

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет



УТВЕРЖДАЮ

Директор строительного
технологического института

Власов В.В.

« 12 » 05 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Современная физическая химия»

Направление подготовки (специальность) 04.03.02 Химия, физика и механика
материалов

Профиль (Специализация) _____

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Нормативный срок обучения 4 года

Форма обучения очная

Автор программы: Давыдова Е.Г., к.х.н., доцент кафедры химии

Программа обсуждена на заседании кафедры химии

«13» апреля 2015 года. Протокол № 9

Зав. кафедрой Рудаков О.Б.

Воронеж 2015

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Физическая химия – наука, объясняющая строение и химические превращения веществ на основе законов физики. Физическая химия является научным фундаментом наук о материалах.

Цель дисциплины - формирование у студентов целостного представления о процессах и явлениях в живой и неживой природе, овладение основами физической химии для использования в профессиональной и познавательной деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачами дисциплины являются:

- изучение и объяснение закономерностей, определяющих направленность химических процессов, скорость их протекания, влияние на них среды, а также условия получения максимального выхода продукта и получения новых материалов с необходимыми свойствами;
- овладение теоретическими и экспериментальными физико-химическими методами (квантово-механическим, термодинамическим, статистическим, кинетическим, физико-химическим анализом) для решения практических задач профессиональной направленности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Современная физическая химия» относится к базовой части профессионального цикла учебного плана.

Требования к «входным» знаниям и умениям студента, необходимым для изучения дисциплины «Современная физическая химия»:

- владение базовыми знаниями в области физики, химии, математики, современных информационных технологий;
- умение использовать теоретические знания для решения экспериментально-практических задач.

Изучение дисциплины «Современная физическая химия» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: общая химия, неорганическая химия (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-2, ПК-3, ПК-8), общая физика (ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-8), математика (ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1), информатика (ОК-7, ОПК-4, ОПК-6, ОПК-8, ПК-4).

Дисциплина «Современная физическая химия» является предшествующей для следующих дисциплин:

- химия твердого тела,
- физико-химия дисперсных систем и наноматериалов,
- физика и химия поверхности,
- современные методы синтеза твердофазных материалов,
- основы химико-технологических процессов и производств,

- химия силикатных и тугоплавких материалов,
- химико-технологические процессы получения полимерных композиционных материалов,
- химико-технологические процессы получения обжиговых и тугоплавких материалов,
- химико-технологические процессы получения гидратационных и гидротермально-синтезных композитов,
- химико-технологические процессы получения полимеров.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Современная физическая химия» направлен на формирование следующих компетенций:

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность использовать современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание (ОПК-1);
- способность использовать практические навыки экспериментальной работы в областях неорганической, аналитической, органической и физической химии; химии и физики высокомолекулярных соединений; структурной химии и кристаллохимии; общей физики; физики конденсированного состояния и механики материалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук о материалах и в современной технологии материалов (ОПК-2);
- способность комплексного использования базовых методов анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающих при их получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов (ОПК-3);
- способность использовать современные достижения материаловедения и физическими принципами работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций (ОПК-6);
- готовность использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды (ПК-3);
- способность к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов (ПК-4).

В результате изучения дисциплины студент должен

Знать:

основные понятия и постулаты термодинамики, основные законы термодинамики, термодинамику индивидуального вещества, термодинамику

химической реакции, расчет фазовых и химических равновесий, модели растворов - идеальный и регулярный растворы, коллигативные свойства, двухкомпонентные системы с растворами, гомогенные химические реакции, идеальные ассоциированные растворы, функции и уравнения химической термодинамики, условия равновесия фаз, вывод правила фаз и вариантность системы, гетерогенные равновесия в одно-, двух и трехкомпонентных системах, принципы построения Т-х и Р-Т сечений фазовых диаграмм, конгруэнтные и инконгруэнтные равновесия, основные виды инконгруэнтных условно-нонвариантных равновесий, графическое описание фазовых равновесий, системы с неограниченной и ограниченной растворимостью компонентов друг в друге, проекция и политермические сечения, водно-солевые системы, способы их графического изображения, пути кристаллизации при изотермическом испарении, высаливание, взаимные системы, фазовые диаграммы обратимых и необратимых систем, фазовые диаграммы в процессах с участием твердофазных реагентов, экспериментальные методы термодинамики твердофазных реакций, принципы сравнительных методов расчета термодинамических величин, равновесных и термохимических методов, схемы термодинамических исследований применительно к твердофазным реакциям, современные методы отображения равновесий в конденсированных 3-х компонентных системах при переменном значении химпотенциала летучего компонента, равновесные границы существования фаз, расчет термодинамических функций твердофазных реакций образования фаз; химическую кинетику как основу для изучения механизмов химических реакций разных типов, молекулярно-кинетическую теорию газов и теорию столкновений в химической кинетике, максвелл-больцмановское распределение и перераспределение поступательной, колебательной и вращательной энергии, особенности реакций в конденсированной фазе, понятие энергии активации, стерического фактора, связь уравнения Аррениуса и правила Вант-Гоффа, скорость и константу скорости, иметь краткие сведения о возможностях их теоретического расчета, знать понятия молекулярности и порядка реакций, феноменологическое описание реакций разных порядков, прямую и обратную кинетическую задачи, экспериментальное определение порядка и константы скорости на основе измерения физических свойств системы, обратимые, последовательные и параллельные реакции, цепные реакции, связь механизма реакции с кинетическим уравнением; теории жидких, расплавленных и твердых электролитов, основы электрохимической термодинамики, строение двойного электрического слоя и адсорбционные явления на границе электрод / электролит, основы электрохимической кинетики, электролиз и электросинтез, основы электрометаллургии, гальванотехники и электрохимической обработки поверхностей, иметь четкое представление о химических источниках тока, электрохимическом преобразование солнечной энергии, электрохимии мембран, биоэлектрохимии, ионселективных электродах и биосенсорах, электрокатализе; основные понятия и современные направления физико-химии дисперсных систем, термодинамики поверхностных явлений, поверхностном натяжении жидкостей и

поверхностной энергии твердых тел, методы расчета и измерений, неравновесной термодинамики поверхностных явлений, основные законы капиллярных явлений, молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем, броуновское движение, диффузию, седиментацию, адсорбцию в дисперсных системах, поверхностно-активные вещества, иметь представления о самоорганизации в адсорбционных слоях, электрических свойствах дисперсных систем, коагуляции, электрофорезе, электроосмос, устойчивости дисперсных систем, теории Дерягина - Ландау - Фервея - Овербека, роли энтропийных факторов, структурообразовании в дисперсных системах, основных типах структур и их свойствах, реологических моделях, влиянии поверхностных эффектов на механические свойства, эффектах Иоффе и Ребиндера, основах физико-химической механики; классификацию методов получения и анализа кластерных систем, основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий.

Уметь:

использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности.

Владеть:

профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Современная физическая химия» составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа (всего)	90	90
В том числе:		
Курсовой проект	-	-
Контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость	час	180
	зач. ед.	5
		180
		5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1.	Химическая термодинамика	<p>Первое начало термодинамики. Функции состояния и функции процесса. Основные формулировки первого начала термодинамики. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в процессах.</p> <p>Термохимия. Термодинамическое обоснование закона Гесса. Способы вычисления тепловых эффектов. Зависимость теплового эффекта от температуры (уравнение Кирхгофа). Калориметрический метод измерения тепловых эффектов.</p> <p>Второе начало термодинамики. Энтропия. Аналитическое выражение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Применение энтропии как критерия равновесия и направления самопроизвольных процессов в изолированных системах. Изменение энтропии в различных процессах (нагревание, расширение, смешение, фазовые переходы). Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Характеристические функции. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.</p> <p>Третье начало термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Химический потенциал.</p> <p>Химическое равновесие в гомогенных системах. Термодинамическая константа равновесия. Изотерма химической реакции. Химическое равновесие в гетерогенных системах. Давление диссоциации.</p> <p>Термодинамика растворов. Общая характеристика растворов. Явление сольватации. Идеальные, предельно разбавленные, атермальные, регулярные растворы. Коллигативные свойства растворов. Закон Рауля. Бинарные жидкие системы с неограниченной взаимной растворимостью. Вычисление давления и состава пара над идеальными растворами. Законы Коновалова. Системы с ограниченной взаимной растворимостью.</p>
2.	Фазовые равновесия	<p>Основные понятия учения о фазовых равновесиях. Понятие "фаза", "компонент", "составные части", "степень свободы". Правило фаз Гиббса. Условия равновесия фаз. Физико-химический анализ. Диаграммы состояния гетерогенных систем. Принципы построения T-x и P-T сечений фазовых диаграмм. Принципы непрерывности и соответствия.</p> <p>Однокомпонентные многофазные системы. Термодинамика фазовых переходов. Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. Полиморфизм: энантропия и монотропия. Фазовые диаграммы воды, углерода, кремнезема.</p> <p>Двухкомпонентные системы. Термический анализ. Диаграммы плавкости. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с эвтектикой без химических соединений и твердых растворов. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии и полным отсутствием растворимости в твердом состоянии: эвтектические диаграммы. Диаграммы систем с образованием бинарных соединений, плавящихся конгруэнтно и инконгруэнтно.</p>

