

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор строительно-
технологического института
_____ В.В. Власов

«_____» _____ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»

Направление подготовки (специальность) 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль (Специализация) _____

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Нормативный срок обучения 4 года

Форма обучения очная

Автор программы: _____ к.х.н, доцент кафедры химии Ходосова Н.А.

Программа обсуждена на заседании кафедры химии

«__» _____ 2015 года. Протокол №

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.

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 «Физическая химия» относится к базовой части математического и естественнонаучного цикла учебного плана.

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

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

Изучение дисциплины «Физическая химия» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: общая и неорганическая химия, физика, математика, информатика.

Дисциплина «Физическая химия» является предшествующей для следующих дисциплин:

- химическая термодинамика,
 - коллоидная химия,
 - аналитическая химия и физико-химические методы исследования,
 - физика и химия поверхности,
 - межфазные границы и конденсированные среды,
 - физика и химия полимеров,
- а также для дисциплин профильной направленности.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);

- использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ПК-3);

- планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать физические и химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения (ПК-21);

- использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-23).

В результате изучения дисциплины студент должен

Знать:

начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем;

уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа.

Уметь:

1) прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;

2) определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах;

3) составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса.

Владеть:

навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления и объема;

констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах;

методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физическая химия» составляет **6** зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		3	4
Аудиторные занятия (всего)	108	72	36
В том числе:			
Лекции	54	36	18
Практические занятия (ПЗ)	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	54	36	18
Самостоятельная работа (всего)	108	63	45
В том числе:			
Курсовой проект	-	-	-
Контрольная работа	-	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость	час	216	135
	зач. ед.	6	4
		81	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование темы	Лекции	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
3 Семестр					
1	Химическая термодинамика	10	12	15	37
2	Химическое равновесие	8	4	15	27
3	Фазовое равновесие	8	8	15	31
4	Растворы	10	12	18	40
4 Семестр					
6	Электрохимия	8	8	25	41
7	Химическая кинетика и катализ	10	10	20	40
	ВСЕГО ЧАСОВ:	54	54	108	216

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная - ПК)	Форма контроля	семестр
1	ПК-1 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Тестирование (Т) Экзамен	3,4
2	ПК-3 использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	Тестирование (Т) Реферативная работа (РР) Экзамен	3,4
3	ПК-21 планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать физические и химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения	Тестирование (Т) Реферативная работа (РР)	3,4
4	ПК-23 использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Тестирование (Т) Реферативная работа (РР)	3,4

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля		
		Т	РР	Экзамен
Знает	начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых	+	+	+

	равновесий в многокомпонентных системах; термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)			
Умеет	прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	+	+	+
Владеет	навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления и объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава существующих фаз в двухкомпонентных системах; методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	+	+	+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

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

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные тестирования, задания для самостоятельной работы, реферативная работа на оценки «отлично».
Умеет	прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Владеет	навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления и объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах; методами определения констант		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Знает	начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные тестирования, задания для самостоятельной работы, реферативная работа на оценки «хорошо».
Умеет	прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Владеет	навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления и объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах; методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Знает	начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в	удовлетворительно	Полное или частичное посещение

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	многокомпонентных системах; термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		лекционных и практических занятий. Удовлетворительное выполнение тестирования, задания для самостоятельной работы, реферативная работа.
Умеет	прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Владеет	навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления и объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах; методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Знает	начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные тестирования, задания для

