

МИНОБРАЗОВАНИЯ 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:** 04.03.01 - Химия
 - 2. Профиль подготовки/специализация:** Органическая и полимерная химия,
Теоретическая и прикладная химия
 - 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
 - 4. Форма обучения:** очная
 - 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** физической химии
 - 6. Составители программы:** Введенский Александр Викторович, д.х.н., проф., Кравченко
Тамара Александровна, д.х.н., проф., Козадеров Олег Александрович, д.х.н., доц.,
Кондрашин Владимир Юрьевич, к.х.н., доц.
 - 7. Рекомендована:** НМС 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 физико-химических процессов и химических реакций.

Основные задачи курса:

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

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: базовая часть блока 1

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

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

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

		владеть: базовыми методиками химической и электрохимической термодинамики
ПК-2	владение базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	знать: устройство базовой аппаратуры химической термодинамики и кинетики уметь: пользоваться базовым физико-химическим и электрохимическим оборудованием иметь навыки: подготовки научного оборудования к эксперименту
ПК-3	владение системой фундаментальных химических понятий	знать: законы термодинамики и кинетики в применении к химическим и электрохимическим процессам уметь: применять фундаментальные законы физической химии на практике иметь навыки: интерпретации экспериментальных данных в рамках изученных теоретических моделей
ПК-7	Владение методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории уметь: применять средства индивидуальной защиты владеть: базовыми приемами предупреждения и ликвидации последствий аварийных ситуаций

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

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

13. Виды учебной работы

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

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Первый закон термодинамики. Термохимия.	Предмет, задачи, методы и разделы физической химии. Термодинамический метод исследований. Химическая термодинамика. Термодинамические системы. Термодинамические параметры состояния системы. Уравнение состояния. Уравнение состояния идеального газа. Коэффициент сжимаемости. Вириальное уравнение состояния. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическая температура. Принцип соответственных состояний. Внутренние и внешние параметры. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Экстенсивные и интенсивные параметры. Теорема Эйлера. Парциальные молярные

		<p>величины. Постулат о термодинамическом равновесии. Нулевой закон термодинамики. Термодинамический процесс. Самопроизвольные и несамопроизвольные, равновесные и неравновесные, обратимые (квазистатические) и необратимые процессы. Функции состояния и функции процесса. Постулат о существовании внутренней энергии. Теплота и работа. Первый закон термодинамики. Эквивалентность различных способов передачи энергии. Работа и теплота обратимого и необратимого процессов. Теплоемкость. Применение первого закона к простейшим процессам с участием идеального газа. Энтальпия. Применение первого закона термодинамики к многокомпонентным закрытым системам. Химическая переменная. Калорические коэффициенты. Истинный и средний тепловой эффект химической реакции. Термохимия. Стандартные состояния. Закон Гесса и следствия из него. Стандартные энтальпии образования и сгорания веществ. Калориметрия. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры. Уравнение Кирхгофа: приближенное и точное решение. Степенные ряды теплоемкости.</p>
1.2	<p>Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций</p>	<p>Направление самопроизвольных процессов. Постулат Томсона. Некомпенсированная теплота Клаузиуса. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Постулат о существовании энтропии – функции состояния и обобщенной силы в процессах теплообмена. Уравнение второго закона термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Принцип возрастания энтропии. Статистическое толкование второго закона термодинамики. Термодинамическая вероятность. Уравнение Больцмана. Расчет изменения энтропии в различных процессах. Абсолютная энтропия вещества. Постулат Планка. Энтропия химической реакции. Обобщенное уравнение первого и второго законов термодинамики. Фундаментальные уравнения Гиббса. Преобразование Лежандра. Характеристические функции. Термодинамические потенциалы. Критерии самопроизвольного протекания процессов и равновесия в закрытых системах. Соотношения Максвелла. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Термодинамические потенциалы идеального и реального газов. Уравнение Гиббса-Дюгема. Летучесть. Энергия Гиббса химической реакции. Химический потенциал. Влияние температуры на термодинамические потенциалы. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Расчет энергии Гиббса химической реакции.</p>
1.3	<p>Термодинамика растворов и фазовых равновесий</p>	<p>Термодинамическая классификация растворов. Идеальные растворы. Предельно разбавленные, атермальные, регулярные растворы. Химический потенциал. Уравнение Гиббса-Дюгема. Законы Рауля и Генри. Активность. Коэффициент активности. Равновесие жидкость-пар. Законы Гиббса-Коновалова. Перегонка. Коллигативные свойства растворов. Законы растворимости. Уравнение Шредера. Закон Нернста. Экстракция. Криоскопия. Эбулиоскопия. Осмотические явления. Уравнение Вант-Гоффа. Основные понятия термодинамики фазовых равновесий. Составляющая и компонент. Фаза. Уравнение состояния фазы. Условие фазового равновесия. Вывод правила фаз Гиббса и вариантность системы. Графическое описание фазовых равновесий. Диаграмма состояния. Гетерогенные равновесия в однокомпонентных системах. Фазовые переходы первого и второго рода. Энергия Гиббса при фазовых превращениях в однокомпонентных системах. Термодинамический вывод диаграммы состояния</p>