		<p>Диаграммы двухкомпонентных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии и образованием твердых растворов, изоморфизм. Диаграммы систем с непрерывным рядом твердых растворов, правила Гиббса-Розенбома. Диаграммы систем с ограниченным рядом твердых растворов. Диаграммы двухкомпонентных систем с ограниченной растворимостью в жидком состоянии.</p> <p>Трехкомпонентные системы. Методы изображения состава тройных систем и принципы построения фазовых диаграмм. Треугольники Гиббса и Розебума. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии и полным отсутствием растворимости в твердом состоянии: эвтектическая диаграмма, диаграммы с образованием двойного соединения, плавящегося конгруэнтно, инконгруэнтно, диаграммы с образованием тройного соединения, плавящегося конгруэнтно, инконгруэнтно.</p> <p>Диаграммы состояния тройных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии и образованием твердых растворов. Диаграммы состояния двух- и трехкомпонентных систем, имеющих практическое значение при производстве цементов, огнеупоров и керамики: системы $\text{Na}_2\text{O}-\text{SiO}_2$, $\text{CaO}-\text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$. $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{SiO}_2$, $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, $\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, $\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$. Диаграммы состояния водно-солевых систем. Способы их графического изображения, пути кристаллизации при изотермическом испарении, высаливание.</p>
3.	Термодинамика твердофазных реакций	<p>Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия. Энтальпийный и энтропийный вклады для реакций с участием твердых веществ (реакции с участием газа, перитектические реакции, твердофазные реакции образования и обмена). Расчет термодинамических функций твердофазных реакций образования фаз на примере оксидно-силикатной системы. Фазовые диаграммы в процессах с участием твердофазных реагентов. Современные методы отображения равновесий в конденсированных 3-х компонентных системах при переменном значении химического потенциала летучего компонента (диаграммы химпотенциалов, диаграммы Пелтона-Шмальцрида). Равновесные границы существования фаз. Экспериментальные методы исследования термодинамики твердофазных реакций. Методы, позволяющие определить химический потенциал компонента (метод ЭДС, метод гетерогенных равновесий, его разновидности: статистический, динамический, циркуляционный, эффузионный), методы, основанные на измерении тепловых эффектов (термохимические методы, методы измерения теплоемкости системы). Методы расчета термодинамических функций твердофазных реакций образования фаз. Равновесные и термохимические методы. Закономерности изменения и приближенные методы расчета энтальпии, энтропии и энергии Гиббса. Методы расчета изменения энтропии твердофазных реакций. Приближенные методы расчета изменения энтальпии твердофазных реакций. Схемы термодинамических исследований применительно к твердофазным реакциям.</p>
4.	Химическая кинетика	<p>Общие понятия химической кинетики. Скорость реакции. Закон действующих масс и кинетическое уравнение реакции,</p>

		<p>константа скорости реакции. Теория столкновений в химической кинетике. Молекулярно-кинетическая теория газов. Закон Больцмана, максвелл-больцмановское распределение поступательной, вращательной и колебательной энергии. Применение закона Максвелла-Больцмана к идеальным газам. Прямая и обратная кинетические задачи. Молекулярность и порядок реакции. Феноменологическое описание реакций различных порядков. Методы определения порядка реакции. Сложные реакции: последовательные, параллельные, обратимые. Цепные реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Определение энергии активации. Стерический фактор. Кинетика гетерогенных реакций. Топохимические реакции. Катализ. Гомогенный и гетерогенный катализ</p>
5.	Электрохимия	<p>Растворы электролитов. Сильные и слабые электролиты. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Степень и константа диссоциации. Средние и ионные коэффициенты активности. Теория сильных электролитов Дебая и Хюккеля. Ионные равновесия в растворах электролитов. Реакции образования ионов в растворе. Константа равновесия этих реакций, их зависимость от ионной силы раствора. Электрическая проводимость растворов электролитов. Законы Фарадея. Числа переноса. Электропроводность растворов. Основные положения теории электропроводности сильных электролитов Дебая-Хюккеля-Онзагера. Электролитическая проводимость неводных растворов, твердых и расплавленных электролитов. Равновесные электродные процессы. Возникновение скачка потенциала на границе металл - раствор. Строение двойного электрического слоя. на границе металл-раствор. Стандартные потенциалы. Зависимость электродного потенциала от концентрации раствора (уравнение Нернста). Термодинамика обратимых электрохимических систем. Классификация обратимых электродов (первого, второго рода, окислительно-восстановительные). Кинетика электродных процессов. Скорость электрохимической реакции. Ток обмена. Поляризация. Перенапряжение. Электролиз. Катодные и анодные процессы. Зависимость скорости электродных процессов от потенциала. Законы электролиза. Основы электрометаллургии, гальванотехники, электрохимической обработки поверхностей. Химические источники электрического тока: аккумуляторы, топливные элементы. Электрохимическое преобразование солнечной энергии. Электрохимия мембран. Биоэлектрохимия. Ионселективные электроды и биосенсоры. Электрокатализ.</p>
6.	Физикохимия дисперсных систем и наноматериалов	<p>Основные понятия и современные направления физико-химии дисперсных систем Классификация дисперсных систем. Поверхность раздела фаз и капиллярные явления. Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностное натяжение жидкостей и поверхностная энергия твердых тел. Смачивание, растекание. Методы определения поверхностного натяжения жидкостей и удельной свободной поверхностной энергии твердых тел. Капиллярные явления. Влияние кривизны поверхности на равновесие фаз. Закон Лапласа, уравнение Томсона. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Седиментация и диффузия в дисперсных системах.</p>

		<p>Броуновское движение. Методы дисперсионного анализа. Адсорбция в дисперсных системах. Основы термодинамики адсорбции. Уравнение Гиббса. Причины и механизм адсорбции. Самоорганизация в адсорбционных слоях. Поверхностно-активные вещества. Адсорбция на границе жидкость-газ. Адсорбция на твердых поверхностях. Электрические свойства дисперсных систем. Электрокинетические явления: электрофорез, электроосмос. Строение двойного электрического слоя, коагуляция. Строение мицелл гидрофобных зольей. Устойчивость дисперсных систем. Седиментационная, агрегативная устойчивость. Факторы стабилизации дисперсных систем. Теория устойчивости ионностабилизированных коллоидных систем – теория ДЛФО. Стабилизирующее действие структурно-механического барьера и двойных диффузионных слоев ионов. Коагуляция. Физико-химическая механика. Способы описания механических свойств. Основы реологии. Структурообразование в дисперсных системах. Коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Кристаллизация, синерезис. Диффузия в гелях. Реологические свойства дисперсных систем. Прочность твердых тел. Адсорбционное понижение прочности твердых тел. Эффект Ребиндера. Структурно-механические свойства сыпучих материалов.</p>
--	--	--

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин				
		1	2	3	4	5
1.	Химия твердого тела	+	+	+	+	+
2.	Дисциплины профильной направленности	+	+	+	+	+

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1.	Химическая термодинамика	8	4	12	6	30
2.	Фазовые равновесия	6	2	4	18	30
3.	Термодинамика твердофазных реакций	6	2	-	22	30
4.	Химическая кинетика	6	2	8	14	30
5.	Электрохимия	6	4	8	12	30
6.	Физикохимия дисперсных систем и наноматериалов	4	4	4	18	30

5.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час)
1.	1	Калориметрическое определение кристаллизационной воды в кристаллогидрате	4
2.	1	Измерение температурного коэффициента Э.Д.С. гальванической цепи и расчет термодинамических функций электрохимической реакции	4
3.	1	Определение молекулярной массы растворенного вещества криоскопическим методом	4
4.	2	Построение диаграммы плавкости двухкомпонентной системы	4
5.	4	Изучение кинетики гидролиза уксусно-этилового эфира	4
6.	4	Изучение скорости гидролиза сахарозы	4
7.	5	Определение удельной и эквивалентной электропроводности электролитов. Расчет степени и константы диссоциации слабых электролитов	4
8.	5	Электролитическое осаждение металлов	4
9.	6	Измерение поверхностного натяжения растворов ПАВ сталагмометрическим методом	4

5.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час)
1.	1	Расчет направленности процессов, протекающих в различных условиях. Расчет изменения энтропии.	2
2.	1	Химическое равновесие. Расчет константы равновесия.	2
3.	2	Диаграммы состояния оксидно-силикатных систем	2
4.	3	Расчет термодинамических величин твердофазных реакций	2
5.	3	Метод ЭДС для исследования твердофазных реакций	2
6.	4	Химическая кинетика. Теории химической кинетики. Расчет константы скорости реакции. Определение порядка реакции	2
7.	5	Электродные потенциалы. Напряжение гальванической цепи	2
8.	6	Поверхностная энергия. Адсорбционные явления на поверхности раздела конденсированных фаз	2
9.	6	Структурообразование в дисперсных системах	2

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ Не планируется.