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	ферментативного катализа. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		самостоятельной работы, реферативная работа.
Умеет	прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Владеет	навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления и объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава существующих фаз в двухкомпонентных системах; методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Знает	начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики; методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах; термодинамику растворов электролитов и электрохимических систем; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных гетерогенных и фотохимических реакций; основные теории гомогенного, гетерогенного и ферментативного катализа. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные тестирования, задания для самостоятельной работы, реферативная работа.
Умеет	прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях; определять направленность процесса в заданных начальных условиях; устанавливать границы областей		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах; определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах; составлять кинетические уравнения в дифференциальной и интегральной формах для кинетически простых реакций и прогнозировать влияние температуры на скорость процесса (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Владеет	навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций при заданной температуре в условиях постоянства давления и объема; констант равновесия химических реакций при заданной температуре; давления насыщенного пара над индивидуальным веществом, состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах; методами определения констант скорости реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента. (ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)		

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 лабораторных занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его к решению задач у доски, в виде проверки домашних заданий, в виде тестирования по отдельным темам.

Промежуточный контроль осуществляется проведением тестированием по нескольким разделам дисциплины, изученным студентом в период между аттестациями, проверкой заданий для самостоятельной работы.

7.3.1. Типовые варианты заданий

Типовой вариант заданий на тему «Химическая термодинамика»

№1

1. При каких условиях проведения реакции $Q = \Delta U$ (а) и $Q = \Delta H$ (б)? Чему равны $\Delta H_{\text{обр}}(\text{O}_2) = ?$ $\Delta H_{\text{обр}}(\text{C}_{\text{тв}}) = ?$ $\Delta H_{\text{обр}}(\text{Fe}_{\text{тв}}) = ?$.
2. Определите изменение внутренней энергии, количество теплоты и работу, совершаемую при обратимом изотермическом расширении азота от 0,5 до 4 м³ (начальные условия $t = 26,8^\circ\text{C}$, $p = 93,2 \text{ кПа}$)

3. Рассчитайте изменение энтропии при нагревании 2,7 кг H_2O от 293 до 390 К. Теплота испарения воды 1160, $9 \cdot 10^3$ Дж/кг, массовая теплоемкость жидкой воды 4,2 кДж/кг·К, теплоемкость пара $2,0 \cdot 10^3$ кДж/кг·К.
4. Для реакции $\text{C}_5\text{H}_{10(\text{г})} = \text{C}_2\text{H}_{2(\text{г})} + \text{C}_3\text{H}_{8(\text{г})}$ вычислите ΔS_{298}^0 , если стандартные энтропии $\text{C}_5\text{H}_{10(\text{г})}$, $\text{C}_2\text{H}_{2(\text{г})}$, $\text{C}_3\text{H}_{8(\text{г})}$ соответственно равны 292, 9, 200,8 и 269,9 Дж/моль·К.
5. Можно ли вычислить абсолютное значение внутренней энергии? Можно ли рассчитать абсолютное значение энтропии? Какая функция является критерием самопроизвольности процесса, протекающего в изолированной системе?

№2

1. Приведите классификацию систем по уровням взаимодействия с окружающей средой.
2. Определить работу изобарного обратимого расширения 1 моль идеального газа при его нагревании от $T_1 = 298$ К до $T_2 = 400$ К.
3. Рассчитайте изменение энтропии для процесса отвердевания бензола от 280 до 268 К, если теплота кристаллизации бензола равняется 13954 Дж/моль при 278 К, а молярные теплоемкости жидкого (C_p , жид) и твердого (C_p , тв) бензола соответственно равны 126 Дж/моль·К, 123 Дж/моль·К.
4. Что такое теплоемкость? Виды теплоемкости.
5. Запишите I закон термодинамики для изолированной системы. Система состоит из трех частей, внутренняя энергия которых U_1 , U_2 , U_3 . Как вычислить внутреннюю энергию всей системы?