		однокомпонентной системы с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала. Фазовые переходы чистых веществ. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора. Полиморфные превращения в однокомпонентной системе. Гетерогенные равновесия в двухкомпонентных системах. Условия равновесия фаз. Термодинамический вывод основных типов диаграмм состояния двухкомпонентных систем с помощью кривых изобарно-изотермического потенциала. Двухфазное равновесие: двухкомпонентные системы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов. Двухкомпонентные системы с эвтектикой. Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах. Графическое представление состава тройных систем.
1.4	Химическое равновесие	Условия химического равновесия. Химическое сродство. Закон действующих масс. Константа равновесия. Изотерма химической реакции Вант-Гоффа. Энергии Гельмгольца и Гиббса химических реакций, их связь с константой равновесия. Равновесный выход продуктов химической реакции. Влияние давления на положение равновесия. Зависимость константы равновесия химической реакции от температуры. Уравнения изобары и изохоры химической реакции Вант-Гоффа. Третий закон термодинамики. Расчет константы равновесия реакции при заданной температуре. Метод Шварцмана-Темкина.
1.5	Основы химической кинетики и катализа	Принципы химической кинетики. Феноменологическая кинетика. Кинетический закон действующих масс. Лимитирующая стадия. Кинетика простых и сложных химических реакций. Принцип квазистационарности Боденштейна-Семенова. Теории химической кинетики. Зависимость константы скорости от температуры. уравнение Аррениуса. Энергия активации. Поверхность потенциальной энергии. Теория переходного состояния. Энтропия и энтальпия активации. Теория активированного комплекса в применении к мономолекулярным реакциям. Реакции в растворах. Катализ. Общие принципы катализа. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Уравнение Бренстеда. Автокатализ. Гетерогенный катализ. Активность и селективность катализаторов. Энергия активации каталитических реакций. Теория мультиплетов Баландина. Теория активных ансамблей Кобозева.
1.6	Равновесные процессы в растворах электролитов.	Химические и электрохимические процессы. Электролизеры и химические источники тока. Предмет и задачи электрохимии. Электрохимические школы в СССР и России. 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. 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. 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. Основные положения теории кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Сродство растворителей к протону.

		<p>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 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. Стеклянный 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</p>

		электродных потенциалов, произведения растворимости мало- растворимых электролитов, констант равновесия химических реакций потенциометрическим методом. Потенциометрическое титрование. Окислительно-восстановительные индикаторы.
1.9	Электролиз растворов электролитов. Двойной электрический слой. Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия металлов	<p>Электролиз как самопроизвольный 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 α и β. Ток обмена. Вольтамперные характеристики (поляризационные кривые) электрода в случае 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>
2. Практические занятия		
не предусмотрены учебным планом		
3. Лабораторные работы		
3.1	Первый закон термодинамики. Термохимия.	<p>Определение теплоты образования твердого раствора</p> <p>Определение теплоты диссоциации слабой кислоты</p> <p>Определение теплоты гидратации гидратации соли</p> <p>Определение теплоты окисления щавелевой кислоты</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 иода между органическим и неорганическим растворителями</p> <p>Двухкомпонентные системы с ограниченной растворимостью в жидком состоянии (система фенол-вода)</p> <p>Трехкомпонентные системы с ограниченной</p>