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; общепрофессиональная - ОПК; профессиональная - ПК)	Форма контроля	семестр
1	способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)	Экзамен	5
2	способность использовать современные методы химии, физики, математики, механики, биологии на уровне, необходимом для приобретения новых знаний с их использованием и решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций и имеющих естественнонаучное содержание (ОПК-1)	Тестирование (Т) Экзамен	5
3	способность использовать практические навыки экспериментальной работы в областях неорганической, аналитической, органической и физической химии; химии и физики высокомолекулярных соединений; структурной химии и кристаллохимии; общей физики; физики конденсированного состояния и механики материалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук о материалах и в современной технологии материалов (ОПК-2)	Тестирование (Т) Экзамен	5
4	способность комплексного использования базовых методов анализа веществ и материалов (включая наноматериалы) и протекающих при их получении и эксплуатации процессов с корректной интерпретацией полученных результатов (ОПК-3)	Тестирование (Т) Экзамен	5
5	способность использовать современные достижения материаловедения и физическими принципами работы современных технических устройств, используемых при выполнении профессиональных функций (ОПК-6)	Тестирование (Т) Экзамен	5

6	готовность использовать общие представления о структуре химико-технологических систем и типовых химико-технологических процессов и производств для анализа взаимодействия технологий и окружающей среды (ПК-3)	Тестирование (Т) Экзамен	5
7	способность к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов (ПК-4)	Экзамен	5

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля					
		РГР	КЛ	КР	Т	Зачет	Экзамен
Знает	Фундаментальные основы химической термодинамики, термодинамики твердофазных реакций, фазовые равновесия, химическую кинетику, электрохимию, физико-химию дисперсных систем, основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий.(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)				+		+
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности.(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)				+		+
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии.(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)				+		+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Фундаментальные основы химической термодинамики, термодинамики твердофазных реакций, фазовые равновесия, химическую кинетику, электрохимию, физико-химию дисперсных систем, основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторные работы и тестирование на оценки «отлично».
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	Фундаментальные основы химической термодинамики, термодинамики твердофазных реакций, фазовые равновесия, химическую кинетику, электрохимию, физико-химию дисперсных систем, основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные лабораторные работы и тестирование на оценки «хорошо».
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	Фундаментальные основы химической термодинамики, термодинамики твердофазных реакций, фазовые равновесия, химическую кинетику, электрохимию, физико-химию дисперсных систем, основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительно выполненные лабораторные работы и тестирование на оценки.
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	Фундаментальные основы химической термодинамики, термодинамики твердофазных реакций, фазовые равновесия, химическую кинетику, электрохимию, физико-химию дисперсных систем, основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. (ОК-7,	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные лабораторные работы и тестирование.

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	Фундаментальные основы химической термодинамики, термодинамики твердофазных реакций, фазовые равновесия, химическую кинетику, электрохимию, физико-химию дисперсных систем, основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные лабораторные работы и тестирование.
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		

7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

В 5 семестре результаты промежуточного контроля знаний (экзамен) оцениваются по четырехбалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «не удовлетворительно».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	Фундаментальные основы химической термодинамики, термодинамики твердофазных реакций, фазовые равновесия, химическую кинетику, электрохимию, физико-химию дисперсных систем,	отлично	Студент демонстрирует полное понимание

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии.(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	Фундаментальные основы химической термодинамики, термодинамики твердофазных реакций, фазовые равновесия, химическую кинетику, электрохимию, физико-химию дисперсных систем, основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	хорошо	
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	Фундаментальные основы химической термодинамики, термодинамики твердофазных реакций, фазовые равновесия, химическую кинетику, электрохимию, физико-химию дисперсных систем, основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	удовлетворительно	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		заданию выполнены.
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Знает	Фундаментальные основы химической термодинамики, термодинамики твердофазных реакций, фазовые равновесия, химическую кинетику, электрохимию, физико-химию дисперсных систем, основные подходы, достижения и тенденции развития в области наноматериалов и нанотехнологий. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	неудовлетворительно	<p>1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.</p> <p>2. Студент демонстрирует непонимание заданий.</p> <p>3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.</p>
Умеет	использовать знания, умения и навыки в области физической химии для интерпретации, моделирования и прогноза физико-химических свойств широкого круга материалов, а так же процессов их получения, включая объекты, полученные самостоятельно в рамках научно-исследовательской деятельности. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		
Владеет	профессионально профилированными знаниями и практическими навыками в области физической химии. (ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)		

7.3. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

Текущий контроль успеваемости осуществляется на практических и лабораторных занятиях: в виде опроса теоретического материала, защиты лабораторных работ и умения применять знания к решению задач у доски, в виде проверки домашних заданий, в виде тестирования по отдельным темам. Промежуточный контроль осуществляется проведением тестирования по разделам дисциплины, изученным студентом в период между аттестациями.

7.3.1. Примерная тематика РГР

Не предусмотрено

7.3.2. Примерная тематика и содержание КР

Не предусмотрено

7.3.3. Вопросы для коллоквиумов

Не предусмотрено

7.3.4. Задания для тестирования

МАТЕРИАЛЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

Тема «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА»

- 1) Параметром состояния не является
 - a. температура
 - b. энтальпия
 - c. давление
 - d. концентрация

- 2) К интенсивным свойствам не относится
 - a. температура
 - b. давление
 - c. концентрация
 - d. внутренняя энергия

- 3) Равновесным называется процесс, который
 - a. протекает как в прямом, так и в обратном направлении
 - b. не требует для осуществления затрат энергии извне
 - c. протекает бесконечно медленно через ряд состояний, бесконечно близких к равновесным
 - d. любой термодинамический процесс, достигший состояния равновесия

- 4) Функцией состояния является
 - a. энтропия
 - b. теплота
 - c. работа
 - d. плотность

- 5) Выражение первого начала термодинамики для изобарных процессов
 - a. $\delta Q = dU + \delta A$
 - b. $Q = RT \ln p_2/p_1$
 - c. $\delta Q = dU$
 - d. $Q = \Delta H$

- 6) Выражение первого начала термодинамики для изохорных процессов
 - a. $\delta Q = dU + \delta A$
 - b. $Q = RT \ln V_2/V_1$

- c. $\delta Q = dU$
- d. $\delta A = -dU$

7) Стандартной теплотой образования вещества называется

- a. количество теплоты, которое выделяется или поглощается при образовании 1 моль сложного вещества из простых веществ при 273К и 1 атм
- b. количество теплоты, которое выделяется при образовании 1 моль из простых веществ при 298К и 1 атм
- c. количество теплоты, которое поглощается при образовании 1 моль из простых веществ при 273К и 1 атм
- d. количество теплоты, которое выделяется или поглощается при образовании 1 моль сложного вещества из простых веществ при 298К и 1 атм

8) Критерием самопроизвольного протекания необратимых процессов в изолированных системах является

- a. $\Delta S < 0$
- b. $\Delta S > 0$
- c. $\Delta S = 0$

9) Критерием самопроизвольного протекания термодинамических процессов в закрытых системах (при $P = \text{const}$, $T = \text{const}$) является изменение

- a. энтальпии
- b. энтропии
- c. энергии Гиббса

10) Критерием самопроизвольного протекания термодинамических процессов в закрытых системах (при $T = \text{const}$, $V = \text{const}$) является изменение

- a. энтальпии
- b. энтропии
- c. энергии Гельмгольца

Тема «ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ»

1. Для обратимой реакции $aA_{(ж)} + bB_{(г)} \leftrightarrow cC_{(ж)} + dD_{(г)}$ константа химического равновесия по закону действующих масс определяется выражением

- a. $K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$
- b. $K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[B]^b}$
- c. $K_c = \frac{[A]^a [B]^b}{[C]^c [D]^d}$
- d. $K_c = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a}$

2. Для обратимой реакции $aA_{(г)} + bB_{(г)} \leftrightarrow cC_{(ж)} + dD_{(г)}$ константа химического равновесия по закону действующих масс определяется выражением

a. $K_p = \frac{P_c^c P_D^d}{P_A^a}$

b. $K_p = \frac{P_D^d}{P_A^a}$

c. $K_p = \frac{P_c^c P_D^d}{P_B^b P_A^a}$

d. $K_p = \frac{P_c^c}{P_B^b}$

3. Константа равновесия K_p обратимой химической реакции зависит от

- a. природы реагентов
- b. исходной концентрации реагентов
- c. давления

4. Для химической реакции $aA_{(г)} + bB_{(г)} \leftrightarrow cC_{(г)} + dD_{(г)}$ уравнение вида $\Delta G_T = \Delta G^0 + RT \ln K$ при $T = \text{const}$ и $P = \text{const}$ называется

- a. изотермой химической реакции
- b. изохорой химической реакции
- c. изобарой химической реакцией
- d. адиабатой химической реакции

5. Уравнение, характеризующее зависимость константы равновесия от температуры при $T = \text{const}$ и $P = \text{const}$ называется уравнением

- a. изотермы химической реакции
- b. изобары химической реакции
- c. изопикны химической реакцией
- d. адиабаты химической реакции

