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-основной 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 количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

При реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий оценки за экзамен/зачет могут быть выставлены по результатам текущей аттестации обучающегося в семестре. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать экзамен/зачет на общих основаниях.