		растворимостью в жидком состоянии
3.4	Химическое равновесие	Химическое равновесие в системе иодид калия – хлорид железа (III)
3.5	Основы химической кинетики и катализа	Гомогенно-каталитическое окисление иодида калия персульфатом аммония Каталитическое разложение пероксида водорода Кинетика гидролиза уксусного ангидрида Кинетика растворения сульфата кальция в воде Кинетика омыления этилацетата
3.6	Равновесные процессы в растворах электролитов.	Определение ионного произведения воды Нахождение констант образований одноядерных комплексов металлов Определение концентрационной константы диссоциации слабой кислоты Определение термодинамической константы диссоциации слабой кислоты Определение концентрационной константы гидролиза соли Определение произведения растворимости труднорастворимой соли серебра Определение произведения растворимости труднорастворимого гидроксида Определение термодинамических констант равновесия окислительно-восстановительных реакций в твердых электролитах
3.7	Ионный транспорт в растворах электролитов.	Измерение собственной электрической проводимости воды или водно-органического растворителя Определение предельной молярной электропроводности сильного электролита Проверка закона разбавления Оствальда Определение константы диссоциации уксусной кислоты в разных растворителях Определение числа переноса ионов методом движущейся границы Определение числа переноса ионов методом Гитторфа Кондуктометрическое титрование
3.8	Термодинамика гетерогенных электрохимических систем	Реализация электрода I рода и определение стандартного потенциала Реализация электрода II рода и определение его стандартного потенциала Реализация окислительно-восстановительного электрода и определение его стандартного потенциала Газовый водородный электрод Ионоселективный стеклянный электрод Измерение напряжения концентрационной цепи и определение диффузионного потенциала
3.9	Электролиз растворов электролитов. Двойной электрический слой. Кинетика электродных процессов. Электрохимическая коррозия металлов	Измерение емкости двойного электрического слоя на твердом электроде при помощи моста переменного тока Получение гальваностатической кривой заряжения Pt(Pt)-электрода в серной кислоте Изучение влияния состава раствора на кривые заряжения платинированного платинового электрода Исследование адсорбции атомарного водорода на платинированной платине методом циклической линейной вольтамперометрии Определение адсорбционной псевдоемкости водорода на платине методом спада потенциала при разомкнутой цепи поляризации Электролиз водных растворов электролитов Изучение закономерностей анодного растворения меди в хлоридных электролитах Изучение кинетики восстановления кислорода на стационарном медном электроде в кислых хлоридных или сульфатных растворах Изучение кинетики восстановления кислорода на

		вращающемся дисковом электроде Исследование влияния ингибиторов на кинетику анодных и катодных процессов на железе в кислой среде Исследование работы коррозионного элемента
--	--	--

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Первый закон термодинамики. Термохимия.	12	-	20	24	56
2	Второй закон термодинамики. Энтропия и термодинамические потенциалы химических реакций	12	-	20	24	56
3	Термодинамика растворов и фазовых равновесий	12	-	20	24	56
4	Химическое равновесие	12	-	20	24	56
5	Основы химической кинетики и катализа	6	-	10	30	46
6	Равновесные процессы в растворах электролитов	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 металлов	16	-	22	34	72
	Итого:	104	-	174	226	504

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

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

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Еремин В.В. Основы общей и физической химии : учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений, обуч. по направлению «Химия» / В.В. Еремин, А.Я. Борщевский. – Долгопрудный : Интеллект, 2012. – 847с.
2	Дамаскин Б.Б. Электрохимия : [учебное пособие для студ., обуч. по направлению подгот. "Химия"] / Б.Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. — Изд. 3-е, испр. — Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. — 670 с.
3	Еремин, В.В. Основы физической химии. Учебное пособие в 2 ч. 1 / В.В. Еремин. — 3-е изд. эл. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 322 с. — (Учебник для высшей школы). — <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214231 >.