6. Среди приведенных уравнений выберите уравнение изотермы

a. $\Delta G_T = \Delta G^0 + RT \ln K$

b. $\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$

c. $\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U}{RT^2}$

7. Среди приведенных уравнений выберите уравнение изохоры

- a. $\Delta G_T = \Delta G^0 + RT \ln K$
- b. $\frac{d \ln K_P}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$
- c. $\Delta F_T = RT \left(\ln \frac{C_C^c C_D^d}{C_A^a C_B^b} - \ln K_C \right)$
- d. $\frac{d \ln K_C}{dT} = \frac{\Delta U}{RT^2}$

8. Среди приведенных уравнений выберите уравнение изобары

- a. $\Delta G_T = \Delta G^0 + RT \ln K$
- b. $\frac{d \ln K_P}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$
- c. $\frac{d \ln K_C}{dT} = \frac{\Delta U}{RT^2}$

9. Константа равновесия K_p для химической реакции в газовой фазе:

- a. с температурой растет
- b. с температурой уменьшается
- c. является константой только для идеальных газов, а для реальных газов должна быть заменена константой K_f , выраженной через фугитивности

Тема «ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРОВ»

1. Раствор рассматривался как механическая смесь компонентов (физическая теория растворов) в работах

- a. Менделеева
- b. Каблукова
- c. Аррениуса

2. Основная роль отводится химическому взаимодействию между компонентами раствора в работах

- a. Оствальда
- b. Менделеева
- c. Вант-Гоффа

3. При осмосе через мембрану

- a. растворитель переходит из более концентрированного раствора в более разбавленный
- b. растворитель переходит из более разбавленного раствора в более концентрированный раствор
- c. растворенное вещество переходит из более разбавленного раствора в более концентрированный раствор

4. Величина осмотического давления определяется

- a. природой растворенного вещества
 - b. природой материала мембраны
 - c. концентраций растворенного вещества в растворе
5. Для растворов электролитов изотонический коэффициент
- a. это число ионов, образующихся при диссоциации электролита
 - b. является мерой отклонения свойств данного реального раствора от идеального
 - c. определяет величину степени диссоциации электролита
6. Для растворов неэлектролитов математическое выражение закона Рауля
- a. $\pi = iCRT$
 - b. $\pi = CRT$
 - c. $p_i = p_i^0 X_i$
 - d. $p = p_A + p_B$
7. При растворении в чистом растворителе нелетучего вещества давление насыщенного пара растворителя над раствором
- a. возрастает
 - b. снижается
 - c. не изменяется
8. Температура кипения это температура, при которой давление насыщенного пара над раствором нелетучего вещества
- a. в i раза ниже атмосферное давление
 - b. становится равным внутреннему давлению жидкости
 - c. равно атмосферному давлению
9. Эбуллиоскопическая константа растворителя определяется
- a. $K_{\text{эб}} = \frac{RT_{\text{ки}}^2}{I_{\text{ки}} 1000}$
 - b. $K_{\text{эб}} = \frac{RT_{\text{ки}}^2}{I_{\text{ки}} 1000}$
 - c. $K_{\text{эб}} = \Delta T_{\text{ки}}$ при $b=1$

Тема «ФАЗОВОЕ РАВНОВЕСИЕ»

1. Вариантность системы это
- a. Число фаз в системе
 - b. Число компонентов в системе
 - c. Число степеней свободы
2. Если на систему, находящуюся в состоянии термодинамического равновесия из внешних факторов воздействуют только давление или температура, то правило фаз Гиббса должно быть записано

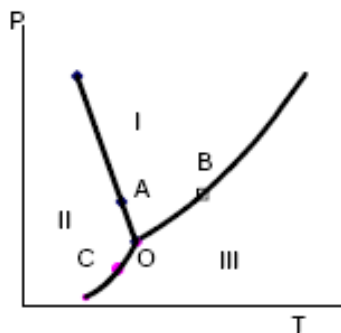
- a. $f=K-\Phi+2$
- b. $\Phi=K-f-2$
- c. $f=K-\Phi+1$

3. Уравнение Клайперона-Клаузиуса характеризует

- a. зависимость объема фазы от температуры фазового перехода
- b. зависимость теплоты фазового перехода от числа компонентов системы
- c. температуры фазового перехода от давления

4. Плавление это процесс

- a. эндотермический
- b. экзотермический
- c. изохорный



Фазовая диаграмма воды

5. На фазовой диаграмме воды в точке O система

- a. двухфазна, моновариантна (жидкая-лед)
- b. двухфазна, моновариантна (газ-лед)
- c. трехфазна, нонвариантна

6. На фазовой диаграмме воды в точке A система

- a. двухфазна, моновариантна (жидкая-лед)
- b. однофазна (жидкая), бивариантна
- c. трехфазна, нонвариантна

7. На фазовой диаграмме воды в точке C система

- a. двухфазна, моновариантна (газ-лед)
- b. двухфазна, моновариантна (жидкая-газ)
- c. трехфазна, нонвариантна

8. На фазовой диаграмме воды в точке B система

- a. двухфазна, моновариантна (жидкая-газ)
- b. однофазна (лед), бивариантна
- c. трехфазна, нонвариантна

9. На фазовой диаграмме воды в поле I система

- a. однофазна (лед), бивариантна
- b. однофазна (жидкая), бивариантна
- c. трехфазна, нонвариантна

10. На фазовой диаграмме воды в поле II система

- a. однофазна (лед), бивариантна
- b. трехфазна, нонвариантна
- c. однофазна (жидкая), бивариантна

11. На фазовой диаграмме воды в поле III система

- a. однофазна (лед), бивариантна
- b. однофазна (газ), бивариантна
- c. трехфазна, нонвариантна

Тема «ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА»

1. Число молекул, вступающих в элементарный акт химического взаимодействия, называется

- a. молекулярностью
- b. порядком
- c. степенью
- d. общим порядком

2. Молекулярность и порядок реакции совпадают для реакций

- a. сложных
- b. простых
- c. фотохимических
- d. цепных

3. Для этих реакций кинетическая кривая спрямляется в координатах $\ln C = f(\tau)$. Порядок реакции

- a. первый
- b. второй
- c. третий
- d. нулевой

4. Для этих реакций кинетическая кривая спрямляется в координатах $1/C = f(\tau)$. Порядок реакции

- a. первый
- b. второй
- c. третий
- d. нулевой

5. Выбрать уравнение Аррениуса для константы скорости химической реакции

a. $k = A_0 e^{\frac{E_A}{RT}}$

b. $k = eA_0 \frac{-E_A}{RT}$

c. $k = A_0 e^{\frac{-E_A}{RT}}$

d. $k = A_0 e^{\frac{RT}{E_A}}$

6. Механизм каталитического действия катализатора объясняется

- a. снижением энергии активации в данном механизме
- b. смещением равновесия реакции в сторону образования продуктов реакции
- c. реализацией нового механизма реакции с меньшей энергией активации

7. Выбрать уравнение, отражающее правило Вант-Гоффа

a. $k_{T_2} = k_{T_1} \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$

b. $k_{T_1} = k_{T_2} \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$

c. $k_{T_2} = k_{T_1} \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$

8. Порядок реакции равен

- a. сумме показателей степени при концентрациях реагентов, входящих в кинетическое уравнение скорости
- b. частному от деления показателей степени при концентрациях реагентов, входящих в кинетическое уравнение скорости
- c. произведению показателей степени при концентрациях реагентов, входящих в кинетическое уравнение скорости

9. Размерность моль/л·с имеет константа скорости реакции

- a. нулевого порядка
- b. первого порядка
- c. второго порядка
- d. третьего порядка

10. Размерность с⁻¹ имеет константа скорости реакции

- a. нулевого порядка
- b. первого порядка
- c. второго порядка
- d. третьего порядка

Тема «РАСТВОРЫ ЭЛЕКТРОЛИТОВ»

1. Закон разведения Оствальда

a. $K = \frac{c\alpha^2}{1-\alpha}$

b. $K = \frac{c\alpha}{\alpha-1}$

c. $K = c\alpha^2(1-\alpha)$

2. Соотношение между степенью диссоциации электролита и изотоническим коэффициентом определяется соотношением

a. $i = \alpha + 1$

b. $i = 1 + \alpha(n-1)$

c. $i = \frac{\alpha-1}{n-1}$

3. В концентрированном растворе сильного электролита активная концентрация вещества

- a. больше аналитической концентрации
- b. меньше аналитической концентрации
- c. равна аналитической

4. Коэффициент активности любого иона в разбавленных растворах электролитов определяется в рамках теории

- a. Бренстеда-Лоури
- b. Аррениуса
- c. Дебая-Хюккеля

5. Ионная сила раствора характеризует

- a. расстояние между ионами в растворе
- b. степень диссоциации сильного электролита
- c. силу электростатического взаимодействия ионов в растворе