№3

1. Запишите уравнение, связывающее энтропию и термодинамическую вероятность. Дайте определение термодинамической вероятности.
2. Найдите теплоту образования оксида углерода (II), если теплота образования оксида углерода (IV) равна 393,8 кДж/моль, а теплота реакции $\text{CO}(\text{г}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г})$ равна 283, 2 кДж.
3. Рассчитайте изменение энтропии при нагревании 0,7 моль моноклинной серы от 25°C до 200°C при давлении 1 атм. Молярная теплоемкость серы равна C_p ($S_{\text{тв}}$) = 23,64 Дж/моль К. C_p ($S_{\text{жид}}$) = 35, 73 + $1,17 \cdot 10^{-3} T$ Дж/моль К. Температура плавления моноклинной серы 119°C, удельная теплота плавления 45,2 Дж/г.
4. Система состоит из трех частей, энтропия которых S_1 , S_2 , S_3 . Как вычислить энтропию всей системы. В каком соотношении (<, >, =, #) находятся величины энтропий различных агрегатных состояний одного и того же вещества $S_{\text{г}}$, $S_{\text{тв}}$, $S_{\text{ж}}$?
5. Напишите выражение для определения теплоты в изохорном процессе.

Типовой вариант заданий на тему «Химическое и фазовое равновесие»

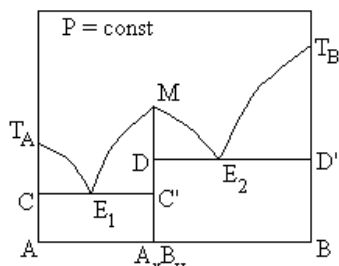
№1

1. Находящаяся в состоянии равновесия система (нужное подчеркнуть):
 $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{SO}_3(\text{г})$
 1)гомогенная 2)гетерогенная 3)однофазная
 4)двухфазная 5)трехфазная 6)четырефазная.

2. Выберите правую часть уравнения, описывающего ход линии
моновариантного равновесия на Р-Т-диаграмме состояния

- 1) $\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ 2) $\frac{\Delta H}{RT}$ 3) $\frac{\Delta H}{T}$ 4) $\frac{\Delta H}{RT^2}$ 5) $\frac{\Delta H}{T\Delta V}$ 6) $\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$

3. Фазовая диаграмма двухкомпонентной системы с одним химическим соединением АхВу, плавящимся конгруэнтно

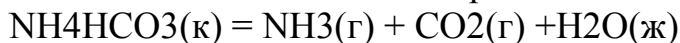


В эвтектическом равновесии, представленном коннодой DE2D' сосуществуют фазы

- 1) кристаллы А, кристаллы В и жидкость;
- 2) кристаллы А, кристаллы В и кристаллы АхВу ;
- 3) кристаллы А, кристаллы АхВу и жидкость;
- 4) кристаллы В, кристаллы АхВу и жидкость;
- 5) кристаллы А и кристаллы АхВу;
- 6) кристаллы В и кристаллы АхВу;
- 7) только кристаллы А;
- 8) только кристаллы В;
- 9) только кристаллы АхВу

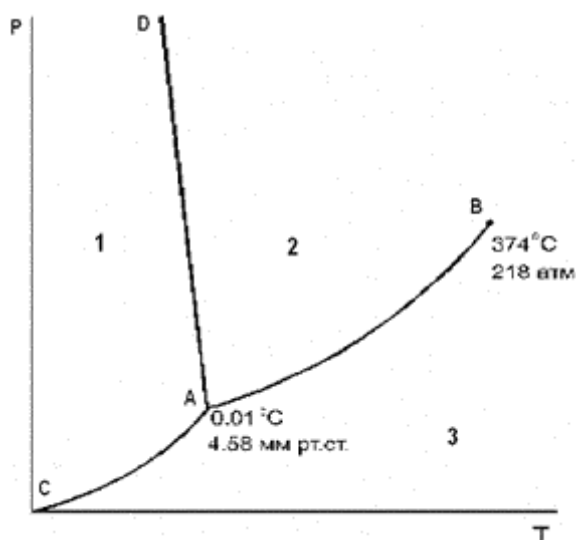
№2

1. Находящаяся в состоянии равновесия система (нужное подчеркнуть):



- 1) гомогенная
- 2) гетерогенная
- 3) однофазная
- 4) двухфазная
- 5) трехфазная
- 6) четырехфазная