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

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5	Еремин Е.Н. Основы химической термодинамики : учебное пособие для студ. хим. спец. ун-тов / Е.Н. Еремин .— М. : Высшая школа, 1974 .— 340 с.
6	Полторак О.М. Термодинамика в физической химии : учебник для хим. и хим.-технол. спец. вузов / О.М. Полторак .— М. : Высш. шк., 1991 .— 318 с.
7	Стромберг А.Г. Физическая химия : Учебник для химических специальностей вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. : под ред. А.Г. Стромберга. — 7-е изд., испр. — М. : Высш. шк., 2009 .— 527 с.
8	Физическая химия : в 2 кн. / К. С. Краснов [и др.]. - Кн. 1: Строение вещества. Термодинамика .— 3-е изд., испр. — 2001 .— 511 с.
9	Физическая химия : В 2 кн. / К. С. Краснов [и др.]. - Кн. 2: Электрохимия. Химическая кинетика и катализ .— 3-е изд., испр. — 2001 .— 318 с.
10	Эткинс П. Физическая химия : в 3-х частях / П.Эткинс, Дж. Де Паула. – Часть 1. Равновесная термодинамика. – М. : Мир, 2007. – 494с.
11	Бажин Н.М. Термодинамика для химиков : учебник для студ. вузов, обуч. по специальности «Химия» / Н.М. Бажин, В.А. Иванченко, В.Н. Пармон. – 2-е перераб. И доп. – М. : Химия : КолосС, 2004. – 415с.
12	Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа : учеб. пособие для студ. хим. фак. ун-тов, обуч. по спец. 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия" / В.М. Байрамов. — М. : Academia, 2003 .— 251 с.
13	Романовский Б.В. Основы химической кинетики / Б.В. Романовский. – М. : Экзамен, 2006. – 415с.
14	Еремин Е.Н. Основы химической кинетики : учебное пособие для студ. хим. фак. ун-тов / Е.Н. Еремин .— 2-е изд., доп. — М. : Высшая школа, 1976 .— 373 с. : ил., табл.
15	Дамаскин Б.Б. Основы теоретической электрохимии : учеб. пособие для студ. химич. спец. вузов / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий .— М. : Высшая школа, 1978 .— 238 с.
16	Дамаскин Б.Б. Введение в электрохимическую кинетику : учеб. пособие для студ. хим. спец. ун-тов / Б.Б. Дамаскин, О.А. Петрий .— М. : Высшая школа, 1983 .— 399 с.
17	Багоцкий В.С. Основы электрохимии / В.С. Багоцкий. — М. : Химия, 1988 .— 399 с.
18	Ротинян А.Л. Теоретическая электрохимия / А. Л. Ротинян, К. И. Тихонов, И. А. Шошина. — Л. : Химия, 1981 .— 422 с.
19	Измайлов Н.А. Электрохимия растворов / Н.А. Измайлов .— 3-е изд., исправ .— М. : Химия, 1976 .— 488с.
20	Никольский Б.П. Ионоселективные электроды / Б.П. Никольский, Е.А. Матерова .— Л. : Химия. Ленингр. отд-ние, 1980 .— 239 с.
21	Практикум по физической химии. Термодинамика : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по направлению «Химия» и специальности «Химия» / Е.П.Агеев [и др.] : под ред. Е.П.Агеева, В.В. Лунина. – М. : Academia, 2010.- 218с.
22	Практические работы по физической химии : учеб. пособие / Ю. П. Акулова [и др.] ; Под ред. К.П. Мищенко и др. — 5-е изд., перераб. — СПб. : Профессия, 2002 .— 384 с.
23	Шаталов А.Я. Практикум по физической химии : учеб. пособие для студ. химич. и химико-технол. спец. вузов / А.Я. Шаталов, И.К. Маршаков .— М. : Высшая школа, 1975 .— 284 с.
24	Практикум по электрохимии : учеб. пособие для химич. спец. вузов / Б.Б. Дамаскин [и др.]. — М. : Высш.шк., 1991 .— 287 с.
25	Потенциометрия. Ч.4: Практикум по специальности 011000- Химия / сост.: А.В. Введенский [и др.]. — 2003 .— 79 с. (№ 720).
26	Еремин В.В. Задачник по физической химии / В.В. Еремин [и др.] – М. : Экзамен, 2003. – 318 с.
27	Лабовиц, Л. Задачи по физической химии с решениями / под ред. Ю. В. Филиппова .— М. : Мир, 1972 .— 442 с.
28	Физическая химия в вопросах и ответах: Кинетика. Электрохимия : учеб. пособие для студ. хим. спец. ун-тов / Е.М. Кузнецова [и др.]. — М. : Изд-во МГУ, 1981 .— 264 с.
29	Сборник задач по теоретической электрохимии : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. "Технология электрохимических производств" / под ред. Ф.И. Кукоза .— М. : Высшая школа, 1982 .— 159 с.
30	Сборник примеров и задач по электрохимии : учебное пособие / сост.: А.В. Введенский [и др.]. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. - Ч. 3: Равновесные электродные системы .— 66 с.
31	Краткий справочник физико-химических величин / под ред. А.А. Равделя, А.И.

	Пономаревой . — М. : Вербум-М, 2008 .— 230 с.
30	Термодинамические свойства индивидуальных веществ : справ. изд.: в 4-х т. / Л.В. Гурвич [и др.]. — 3-е изд., перераб. и расширенное .— М. : Наука, 1978-1982.
31	Добош Д. Электрохимические константы : справ. для электрохимиков / Д. Добош. — М. : Мир, 1980 .— 364 с.
32	Справочник по электрохимии / под ред. А.М. Сухотина .— Л. : Химия . Ленингр. отд-ние, 1981 .— 486 с.