6. Ионная сила раствора I определяется уравнением

a. $I = \frac{1}{2}(c_1z_1 + c_2z_2 + c_3z_3 + \dots + c_iz_i)$

b. $I = 2(c_1z_1^2 + c_2z_2^2 + c_3z_3^2 + \dots + c_iz_i^2)$

c. $I = \frac{1}{2}(c_1z_1^2 + c_2z_2^2 + c_3z_3^2 + \dots + c_iz_i^2)$

7. С увеличением ионной силы коэффициент активности

- a. уменьшается
- b. увеличивается
- c. остается неизменным

8. При увеличении концентрации раствора сильного электролита в растворе его удельная электропроводность

- a. Монотонно возрастает

- b. Монотонно убывает
- c. При изменении проходит через точку минимума
- d. При изменении проходит через точку максимума

9. При увеличении концентрации слабого электролита удельная электропроводность

- a. Монотонно возрастает
- b. Монотонно убывает
- c. При изменении проходит через точку минимума
- d. При изменении проходит через точку максимума

10. Выбрать формулу закона Кольрауша

- a. $\lambda^\infty = \lambda_k^\infty + \lambda_a^\infty$
- b. $\lambda^\infty = u_c^\infty (F_k + F_a)$
- c. $\lambda^\infty = u_c (F_k^\infty + F_a^\infty)$

Тема «ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ЦЕПИ»

1. Выбрать электрод первого рода

- a. цинковый
- b. хлорсеребряный
- c. стеклянный
- d. хингидронный

2. Выбрать электрод второго рода

- a. цинковый
- b. хлоридсеребряный
- c. стеклянный

3. Выбрать мембранный электрод

- a. цинковый
- b. водородный
- c. стеклянный
- d. хингидронный

4. Выбрать уравнение Нернста для хлорсеребряного электрода ($\text{AgCl} + e^- \leftrightarrow \text{Ag} + \text{Cl}^-$)

- a. $\varphi_{\text{AgCl}} = \varphi^0_{\text{AgCl}} + \frac{RT}{F} \ln a_{\text{Cl}^-}$
- b. $\varphi_{\text{AgCl}} = \varphi^0_{\text{AgCl}} - \frac{RT}{F} \ln a_{\text{Cl}^-}$
- c. $\varphi_{\text{AgCl}} = \varphi^0_{\text{AgCl}} - \frac{RT}{F} \ln a_{\text{Ag}^+}$

5. Выбрать уравнение Нернста для водородного электрода ($\text{H}_2 \leftrightarrow 2 \text{H}^+ + 2\text{e}^-$)

a.
$$\varphi_{\text{H}_2} = \varphi^0_{\text{H}_2} + \frac{2RT}{F} \ln \frac{a_{\text{H}^+}^2}{p_{\text{H}_2}}$$

b.
$$\varphi_{\text{H}_2} = \varphi^0_{\text{H}_2} + \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{\text{H}^+}^2}{p_{\text{H}_2}}$$

c.
$$\varphi_{\text{H}_2} = \varphi^0_{\text{H}_2} + \frac{RT}{F} \ln \frac{a_{\text{H}^+}}{p_{\text{H}_2}}$$

6. Выбрать параметры стандартного водородного электрода

a. $T=15^\circ\text{C}$, $p_{\text{H}_2}=1$ атм, $C_{\text{H}^+}=2$ моль/л

b. $T=20^\circ\text{C}$, $p_{\text{H}_2}=760$ мм рт ст, $C_{\text{H}^+}=1,5$ моль/л

c. $T=25^\circ\text{C}$, $p_{\text{H}_2}=101,325$ кПа, $C_{\text{H}^+}=1$ моль/л

7. Электродный потенциал возникает на границе раздела фаз

a. металл-раствор

b. раствор-раствор

c. металл-металл

Тема «ФИЗИКО-ХИМИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ»

1. Дисперсность является мерой раздробленности вещества в дисперсной системе и определяется как

a. $D = 1/\alpha$

b. $D = S/K$

c. $D = S/\rho$

2. При раздроблении частиц дисперсной фазы поверхностная энергия Гиббса на межфазовой границе

a. увеличивается

b. уменьшается

c. не изменяется

3. Конус Тиндаля наблюдается в

a. коллоидных растворах

b. суспензиях

c. истинных растворах

4. Если образование йодида серебра происходит в результате взаимодействия избытка йодида калия с нитратом серебра, то поверхность агрегата

a. заряжается положительно

b. заряжается отрицательно

c. не несет поверхностного заряда

5. Частица строения $\{m[AgI]nJ^{-(n-x)}K^+\}^{x-}$ называется
- агрегатом
 - гранулой
 - мицеллой
6. Под опалесценцией понимают явление
- поглощение наиболее длинноволновой части спектра при прохождении света через дисперсную систему
 - рассеяние наиболее коротковолновой части спектра при прохождении света через дисперсную систему
 - появление различной окраски золь в проходящем и рассеянном свете
7. Эффектом Ребиндера называют явление, которое наблюдают в методе связанное с диспергацией и заключающееся в
- резком повышении расхода энергии для получения высоко раздробленных дисперсий
 - резком повышении расхода энергии на раздробление материала за счет добавок посторонних веществ при измельчении
 - возникновение дополнительного расклинивающего давления между слоями истираемого материала в результате адсорбции специально добавляемых веществ в местах дефектов кристаллической решетки
8. В основе метода диспергирования лежит
- раздробление частиц дисперсной фазы в присутствии ПАВ
 - укрупнение частиц при замене растворителя
 - выделение частиц из пересыщенного раствора
9. Накопление молекул ПАВ в поверхностном слое воды сопровождается
- снижением поверхностной энергии
 - повышением поверхностной энергии
 - не вызывает изменения поверхностной энергии
10. Выбрать правильное выражение для уравнения Гиббса
- $\Gamma = -\frac{C}{RT} \frac{dc}{d\sigma}$
 - $\Gamma = -\frac{C}{RT} \frac{d\sigma}{dc}$
 - $\Gamma = \frac{C}{RT} \frac{d\sigma}{dc}$

7.3.5. Вопросы для зачетов

Не предусмотрено

7.3.6. Вопросы для экзамена

1. Термодинамические параметры состояния. Функции состояния и функции процесса. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия.
2. Термодинамические процессы. Теплота и работа. Энтальпия.
3. Термохимия. Закон Гесса. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа.
4. Второе начало термодинамики. Энтропия. Принцип возрастания энтропии. Формула Больцмана.
5. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Химическое сродство.
6. Химическое равновесие. Принцип Ле Шателье-Брауна. Константа равновесия химической реакции. Уравнение изотермы химического процесса.
7. Равновесие в гетерогенных системах. Константа равновесия. Давление диссоциации.
8. Общая характеристика и термодинамика растворов. Давление пара над раствором. Закон Рауля. Понижение температуры замерзания и повышение температуры кипения растворов.
9. Бинарные жидкие системы с неограниченной и ограниченной взаимной растворимостью. Законы Коновалова.
10. Фазовые равновесия. Основные понятия. Правило фаз Гиббса. Термодинамика фазовых переходов. Классификация систем в соответствии с правилом фаз. Диаграммы состояния.
11. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. Полиморфизм.
12. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем: с простой эвтектикой, с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися соединениями.
13. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем. Треугольники Гиббса и Розебума.
14. Диаграммы состояния водно-солевых систем. Пути кристаллизации.
15. Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия.
16. Экспериментальные методы исследования термодинамики твердофазных процессов.
17. Методы расчета термодинамических функций реакций образования фаз.
18. Кинетика гомогенных реакций. Теория столкновений.
19. Молекулярность, порядок реакций. Влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации. Уравнение Аррениуса.
20. Сложные реакции. Цепные реакции.
21. Кинетика гетерогенных процессов. Топохимические реакции.
22. Гомогенный и гетерогенный катализ.
23. Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Ионные равновесия в растворах электролитов.
24. Электрическая проводимость растворов электролитов. Законы Фарадея.
25. Возникновение электродного потенциала на границе металл-раствор. Строение двойного электрического слоя. Классификация обратимых электродов.
26. Кинетика электродных процессов. Ток обмена.
27. Электролиз. Законы электролиза. Основы электрометаллургии, гальванотехники, электрохимической обработки поверхности.

28. Химические источники тока.
29. Мембраны, ионоселективные электроды, биосенсоры. Электродкатализ.
30. Поверхностные явления. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные вещества.
31. Дисперсные системы. Свойства дисперсных систем. Устойчивость дисперсных систем.
32. Адсорбция в дисперсных системах. Уравнения адсорбции Гиббса и Ленгмюра. Предельная адсорбция.
33. Структурообразование в дисперсных системах. Основные типы структур.
34. Реологические свойства дисперсных систем. Прочность твердых тел. Структурно-механические свойства сыпучих материалов.
35. Нанокластеры и нанокластерные системы.