2. Диаграмма состояния воды при невысоких давлениях



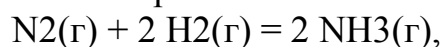
Укажите номер области существования жидкости на фазовой диаграмме воды:

3. Укажите, сколько компонентов содержит система, получившаяся в результате смешивания водных растворов:

1) KCl и NaBr

№3

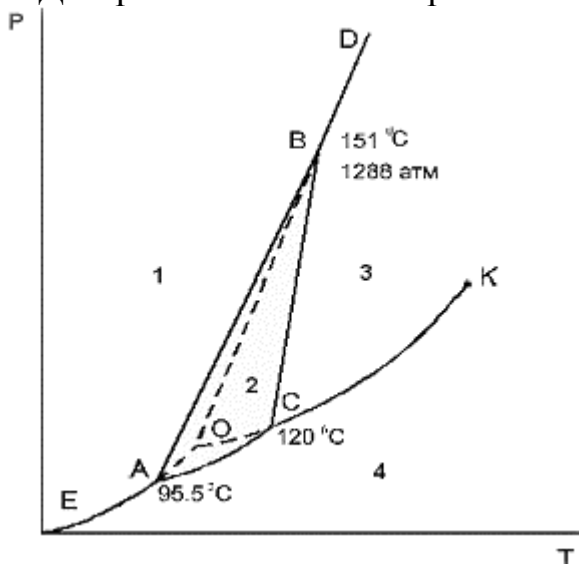
1. Число независимых компонентов в равновесной системе



полученной в результате смешения 2 моль азота и 5 моль аммиака

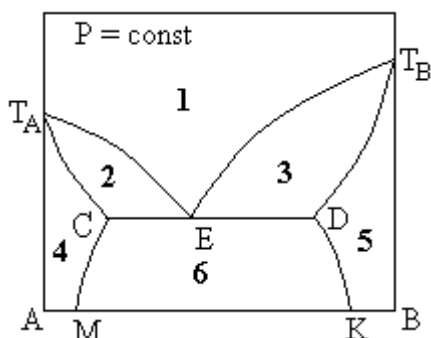
(Ответ укажите числом)

2. Диаграмма состояния серы



Число стабильных инвариантных равновесий на фазовой диаграмме серы
(Ответ укажите числом)

3. . Однофазные области (укажите номера областей):



Типовой вариант заданий на тему «Растворы»

№1

1. Для предотвращения замерзания различных растворов в зимнее время к ним добавляют глицерин. Сколько граммов глицерина необходимо добавить 1 100 г воды, чтобы температура замерзания понизилась на 5 К? Криоскопическая постоянная воды 1,86 К·кг/моль.
2. При 25⁰С давление паров воды равно 32,3 гПа. Чему равно давление паров воды над раствором, содержащим 6 грамм мочевины в 180 г воды.
3. В какой массе раствора с массовой долей 16% содержится 80 г растворенного вещества.

№2

1. Раствор, содержащий 0,6 г хлорида натрия в 100 г воды, замерзает при 272,667 К. Определите изотонический коэффициент, если криоскопическая постоянная воды равна 1,86 К·кг/моль.
2. Сколько граммов этиленгликоля надо добавить к 0,5 л воды, чтобы понизить температуру замерзания ее до – 3⁰С? Криоскопическая постоянная воды равна 1,86 К·кг/моль.
3. Какова массовая доля азотной кислоты в 12.2 молярном растворе? Плотность раствора 1,35 г/см³.

№3

1. Плотность водного раствора, в котором массовая доля бромида натрия 25%, равна 1,223 г/м³. Выразите состав раствора в молярных долях, через молярную и моляльную концентрации.
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·кг/моль.
3. Рассчитайте молярные доли воды и пропанола в 35% растворе спирта.

Типовой вариант заданий на тему «Электрохимия»

№1

1. Вычислите потенциал медного электрода в растворе, содержащем 1,6 г CuSO₄ в 200 мл раствора при 25⁰С. Кажущаяся степень диссоциации соли в растворе равна 40 %.
2. Рассчитать активности и коэффициенты активностей ионов в 0,08 М растворе Cu(NO₃)₂.