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

33	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
34	УЭМК «Электрохимия» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2084

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

№ п/п	Источник
1	Физическая химия : Рабочая программа курса для студ. хим. фак. по специальности "Химия" / Воронеж. гос. ун-т. каф. физ. химии; Сост.: А. В. Введенский [и др.] — Воронеж : Б.и., 2002 .— 16 с. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03019.pdf >.
2	Практикум по физической химии : для студ. хим. фак. всех форм обучения / И.К. Маршаков [и др.]. Ч. 1: Химическая термодинамика .— 2002 .— 88 с. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03023.pdf >.
3	Кинетика химических и электрохимических процессов. Электропроводность : практикум по спец. 011000- Химия / Сост.: А.В. Введенский [и др.] — Воронеж : ЛОП ВГУ, 2003. - Ч. 2 . — 82 с.(№ 648). — URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04053.pdf >.
4	Равновесные электродные системы. Граница раздела заряженных фаз : практикум по спец. 011000- Химия / сост.: А.В. Введенский [и др.]. — Воронеж, 2003-. Ч. 3 / Сост.: А.В. Введенский, Е.В. Бобринская, И.В. Протасова, Н.В. Соцкая. — 79 с. : (№ 719) — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/jan04059.pdf >.
5	Сборник примеров и задач по физической химии : для студ. химич. фак. всех форм обучения / сост.: Кравченко Т. А., Введенский А.В., Козадеров О. А. - Ч.1: Химическая термодинамика .— 2002 .— 63 с. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03021.pdf >.
6	Сборник примеров и задач по физической химии : для студ. химич. фак. всех форм обучения / сост.: Введенский А.В., Кравченко Т.А., Козадеров О. А. - Ч.2: Химическая термодинамика .— 2002 .— 67 с. — <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/feb03022.pdf >.
7	Сборник примеров и задач по электрохимии : учеб. пособие / сост.: А.В. Введенский [и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. - Ч. 1: Равновесные процессы в растворах электролитов .— 39 с. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-03.pdf >.
8	Сборник примеров и задач по электрохимии : учеб. пособие / сост.: А.В. Введенский, С.А. Калужина, Т.А. Кравченко [и др.] . — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2010. - Ч. 2: Ионный транспорт. Кулонометрия .— 60 с. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m10-04.pdf >.
9	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, криоскопических измерений, определения электропроводности; учебный комплекс «Химия»; иономеры, термостаты, потенциостаты, электроды, электрохимические ячейки, мультимедийное оборудование.

19. Фонд оценочных средств:**Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
ОК-7	Знать: основные формы самостоятельной работы с учебной литературой	1.1-1.9	Курсовая работа
	Уметь: систематизировать знания, полученные в ходе аудиторных занятий	3.1-3.9	Комплект тестов № 1 Комплект тестов № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
ОПК-1	Знать: основы физической химии и электрохимии	1.1-1.9	Комплект тестов № 1 Комплект тестов № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
	Уметь: применять теоретические основы термодинамики и кинетики при решении профессиональных задач	3.1-3.9	Комплект тестов № 1 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
	Иметь навыки: использования теоретических основ физической химии при решении экспериментальных задач	3.1-3.9	Курсовая работа
ОПК-2	Знать: теоретические основы экспериментальных физико-химических и электрохимических методов	1.1-1.9	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
	Уметь: использовать теоретические основы физической химии при решении практических задач	3.1-3.9	Курсовая работа
	Владеть: основными экспериментальными методами физической химии и электрохимии	3.1-3.9	Курсовая работа
ПК-1	Знать: теоретические основы базовых методик физико-химического анализа	1.1-1.9	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
	Уметь: реализовать на практике основные методики физико-химического анализа	3.1-3.9	Курсовая работа
	Владеть: базовыми методиками химической и электрохимической термодинамики	3.1-3.9	Курсовая работа
ПК-2	Знать: устройство базовой аппаратуры химической термодинамики и кинетики	3.1-3.9	Курсовая работа
	Уметь: пользоваться базовым физико-химическим и электрохимическим оборудованием	3.1-3.9	Курсовая работа
	Иметь навыки: подготовки научного оборудования к эксперименту	3.1-3.9	Курсовая работа
ПК-3	Знать: законы термодинамики и кинетики в применении к химическим и электрохимическим процессам	1.1-1.9	Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2
	Уметь: применять фундаментальные законы физической химии на практике	3.1-3.9	Курсовая работа
	Иметь навыки: интерпретации экспериментальных данных в рамках изученных теоретических моделей	3.1-3.9	Курсовая работа
ПК-7	Знать: правила техники безопасности при работе в химической лаборатории	3.1-3.9	Курсовая работа
	Уметь: применять средства индивидуальной защиты	3.1-3.9	Курсовая работа

	Владеть: базовыми приемами предупреждения и ликвидации последствий аварийных ситуаций	3.1-3.10	Курсовая работа
Промежуточная аттестация			Комплект КИМ № 1 Комплект КИМ № 2