7.3.7. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Химическая термодинамика	(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	Тестирование (Т) Экзамен
2	Фазовые равновесия	(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	Тестирование (Т) Экзамен
3	Термодинамика твердофазных реакций	(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	Тестирование (Т) Экзамен
4	Химическая кинетика	(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	Тестирование (Т) Экзамен
5	Электрохимия	(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	Тестирование (Т) Экзамен
6	Физикохимия дисперсных систем и наноматериалов	(ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-6, ПК-3, ПК-4)	Тестирование (Т) Экзамен

7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 45 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

**8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ(МОДУЛЮ)**

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Физическая химия: лабораторный практикум	Учебное пособие	О.В. Слепцова Г.Г. Кривнева	2012	Библиотека – 60 экз., электронная копия на сайте ВГАСУ
2	Руководство к выполнению лабораторных работ по физической химии на УЛК «Химия»	Методические указания	О.В. Слепцова Г.Г. Кривнева	2010	Библиотека – 100 экз., электронная копия на сайте ВГАСУ

**9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение задач по алгоритму.
Лабораторные занятия	При оформлении работы знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Основная литература:

- 1 Практикум по физической химии. Термодинамика [Текст] : учеб. Пособие : допущено УМО / под ред. Е. П. Агеева, В. В. Лунина. – М. : Академия, 2010
- 2 Рабухин, А.И. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных соединений: учебник / А.И. Рабухин, В.Г.Савельев. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 304 с
- 3 Слепцова, Ольга Валентиновна. Физическая химия [Текст] : лаборатор. Практикум : учеб. Пособие : рек. ВГАСУ / Слепцова, Ольга Валентиновна, Кривнева, Галина Георгиевна ; Воронеж. Гос. Архит.-строит. Ун-т. – Воронеж : [б. и.], 2012 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2012). – 95 с.
- 4 Руководство к выполнению лабораторных работ по физической химии на УЛК «Химия / сост.: О.В. Слепцова, Г.Г. Кривнева; Воронеж. Гос. Арх.-строит. Ун-т; – Воронеж, 2010. – 37 с.
- 5 Щукин Е.Д. Коллоидная химия: учеб. Для университетов и химико-технолог. Вузов/Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – М.: Высш.шк., 2007. – 444 с.
- 6 Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных соединений [Текст] : учебник : допущено Гос. Ком. РФ по стр-ву и жил.-комму. Комплексу / Рабухин, Александр Иосифович, Савельев, Владимир Григорьевич. – М. : Инфра-М, 2009 (Ярославль : ОАО «Ярославский полиграфкомбинат», 2004). – 302 с. : ил. – Библиогр.: с. 295

10.2. Дополнительная литература:

1. Физическая химия. Учебное пособие (2012, Березовчук А.В., Научная книга) .- ЭБС IPRbooks
2. Расчет термодинамических функций и равновесного состава системы. Методические указания к заданию по дисциплине «Физическая химия» (2012, сост. Дудкин А.В., Соболева И.Г., Ермолаева Т.Н., Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ) .- ЭБС IPRbooks

10.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Чтение лекций осуществляется с использованием презентаций в программе «Microsoft PowerPoint».

Для выполнения лабораторных работ используется учебный лабораторный комплекс «Химия», совместимый с ПК и снабженный программным обеспечением.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Химический каталог. Неорганическая химия. Сайты и книги
<http://www.ximicat.com>
2. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ
<http://www.chem.msu.ru/rus>
3. Справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Учебно-лабораторный комплекс «Химия» (модули «Термостат», «Термический анализ», «Электрохимия»), совместимый с персональным компьютером и снабженный программным обеспечением
2. Персональный компьютер
3. Принтер
4. Сталагмометр
5. Рефрактометр
6. Фотоэлектроколориметр
7. Поляриметр
8. Ноутбук
9. Медиапроектор

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для преподавания изучения дисциплины могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- точное следование программе дисциплины;
- оптимальный объем лекционного материала и соответствие объема лекционного материала и материала для самостоятельного изучения;
- сопровождение лекционного материала слайдами и презентациями;
- подготовка тем для самостоятельной работы студентов, докладов и сообщений по тематике лекционного материала;
- выполнение и защита лабораторных работ;
- проведение практических занятий по решению задач;
- при условии защиты выполненных лабораторных работ студент допускается к сдаче экзамена;
- экзамен проводится в устной или письменной форме, включает теоретические вопросы и задачи, по его итогам выставляется оценка.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ПрОПОП ВО по направлению подготовки 04.03.02 Химия, физика и механика материалов.

Руководитель основной образовательной программы

доц., к.х.н. _____ О.В. Артамонова

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительно-технологического факультета

« _____ » _____ 201__ г., протокол № _____.

Председатель проф., д.т.н. _____ Г.С. Славчева

Эксперт

(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

М П
Организации

ТЕКСТЫ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ С ПРИМЕРАМИ РЕШЕНИЙ

Модуль «Химическая термодинамика»

Задача 1. Определите количество теплоты, поглощенное системой, и величину работы, совершенной ею при изотермическом ($T = 308 \text{ K}$) расширении смеси, состоящей из 1,5 молей кислорода и 2 молей азота, от давления $5,0665 \cdot 10^5 \text{ Па}$ до давления $1,01325 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Система подчиняется законам идеальных газов.

Решение. Процесс совершается в изотермических условиях ($T = \text{const}$). Согласно первому закону термодинамики в этих условиях для системы, подчиняющейся законам идеального газа, $\Delta U = 0$, тогда $Q_T = A_T$. Работу изотермического процесса рассчитаем по уравнению

$$A_T = \nu \cdot R \cdot T \cdot \ln p_1/p_2;$$

где R – газовая постоянная, равная $8,31 \text{ Дж/моль} \cdot \text{K}$; ν – число молей газовой смеси газов, $\nu = \nu_{O_2} + \nu_{N_2} = 1,5 + 2$; p_1, p_2 – начальное и конечное давление смеси соответственно.

$$A_T = 3,5 \cdot 8,31 \cdot 308 \cdot \ln (5,0665 \times 10^5)/1,01325 \times 10^5, \\ Q_T = A_T = 14413,7 \text{ Дж или } 14,413 \text{ кДж.}$$

Задача 2. Определите изменение внутренней энергии при охлаждении 10 кг воздуха от $300 \text{ }^\circ\text{C}$ до $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Удельная теплоемкость воздуха при постоянном объеме выражается уравнением $C_V = 0,7084 + 1,87 \cdot 10^{-4} T \text{ кДж/кг} \cdot \text{K}$.

Решение. Процесс совершается при постоянном объеме. Работа расширения в этих условиях не совершается, то есть $A = 0$. Тогда, как следует из первого закона термодинамики (уравнение (2)), $\Delta U_V = Q_V$. Изменение внутренней энергии в данном процессе рассчитаем, воспользовавшись уравнением (3):

$dU_V = m \cdot C_V \cdot dT$, проинтегрировав которое, получаем

$$\Delta U_V = m \int_{T_1}^{T_2} C_V \cdot dT,$$

где m – масса воздуха, C_V – удельная теплоемкость воздуха. Подставим в уравнение данные задачи:

$$\Delta U_V = 10 \int_{573}^{273} (0,7084 + 1,87 \cdot 10^{-4} T) dT,$$

проинтегрируем и найдём ΔU_V .

$$\Delta U_V = 10 \cdot [0,7084(273 - 573) + (1,87 / 2) \cdot 10^{-4} \cdot (273^2 - 573^2)], \\ \Delta U_V = - 2362,5 \text{ кДж.}$$

Задачи для самостоятельного решения

1. Теплоемкость кислорода при постоянном объеме выражается уравнением $C_V = 0,6527 + 2,5 \cdot 10^{-4} T$ кДж/кг · К. Вычислите изменение внутренней энергии при охлаждении 1 кг кислорода от 473 до 273 К.
2. 10 л азота, взятого при температуре 273 К и давлении $5,0662 \cdot 10^5$ Па, расширяется изотермически до давления $1,01325 \cdot 10^5$ Па. Рассчитайте работу, совершенную системой, и поглощенную в ходе процесса теплоту.
3. Работа, затраченная на адиабатное сжатие 3 кг воздуха, равна - 471 кДж. Начальная температура 288 К. Определите изменение внутренней энергии системы и конечную температуру процесса. Средняя теплоемкость воздуха при сжатии равна $0,732$ кДж/кг · К.
4. 2 л азота (считать N_2 идеальным газом), взятого при 273 К и давлении 5067,25 кПа, расширяются изотермически до давления 1013,25 кПа. Вычислите работу и теплоту, затраченную на прохождение процесса.
5. Вычислите энтальпию гидратации строительного гипса в стандартных условиях, протекающей по уравнению



если $\Delta_f H^\circ(CaSO_4 \cdot 0,5 H_2O) = - 1575,2$ кДж/моль, $\Delta_f H^\circ(H_2O_{(ж)}) = - 285$ кДж/моль, $\Delta_f H^\circ(CaSO_4 \cdot 2 H_2O) = - 2021,1$ кДж/моль.

6. Теплота диссоциации $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ при 900 °С составляет 178,3 кДж/моль. Теплоемкости веществ Дж/моль · К:
 $C_p(CaCO_3) = 104,5 + 21,9 \cdot 10^{-3} T - 25,9 \cdot 10^5 T^{-2};$
 $C_p(CaO) = 49,6 + 4,5 \cdot 10^{-3} T - 6,9 \cdot 10^5 T^{-2};$
 $C_p(CO_2) = 44,1 + 9,0 \cdot 10^{-3} T - 8,5 \cdot 10^5 T^{-2}.$
Вычислите теплоту диссоциации при 1000 °С.