3. Вычислить концентрацию уксусной кислоты, если степень ее диссоциации равна 1,35 %. $K_D = 1,74 \cdot 10^{-5}$.

№2

1. Вычислить ионную силу и активность ионов в растворе, содержащем 0,01 моль/л $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и 0,01 моль/л CaCl_2 .

2. Рассчитайте удельную и эквивалентные электрические проводимости для 0,05 М раствора сульфата натрия, если удельное сопротивление равно $653 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}$.

3. При 18°C потенциал медного электрода, погруженного в 0,005 молярный раствор $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, равен 0,266В. Кажущаяся степень диссоциации $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ равна единице. Вычислите стандартный электродный потенциал меди.

№3

1. Чему равна активность ионов Ag^+ , Al^{3+} , и NO_3^- в растворе, содержащем 0,5 г AlCl_3 , 0,2 г AgNO_3 и 500 г H_2O .

2. Рассчитайте ионную силу раствора 0,5 М CuSO_4 .

3. Вычислите потенциал железного электрода в растворе, содержащем 5,2 г FeCl_2 в 550 мл раствора при 25°C . Кажущаяся степень диссоциации соли в растворе равна 55 %.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ (с решениями)

1. Вычислите изменение изобарного потенциала при изотермическом сжатии 10 г кислорода при 25°C , $p_1 = 0,5 \text{ атм}$, $p_2 = 1,5 \text{ атм}$.

Решение:

Изменение изобарного потенциала в изотермическом процессе находится по формуле $\Delta G = nRT \ln \frac{P_2}{P_1}$

Рассчитаем количество вещества $n = \frac{m}{M} = \frac{10}{32} = 0,3 \text{ моль}$

Подставляем полученные значения в формулу

$$\Delta G = 0,3 \cdot 8,31 \cdot 298 \cdot \ln \frac{1,5}{0,5} = 743 \cdot \ln 2,98 = 743 \cdot 1,09 = 809,87 \text{ кДж / моль}$$

2. Вычислите изменение энтропии при нагревании 5 л азота от 5 до 40°C если давление при этом уменьшается от 1,5 до 0,5 атм? $C_p(\text{N}_2) = 7 \text{ кал/моль К}$. Считать азот идеальным газом.

Решение:

Если одновременно меняются T и p , то изменение энтропии находится по формуле:

$$\Delta S = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} - nR \ln \frac{p_2}{p_1}.$$

Определим количество вещества N_2 : $n = \frac{m}{M} = \frac{5}{22,4} = 0,22 \text{ моль}$

Необходимо перевести $C_p(\text{N}_2) = 7 \text{ кал/моль К}$ в $\text{Дж/моль К} = 7 \times 4,2 = 29,4 \text{ Дж/моль К}$.

Определим изменение энтропии: $\Delta S = 0,22 \cdot 29,4 \cdot \ln \frac{313}{278} - 0,22 \cdot 8,31 \cdot \ln \frac{0,5}{1,5} = 2,82 \text{ Дж / моль} \cdot \text{К}$

3. Сформулируйте и запишите закон Гесса.

Решение: Тепловой эффект реакции определяется только видом и состоянием исходных веществ и продуктов реакции и не зависит от пути протекания процесса.

4. Находящаяся в состоянии равновесия система $\text{PCl}_5(\text{ж}) = \text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$

- 1) гомогенная
- 2) гетерогенная
- 3) однофазная
- 4) двухфазная
- 5) трехфазная
- 6) четырехфазная

Решение: Система является гетерогенной и двухфазной.

5. При растворении 5 г неизвестного вещества в 250 г воды получается неэлектролит, замерзающий при $-1,45^\circ\text{C}$. Определить молярную массу неизвестного вещества.