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

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами физической химии и электрохимии, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично (Зачтено)</i>
<i>Обучающийся владеет теоретическими основами физической химии и электрохимии, способен иллюстрировать ответ примерами, допускает ошибки при применении теоретических знаний для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо (Зачтено)</i>
<i>Обучающийся владеет частично теоретическими основами физической химии и электрохимии, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фрагментарно умеет применять теоретические знания для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно (Зачтено)</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания теоретических основ физической химии и электрохимии, допускает грубые ошибки при применении теоретических знаний для решения практических задач в области электрохимической термодинамики и электрохимической кинетики</i>	–	<i>Неудовлетворительно (Не зачтено)</i>

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

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:

Комплект КИМ № 1

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

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

Контрольно-измерительный материал № 1

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 2

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 3

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 4

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 5

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 6

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 7

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 8

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 9

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 10

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 11

1. Термодинамика фазовых превращений индивидуальных веществ. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Приближенное и точное решение. Истинная химическая постоянная.
2. Кинетика простых химических реакций n -порядка. Время полупревращения.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 12

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 13

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 14

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 15

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 16

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 17

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 18

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 19

1. Растворимость веществ в жидкостях. Распределение третьего вещества между двумя несмешивающимися жидкостями. Уравнение Нернста.
2. Кинетика гетерогенных химических реакций с учетом стадии диффузии вещества. Энергия активации диффузии и химической реакции.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 20

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 21

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 22

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 23

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

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

Контрольно-измерительный материал № 24

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

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

Комплект КИМ № 2

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

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

Контрольно-измерительный материал № 1

1. 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Механизмы образования растворов электролитов. Роль ион-дипольных 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Классическая теория электролитической диссоциации (Аррениус). Экспериментальные основы теории.
2. 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: 04.03.01 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: 04.03.01 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 α и β . 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 6

1. Основные положения теории кислот и оснований Брэнстеда-Лоури. 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 7

1. Сопряженные кислотно-основные пары. Протолитическое и автопротолитическое равновесия. Ионное произведение воды. Водородный показатель.
2. 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: 04.03.01 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 протолиза (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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 9

1. Химический и электрохимический потенциалы частиц. Вольта-потенциал. Гальвани-потенциал. 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: 04.03.01 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 11

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

Преподаватель _____ 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 12

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

Преподаватель _____ 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 13

1. Производство растворимости и условие гидратообразования в растворах.
2. Классификация электрохимических цепей. Концентрационные цепи без переноса и с переносом (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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 14

1. Основные механизмы ионного транспорта. Термодинамические условия возникновения диффузии, миграции, конвекции.
2. Классификация электрохимических цепей. Химические цепи без переноса и с переносом (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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 15

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

Преподаватель _____ 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: 04.03.01 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 несамопроизвольный 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 17

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

Преподаватель _____ 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 18

1. Электрическая проводимость растворов электролитов: удельная молярная, 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 19

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

Преподаватель _____ 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: 04.03.01 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: 04.03.01 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 в

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

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

Контрольно-измерительный материал № 22

1. 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: 04.03.01 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: 04.03.01 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: 04.03.01 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: 04.03.01 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: 04.03.01 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: 04.03.01 Химия
Дисциплина: Физическая химия
Форма обучения: очная
Вид контроля: экзамен
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 28

1. Ионнообменные 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
20.05.2019

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

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Аналитическое выражение первого начала термодинамики в дифференциальной форме может быть записано следующим образом:

$$\delta Q = dU + \delta W .$$

Объясните, почему для элементарных приращений Q, U, W используются разные символы.

2. Докажите, что теплота и работа являются функциями процесса. В каком из процессов работа расширения идеального газа будет больше:
- в изотермическом;
 - в адиабатическом.
3. Почему существует различие между тепловыми эффектами химических реакций при постоянном давлении и постоянном объеме?
4. Энтальпия химической реакции равна ее теплоте при постоянстве:
- V, T ;
 - P, T ;
 - иные параметры и их сочетания;
 - никогда не равна.
5. Отношение C_p/C_v всегда:
- больше единицы;
 - меньше единицы;
 - равно единице.
6. Тепловой эффект химической реакции с ростом температуры:
- всегда повышается;
 - всегда убывает;
 - не изменяется;
 - может как повышаться, так и убывать.
7. Для какой-то соли энергия разрушения кристаллической решетки больше, чем суммарная теплота сольватации катиона и аниона (по модулю). Процесс растворения соли:
- экзотермичен;
 - эндотермичен;
 - тепловой эффект отсутствует.
8. Почему теплота нейтрализации сильных кислот одинакова, но отличается от теплоты нейтрализации слабых кислот?
9. Докажите, что для моля идеального газа $C_p - C_v = R$.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Энтропия самопроизвольного процесса в изолированной системе:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
2. При изотермическом смешении газов энтропия:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
3. Что больше энтропия 1 моль кристаллического вещества или энтропия 1 моль его паров при той же температуре?
4. При изотермическом расширении идеального газа внутренняя энергия, как известно, остается постоянной. Тогда, согласно 1 началу термодинамики, $Q = W$, т.е. вся теплота, подводимая к газу, переходит в работу. Не противоречит ли этот вывод 2 началу термодинамики, утверждающему невозможность полного превращения теплоты в работу?
5. 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.
6. Покажите общий вид зависимости энергии Гиббса от естественных переменных.
7. Энергия Гиббса в ходе самопроизвольной химической реакции при $P; T = \text{Const}$:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
8. 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.
9. В чем сходство и различия понятий: функция состояния, характеристическая функция, термодинамический потенциал?