Термодинамика растворов

Задача 1. Давление насыщенного пара над раствором, содержащим 13 г растворенного вещества в 100 г воды, равно $36,48 \cdot 10^2$ Па. Вычислите молярную массу растворенного вещества, если давление насыщенного пара растворителя при такой же температуре $37,41 \cdot 10^2$ Па.

Решение. Рассчитаем количество растворенного вещества и растворителя:

$$v(H_2O) = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{100}{18} = 5,55 \text{ моль}; \quad v_{\text{раств. в-ва}} = \frac{m_{\text{раств. в-ва}}}{M_{\text{раств. в-ва}}} = \frac{13}{M_{\text{раств. в-ва}}},$$

Согласно закону Рауля (1)

$$\frac{p_A^0 - p_A}{p_A^0} = \chi_B \text{ или}$$
$$\frac{p_{H_2O}^0 - p_{H_2O}}{p_{H_2O}^0} = \chi_{\text{раств. в-ва}}$$

Подставив данные из условия задачи и выразив мольную долю растворенного вещества через количества вещества (2), получим:

$$\frac{(37,41 - 36,48) \cdot 10^2}{37,41 \cdot 10^2} = \frac{v_{\text{раств.в-ва}}}{v_{(H_2O)} + v_{\text{раств.в-ва}}},$$

$$0,024 = \frac{13/M_{\text{раств.в-ва}}}{5,55 + 13/M_{\text{раств.в-ва}}} = \frac{13}{5,55 \cdot M_{\text{раств.в-ва}} + 13},$$

отсюда $M_{\text{раств. в-ва}} = 96,1$ г/моль.

Задача 2. Определите молярную массу вещества, если температура замерзания раствора, содержащего 100 г бензола и 0,2 г исследуемого вещества, на 0,17 К ниже температуры замерзания бензола. Криоскопическая константа бензола 5,16 К/моль.

Решение. Воспользовавшись уравнением (5)

$$\Delta T_{\text{зам}} = \frac{K \cdot m_B \cdot 1000}{M_B \cdot m_A},$$

выразим молярную массу растворенного вещества M_B :

$$M_B = \frac{K \cdot m_B \cdot 1000}{\Delta T_{\text{зам}} \cdot m_A},$$

Подставив в уравнение данные из условия задачи, рассчитаем молярную массу растворенного вещества:

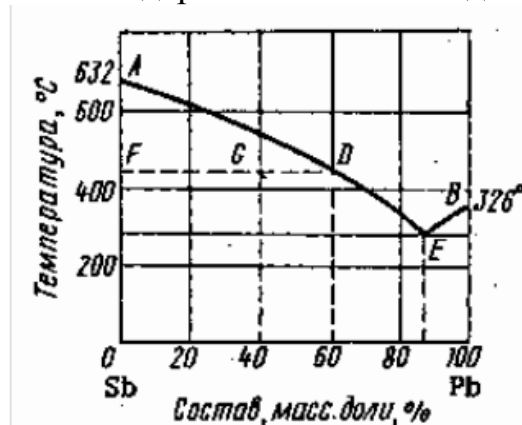
$$M_B = \frac{5,16 \cdot 0,2 \cdot 1000}{0,17 \cdot 100} = \mathbf{60,23} \text{ г/моль.}$$

Задачи для самостоятельного решения

1. Определите относительное понижение давления пара для раствора, содержащего 0,01 моль нелетучего растворенного вещества в 500 г воды.
2. Температура замерзания чистого бензола 278,5 К, температура замерзания раствора, содержащего 0,2242 камфоры в 30,55 г бензола, 278,254 К. Определите молярную массу камфоры, если криоскопическая константа бензола 5,16 К · кг /моль.
3. Раствор, содержащий 1,5 KCl в 100 г H₂O, замерзает при 272,316 К. Определите изотонический коэффициент, если криоскопическая постоянная воды 1,86 К · кг /моль.
4. Растворение 0,231 г ацетона в 50 г ледяной уксусной кислоты понижает температуру замерзания раствора на 0,339 К. Определите криоскопическую постоянную для уксусной кислоты, если молярная масса ацетона 58 г/моль.
5. Для предотвращения замерзания различных растворов в зимнее время к ним прибавляют глицерин. Сколько граммов глицерина необходимо добавить к 100 г воды, чтобы температура замерзания понизилась на 5 К? Криоскопическая постоянная воды 1,86 К · кг/моль.

Модуль «Фазовые равновесия»

Задача 1. Воспользовавшись диаграммой состояния Sb-Pb (рис.), определить количество выкристаллизовавшейся сурьмы при охлаждении до 430°C 3 кг жидкого сплава с содержанием 40 масс. доли, % свинца.



Решение. Если сплав указанного состава охладить до 430°C, то состояние его на диаграмме будет изображаться точкой G. По мере кристаллизации сурьмы процентное содержание свинца в жидком сплаве возрастает до 60 масс. доли, %. Обозначим массу выкристаллизовавшейся сурьмы p , а массу жидкого сплава P . Согласно правилу рычага количество выкристаллизовавшейся фазы p так относится к количеству взятого жидкого расплава P , как отрезок, прилегающий к кривой кристаллизации GD , к отрезку FD , характеризующему состав жидкой фазы при охлаждении до заданной температуры, т. е. $p/P = GD/FD$. Отсюда $p = P(GD/FD)$. Из рис. следует, что $FD = 60$, а $GD = 60 - 40 = 20$. Тогда $p = 3(20/60) = 1$ кг сурьмы.

Задачи для самостоятельного решения

1. Какой из компонентов будет кристаллизоваться первым из расплава состава 30 % компонента А и 70 % компонента В, если состав эвтектики 40% компонента А и 60 % компонента В.
2. Изобразите диаграмму состояния двухкомпонентной системы, которая образует простую эвтектику, если известно, что температура плавления компонентов А, В и эвтектики соответственно 232°C, 419°C и 200°C. Состав эвтектики 92 % А и 8 % В. Обозначьте качественный состав каждой области диаграммы. Определите качественный и количественный состав исходной смеси, содержащей 60 % В и 40 % А при температуре 300 °С. Постройте кривую охлаждения для исходной смеси состава 40 % В и 60 % А, нагретой до 400 °С.

Модуль «Химическая кинетика»

Задача 1. Докажите, что реакция, протекающая по уравнению $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$, является реакцией второго порядка. Изменение концентрации реагирующих веществ по времени следующее:

время τ , с: 0; 1800; 4500; 5400;
концентрация c , моль/л: 0,0198; 0,00815; 0,00504; 0,00442.

Решение. Запишем выражение закона действия масс для реакции:

$$v = k \cdot c(\text{CaO}) \cdot c(\text{CO}_2).$$

Поскольку порядок реакции равен сумме показателей степеней концентрации веществ в выражении закона действия масс, то порядок реакции карбонизации извести равен 2. Подтвердить или опровергнуть данный вывод можно, воспользовавшись методом подстановок определения порядка реакции. Для расчета константы скорости данной реакции воспользуемся кинетическим уравнением для реакций второго порядка (2):

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot \frac{c_0 - c}{c_0 \cdot c},$$

$$k_1 = \frac{1}{1800} \cdot \frac{0,0198 - 0,00815}{0,0198 \cdot 0,00815} = 0,0307;$$

$$k_2 = \frac{1}{4500} \cdot \frac{0,0198 - 0,00504}{0,0198 \cdot 0,00504} = 0,0328;$$

$$k_3 = \frac{1}{5400} \cdot \frac{0,0198 - 0,00442}{0,0198 \cdot 0,00442} = 0,0325.$$

Как показал расчет, величина константы скорости реакции при различных концентрациях имеет практически одно и то же значение, следовательно, данное уравнение описывает изучаемую реакцию. Это доказывает, что реакция является реакцией второго порядка.

Задача 2. Активность атомов полония за 14 дней уменьшилась на 6,85 %. Определите константу скорости и время периода полураспада полония, зная, что это реакция первого порядка.

Решение. Примем начальную концентрацию полония за 100 %. Реакция распада полония является реакцией первого порядка. Для вычисления константы скорости используем уравнение (2):

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot \ln \frac{c_0}{c},$$

$$k = \frac{1}{14} \cdot \ln \frac{100}{100 - 6,85} = 5,06 \cdot 10^{-3}$$

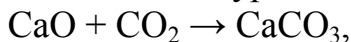
Зная константу скорости, рассчитываем время периода полураспада, воспользовавшись формулой (4) для реакций первого порядка

$$\tau_{1/2} = 1/k \cdot \ln 2:$$

$$\tau_{1/2} = 1/0,00506 \cdot \ln 2 = 136,98 \text{ дней.}$$

Задачи для самостоятельного решения

1. Докажите, что реакция, протекающая по уравнению



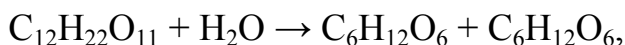
является реакцией второго порядка. Изменение концентрации реагирующих веществ во времени следующее:

время τ , с	0	1800	4500	5400
концентрация с, моль/л	0,0198	0,00815	0,00504	0,00442

Чему равна молекулярность данной реакции?