Решение:

Используем выражение из следствия из закона Рауля: $\Delta T = C_m \cdot k$ и формулу для моляльной концентрации $C_m = \frac{m}{M \cdot m_{\text{р-ля}}}$, имеем $\Delta T = \frac{m \cdot k}{M \cdot m_{\text{р-ля}}}$. Используя последнюю

формулу можно найти молярную массу неизвестного вещества:

$$M = \frac{m \cdot k}{\Delta T \cdot m_{\text{р-ля}}} = \frac{5 \cdot 1,86}{1,45 \cdot 0,25} = 25,65 \text{ г / моль}$$

6. Раствор, содержащий 0,6 г хлорида натрия в 100 г воды, замерзает при 272, 667 К. Определите изотонический коэффициент, если криоскопическая постоянная воды равна 1,86 К·кг/моль.

Решение:

Хлорид натрия – это сильный электролит, поэтому выражение из следствия из закона Рауля имеет следующий вид: $\Delta T_{\text{зам}} = i \cdot k \cdot C_m$, формула для моляльной концентрации $C_m = \frac{m \cdot 1000}{M \cdot m_{\text{р-ля}}}$, следовательно $\Delta T_{\text{зам}} = \frac{i \cdot k \cdot m \cdot 1000}{M \cdot m_{\text{р-ля}}}$.

Определим $\Delta T_{\text{зам}} = 273 - 272,667 = 0,333 \text{ К}$. Значение изотонического коэффициента:

$$i = \frac{\Delta T_{\text{зам}} \cdot M \cdot m_{\text{р-ля}}}{k \cdot m \cdot 1000} = \frac{0,333 \cdot 58,5 \cdot 100}{1,86 \cdot 0,6 \cdot 1000} = 1,75$$

7. Раствор, содержащий 0,85 г ZnCl_2 в 125 г H_2O кристаллизуется при $- 23^\circ\text{C}$. Определить кажущуюся степень диссоциации ZnCl_2 ($k_{\text{H}_2\text{O}} = 1,86$).

Решение:

Найдем моляльную концентрацию соли:

$$C_m = \frac{m}{M \cdot m_{\text{р-ля}}} = \frac{0,85}{136,3 \cdot 0,125} = 0,05 \text{ моль / кг}.$$

Определим понижение температуры кристаллизации без учета диссоциации электролита: $\Delta T_{\text{расч}} = C_m \cdot k = 1,86 \cdot 0,05 = 0,093^\circ\text{C}$.

Определим изотонический коэффициент:

$$i = \frac{\Delta T}{\Delta T_{\text{расч}}} = \frac{0,23}{0,093} = 2,47.$$

Найдем кажущуюся степень диссоциации:

$$\alpha = \frac{i-1}{n-1} = \frac{2,47-1}{3-1} = 0,735$$

7.3.2. Вопросы для подготовки к экзамену

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. Фазовые равновесия. Основные понятия. Правило фаз Гиббса. Термодинамика фазовых переходов. Классификация систем в соответствии с правилом фаз. Диаграммы состояния.

10. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. Полиморфизм.

11. Кинетика гомогенных реакций. Теория столкновений.

12. Молекулярность, порядок реакций. Влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации. Уравнение Аррениуса.

13. Сложные реакции. Цепные реакции.

14. Кинетика гетерогенных процессов. Топохимические реакции.

15. Гомогенный и гетерогенный катализ.

16. Растворы электролитов. Теория электролитической диссоциации Аррениуса. Ионные равновесия в растворах электролитов.

17. Электрическая проводимость растворов электролитов. Законы Фарадея.

18. Возникновение электродного потенциала на границе металл-раствор. Строение двойного электрического слоя. Классификация обратимых электродов.

7.3.3. Темы для реферативной работы

1. Применение уравнения Клайперона-Клаузиуса.

2. Фазовые диаграммы двухкомпонентных систем.

3. Равновесия в сложных сопряженных системах.

4. Идеальные и неидеальные растворы.

5. Экстракция.

6. Использование уравнения Нерста.

7. Ферментативные реакции.

8. Хемилюминисцентные процессы.

9. Фотохимические реакции.