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

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

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Стандартный химический потенциал компонента определяется:
 - а) температурой T ;
 - б) давлением P ;
 - в) активностью (концентрацией);
 - г) сочетанием этих параметров.
2. Справедливо ли уравнение Гиббса-Дюгема для химических потенциалов?
3. В процессе осмоса через полупроницаемую мембрану проникает:
 - а) растворенное вещество;

- б) растворитель;
в) раствор.
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. В каком случае растворимость газа в жидкости больше:
 - а) в идеальном растворе;
 - б) при положительных отклонениях от идеальности;
 - в) при отрицательных отклонениях от идеальности.
 6. Для раствора вещества А в растворителе В верен закон Генри. Как связаны между собой стандартные химические потенциалы вещества А в паровой и жидкой фазах?
 7. 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.
 8. Почему кривая сублимации на Р-Т диаграмме однокомпонентной системы всегда круче, чем кривая испарения?
 9. Почему наблюдается криоскопический эффект?

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
20.05.2019

Контрольно-измерительный материал № 4

1. Как энергия Гиббса химической реакции изменяется с ростом активности (концентрации) исходных веществ:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
2. Как энергия Гиббса химической реакции изменяется с ростом температуры:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется;
 - г) может меняться сложным образом.
3. Константа равновесия химической реакции с ростом термодинамической активности исходных веществ:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
4. Константа равновесия химической реакции изменяется с ростом температуры:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется;
 - г) ответ зависит от знака теплового эффекта.
5. С ростом концентрации реагентов равновесный выход продуктов химической реакции:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
6. С увеличением давления равновесный выход продуктов химической реакции:
 - а) повышается;
 - б) снижается;
 - в) не меняется;
 - г) меняется более сложным образом.
7. Как и в каких реакциях давление может повлиять на выход продуктов?
8. Всегда ли существует различие между константами равновесия K_p и K_c ?
9. Напишите выражения для закона действия масс.

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

Контрольно-измерительный материал № 5

1. Для самопроизвольного течения химической реакции необходимо, чтобы произведение химического сродства A и скорости реакции V было:
 - а) равно нулю;
 - б) больше нуля;
 - в) меньше нуля.
- 2.. 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) $A = 0, V = 0$.
3. Энергия активации химической реакции с ростом температуры:
 - а) всегда повышается;
 - б) всегда убывает;
 - в) не изменяется;
 - г) может меняться более сложным образом.
4. Скорость химической реакции при увеличении ее энергии активации:
 - а) повышается;
 - б) убывает;
 - в) не изменяется.
5. 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.
6. Какая стадия считается лимитирующей в системах параллельных и последовательных реакций?
7. Может ли порядок реакции быть нулевым, дробным, отрицательным?
8. Обсудите правильность утверждения; поскольку катализатор не записывается как реагент в суммарном стехиометрическом уравнении химической реакции, концентрация катализатора не может входить в кинетическое уравнение.
9. Какова роль макрокинетических процессов в гетерогенном катализе?

Преподаватель _____ д.х.н., проф. Т.А. Кравченко

Комплект тестов № 2

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физической химии
д.х.н., проф. _____ А.В. Введенский
20.05.2019