2. Вычислите энергию активации разложения уксусного альдегида, если известно, что константа скорости этого процесса при 460 °С равна 0,035, а при 518 °С – 0,343.

3. Графическим методом определите порядок реакции гидролиза сахара, протекающей по уравнению



если изменения концентрации сахара во времени следующее:

время τ , с	0	1435	4315	7070	1360	141704
концентрация с, кмоль/м ³	0,650	0,601	0,513	0,440	0,355	0,307

Вычислите константу скорости реакции.

Модуль «Электрохимия»

Растворы электролитов

Пример 1. Вычислите при $t = 25$ °С электропроводимость уксусной кислоты при бесконечном разбавлении (Λ_{∞}), если известно, что в тех же условиях электропроводимости растворов CH_3COONa , HCl и $NaCl$ при бесконечном разбавлении равны:

$$\Lambda_{\infty}(CH_3COONa) = 91,18 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1};$$

$$\Lambda_{\infty}(HCl) = 426,1 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1};$$

$$\Lambda_{\infty}(NaCl) = 126,58 \cdot 10^{-4} \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{моль}^{-1}.$$

Решение. В соответствии с законом Кольрауша, в разбавленных растворах ионы

движутся независимо друг от друга и справедливо соотношение: $\Lambda_{\infty}(\pm) = \Lambda_{\infty}^+$

+ Λ_{∞}^- . Запишем выражение закона для наших электролитов:

$$\Lambda_{\infty}(CH_3COONa) = \Lambda_{\infty}(CH_3COO^-) + \Lambda_{\infty}(Na^+);$$

$$\Lambda_{\infty}(HCl) = \Lambda_{\infty}(H^+) + \Lambda_{\infty}(Cl^-);$$

$$\Lambda_{\infty}(NaCl) = \Lambda_{\infty}(Na^+) + \Lambda_{\infty}(Cl^-).$$

Отсюда: $\Lambda_{\infty}(CH_3COO^-) = \Lambda_{\infty}(CH_3COONa) - \Lambda_{\infty}(Na^+);$

$$\Lambda_{\infty}(H^+) = \Lambda_{\infty}(HCl) - \Lambda_{\infty}(Cl^-).$$

Сложим правые и левые части двух уравнений:

$$\Lambda_{\infty}(\text{H}^+) + \Lambda_{\infty}(\text{CH}_3\text{COO}^-) = \Lambda_{\infty}(\text{CH}_3\text{COONa}) - \Lambda_{\infty}(\text{Na}^+) + \Lambda_{\infty}(\text{HCl}) - \Lambda_{\infty}(\text{Cl}^-).$$

Подставим: $\Lambda_{\infty}(\text{Na}^+) + \Lambda_{\infty}(\text{Cl}^-) = \Lambda_{\infty}(\text{NaCl})$.

В результате получим: $\Lambda_{\infty}(\text{H}^+) + \Lambda_{\infty}(\text{CH}_3\text{COO}^-) = \Lambda_{\infty}(\text{CH}_3\text{COOH})$.

$$\Lambda_{\infty}(\text{CH}_3\text{COOH}) = \Lambda_{\infty}(\text{CH}_3\text{COONa}) + \Lambda_{\infty}(\text{HCl}) - \Lambda_{\infty}(\text{NaCl}) = (91,18 + 426,1 - 126,58) \cdot 10^{-4} = 390,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{Ом}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}.$$

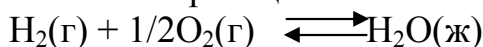
Ответ: $\Lambda_{\infty}(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 390,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot \text{Ом}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Молярная электрическая проводимость 0,5 М раствора K_2SO_4 при 298 К равна $162,7 \text{ См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$. Рассчитайте удельную электрическую проводимость.
2. Рассчитайте удельную электрическую проводимость 1 М раствора AgNO_3 , если расстояние между электродами 5 см, площадь каждого электрода 2 см^2 . Эквивалентная электрическая проводимость этого раствора равна $94,3 \text{ См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$.
3. Для 0,01 М раствора KCl удельное сопротивление равно $709,22 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}$. Вычислите удельную и эквивалентную электрические проводимости.
4. 0,1 М водный раствор LiX имеет удельную электрическую проводимость $9 \cdot 10^{-3} \text{ См} \cdot \text{см}^{-1}$ при 298 К. Ионная проводимость Li^+ $39,5 \text{ См} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{моль}^{-1}$. Найти молярную эквивалентную электрическую проводимость, ионную проводимость X^- .

Электрохимические цепи

Пример 1. Рассчитайте стандартную ЭДС топливного элемента, в котором при 298 К протекает электрохимическая реакция:



Используя термодинамические данные (см. табл.), вычислите константу равновесия этой реакции.

Решение. Стандартная ЭДС, соответствующая относительным парциальным давлениям газов $p_{\text{H}_2} = p_{\text{O}_2} = 1$ и активности воды $a_{\text{H}_2\text{O}} = 1$; рассчитывается по уравнению: $\Delta G^0 = -E^0 nF$

$$E^0 = -\Delta G^0/nF = -(\Delta_f G^0_{\text{H}_2\text{O}} - (\Delta_f G^0_{\text{H}_2} - 1/2(\Delta_f G^0_{\text{O}_2}))/nF = = -(-237300 \text{ Вт} \cdot \text{с/моль})/(2 \cdot 96500) \text{ А} \cdot \text{с/моль} = 1,23 \text{ В}.$$

Константу равновесия рассчитываем по уравнению:

$$\lg K = -\Delta G^0/(2,3RT) = -(237300 \cdot 2,3 \cdot 8,3 \cdot 298) = 41,7, \text{ откуда } K = 10^{41,7}.$$

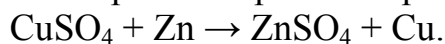
Задачи для самостоятельного решения

1. Вычислите активность иона Cr^{3+} в растворе, при которой электродный

потенциал $E_{Cr^{3+}/Cr}$ по отношению к стандартному водородному электроду будет равен нулю. Стандартный электродный потенциал $E^\circ_{Cr^{3+}/Cr} = -0,71$ В.

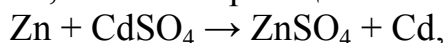
2. Вычислите константу равновесия реакции $Zn + CdSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cd$ при 25 °С, если стандартный потенциал цинкового электрода равен - 0,763 В, а кадмиевого электрода равен - 0,402 В. Составьте схему электрохимической цепи и напишите уравнения реакций на электродах.

3. В гальваническом элементе обратимо протекает реакция

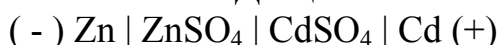


Рассчитайте ΔH и ΔS реакции, если ЭДС элемента равно 1,0960 В при 273 К и 1,0962 В при 276 К.

4. Вычислите изменение ΔG° , ΔS° и ΔH° реакции



если при 25 °С стандартное значение ЭДС цепи



$E^\circ = 0,362$ В, а температурный коэффициент ЭДС $(\frac{\partial E}{\partial T})_p = -0,0002$ В·К⁻¹.

Модуль «Физико-химия дисперсных систем»

Пример 1. При конденсации тумана, состоящего из капель кадмия, образовалось $12 \cdot 10^{-6}$ м³ жидкого кадмия. Поверхностное натяжение при температуре конденсации равно 570 мДж/м². Свободная поверхностная энергия всех капель составляла 53 Дж. Вычислите дисперсность и диаметр капель жидкого кадмия.

Решение. Энергия Гиббса поверхности определяется по уравнению

$$G_s = \sigma \cdot S$$

Связь между удельной поверхностью $S_{уд}$, поверхностью S , объемом V и дисперсностью D выражается соотношением:

$$S_{уд} = S/V = 6D.$$

Поверхность капель тумана составляет $S = 6DV$. Тогда $G_s = 6\sigma \cdot DV$.

Дисперсность капель кадмия равна

$$D = G_s / (6\sigma \cdot V) = 53 / (6 \cdot 570 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 10^{-6}) = 1,24 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}.$$

Диаметр капель кадмия $d = 1/D = 1 / (1,24 \cdot 10^6) = 0,806 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 0,806 \text{ мкм}$.

Задачи для самостоятельного решения

1. Вычислите поверхностное натяжение воды при 17 °С методом счета капель, если диаметр капилляра 5,03 мм, а 8 капель воды имеют объем 0,941 мл. Плотность воды равна 0,999 г/мл. Полученную величину сравните с табличной ($73,1 \cdot 10^{-3}$ Дж/м²).

2. Рассчитайте площадь, приходящуюся на одну молекулу в насыщенном адсорбционном слое анилина на поверхности водного раствора, если предельная адсорбция составляет $6 \cdot 10^{-6}$ моль/м², а плотность равна $1,022 \cdot 10^3$ кг/м³.

3. Теплота смачивания угля водой равна 24,685 кДж/кг, а бензолом 66,946 кДж/кг. Является ли данная поверхность гидрофильной?