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

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Какое из утверждений неверно:
 - а) внутренний потенциал фазы суммируется из внешнего и поверхностного;
 - б) внешний потенциал фазы суммируется из внутреннего и Гальвани-потенциала на границе фаз;
 - в) Гальвани-потенциал на границе фаз суммируется из Вольта-потенциала и скачка двух поверхностных потенциалов.
2. Какая из ячеек для определения чисел переноса ионов методом Гитторфа обязательно требует определения пропущенного электрического заряда:
 - а) с Cu-анодом и Pt-катодом;
 - б) с Pt-анодом и Pt-катодом;
 - в) обе;
 - г) ни одна не требует.
3. В сольватной оболочке какого из двух ионов с $z_1 = z_2$ содержится большее число молекул растворителя:
 - а) у иона с большим кристаллохимическим радиусом;
 - б) у иона с меньшим кристаллохимическим радиусом;
 - в) не зависит от размера иона.
4. Какое из утверждений верно:
 - а) двойной электрический слой возникает из-за появления Гальвани-потенциала на границе фаз;
 - б) Гальвани-потенциал возникает в ходе пространственного разделения электрических зарядов на границе фаз;
 - в) оба верны.
5. Процесс электролитической диссоциации соли описывается уравнением: $KA = v_+ K^{z_+} + v_- A^{z_-}$ Какая термодинамическая активность может быть оценена экспериментально:
 - а) соли (a_{\pm});
 - б) средне-ионная (a_{\pm});
 - в) катиона (a_+) или аниона (a_-).
6. Какая из систем представляет равновесный окислительно-восстановительный электрод:
 - а) $Cu | Cu^+, Cu^{2+}$;
 - б) $Pt | Cu^+, Cu^{2+}$;
 - в) $Pt | Ag^+, Cu^{2+}$.
7. В теории Дебая-Хюккеля средне-ионного коэффициента активности размер "ионной атмосферы" (дебаевский радиус экранирования) с ростом концентрации ионов:
 - а) падает;
 - б) растет;
 - в) не изменяется.
8. Напряжение цепи $M_1 | L_1 || L_2 | M_2$ больше нуля, а цепи $M_2 | L_2 || L_1 | M_1$ меньше нуля. Какая из цепей записана верно:
 - а) первая;
 - б) вторая;
 - в) ни одна.
9. При 298 К ионные произведения воды и этилового спирта $K_w(H_2O) = 10^{-14}$ и $K_w(C_2H_5OH) = 10^{-20}$. В нейтральном водном и этанольном растворах одинаковой концентрации какой-либо сильной соли:
 - а) $pH(H_2O) > pH(C_2H_5OH)$;
 - б) $pH(H_2O) < pH(C_2H_5OH)$;
 - в) $pH(H_2O) = pH(C_2H_5OH)$;
10. Какое из следующих выражений не является уравнением Гиббса-Гельмгольца:
 - а) $\Delta H = \Delta G - T\Delta S$;
 - б) $\Delta H = -zFE + zFT \left(\frac{dE}{dT} \right)_p$;
 - в) оба.
11. Молярная электропроводность раствора электролита увеличивается с ростом температуры. Это обусловлено главным образом:
 - а) изменением механизма переноса ионов;
 - б) снижением кинематической вязкости;
 - в) изменением диэлектрической проницаемости.
12. Ток обмена электрохимической Ох,Red-реакции:
 - а) не зависит от активностей реагентов;
 - б) зависит от активности обоих реагентов;
 - в) зависит от активности лишь одного из реагентов.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

Направление подготовки / специальность 04.03.01 - 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 рН 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) $T=0 \text{ K}$ б) $T=298 \text{ K}$ 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 межйонных взаимодействий.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Контрольно-измерительный материал № 3

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

Преподаватель _____ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

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

Контрольно-измерительный материал № 4

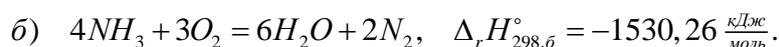
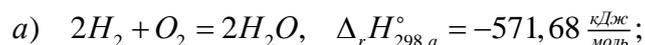
1. Константа гидролиза соли слабой кислоты и сильного основания описывается соотношением:
 - а) $K_{\Gamma} = K_w / K_{\text{дисс}}$;
 - б) $K_{\Gamma} = K_w \cdot K_{\text{дисс}}$;
 - в) $K_{\Gamma} = K_{\text{дисс}} / K_w$;
2. При помощи какого электрода нельзя потенциометрически определить концентрацию раствора HCl :
 - а) стеклянного;
 - б) хингидронного;
 - в) ртутносльфатного.
3. Стандартная плотность тока обмена \bar{I}_0 двух разных ионно-металлических электродов равна 10^{-3} A/cm^2 и 10^3 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 (-)Pt, Cu₍₁₁₁₎ | Cu⁺ | Cu₍₁₀₀₎, 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.

Преподаватель _____ к.х.н., доц. В.Ю. Кондрашин

19.3.4 Задания для контрольных работ

Контрольная работа № 1

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



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

Контрольная работа № 2

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

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

19.3.5 Темы курсовых работ

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

19.3.6 Темы рефератов

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

21. Теория мультиплетов Баландина.
22. Теория активных ансамблей Кобозева.

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

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

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

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

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и степень сформированности умений и навыков в области Физической химии.

При оценивании используются 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.