10. Альтернативные источники энергии и катализ.
11. Супрамолекулярная химия.
12. Электрохимические методы получения пленочных покрытий.
13. Кристаллосенсорика.
14. Научные основы создания и эффективного использования электрокатализаторов.
15. Фотоэлектролиз.

7.3.4. Тесты контроля качества усвоения дисциплины

Примерный тест по разделу «Химическая термодинамика»

1. Функция состояния - функция, изменение которой зависит от ...
 - 1) исходного состояния системы;
 - 2) конечного состояния системы;
 - 3) исходного и конечного состояния системы;
 - 4) способа перехода из начального в конечное состояние.
2. Функциями состояния являются ...
 - 1) U , H , Q ;
 - 2) U , H ;
 - 3) Q , H ;
 - 4) H , W .
3. Важным следствием закона Гесса является то, что тепловой эффект реакции равен ...
 - 1) теплотам образования исходных веществ;
 - 2) теплотам образования продуктов реакции;
 - 3) сумме теплот образования продуктов реакции за вычетом суммы теплот образования исходных веществ;
 - 4) сумме теплот образования продуктов реакции и теплот образования исходных веществ.
4. Для некоторого термодинамического процесса $\Delta H^\circ = 0$. Условием принципиальной возможности самопроизвольного протекания такого процесса является ...
 - 1) $\Delta S^\circ = 0$;
 - 2) $\Delta S^\circ > 0$;
 - 3) $\Delta S^\circ < 0$;
 - 4) процесс не может идти самопроизвольно.
5. Математическое выражение первого закона термодинамики ...
 - 1) $dQ = dU + dW$
 - 2) $\delta Q = dU + \delta W$
 - 3) $\delta Q = \delta U + dW$
 - 4) $\delta Q = dU - \delta W$
6. При протекании самопроизвольного необратимого процесса в изолированной системе энтропия ...
 - 1) не изменяется;
 - 3) возрастает;

2) уменьшается; 4) стремится к нулю.

7. Согласно постулату Планка при абсолютном нуле энтропия идеального кристалла равна ...

- 1) единице; 3) внутренней энергии;
2) нулю; 4) теплоемкости.

8. В состоянии равновесия энтропия изолированной систем ...

- 1) минимальна; 3) максимальна;
4) равна нулю; 5) равна константе равновесия.

9. Уравнение реакции, в ходе которой энтропия системы возрастает, имеет вид ...

- 1) $C_{(тв)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)}$;
2) $2H_{(г)} + O_{2(г)} = 2H_2O_{(г)}$;
3) $2HgO_{(тв)} = 2Hg_{(тв)} + O_2$;
4) $N_{2(г)} + O_{2(г)} = 2NO_{(г)}$.

10. Константа равновесия определяется изменением стандартного значения ... системы.

- 1) энтропии; 3) энтальпии;
2) энергии Гиббса; 4) внутренней энергии.

7.3.5. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3 Семестр			
1	Химическая термодинамика	(ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	Тестирование Реферативная работа Экзамен
2	Химическое равновесие	(ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	Тестирование Реферативная работа Экзамен
3	Фазовое равновесие	(ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	Тестирование Реферативная работа Экзамен
4	Растворы	(ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	Тестирование Реферативная работа Экзамен
4 Семестр			
5	Электрохимия	(ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	Тестирование Реферативная работа Экзамен
6	Химическая кинетика и катализ	(ПК-1, ПК-3, ПК-21, ПК-23)	Тестирование Реферативная работа Экзамен

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 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 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	Слепцова О.В., Кривнева Г.Г.	2012	Библиотека - 34

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.
Лабораторные занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение заданий, решение задач по алгоритму.
Реферативная работа	Работа со справочными изданиями, дополнительной литературой, с научными изданиями по определенной теме.
Подготовка к экзамену	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Основная литература:

1. Стромберг, А.Г. Физическая химия: учебник для вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко; под ред. А. Г. Стромберга. – М.: Высш. шк., 2006. – 526 с.
2. Слепцова, О.В. Физическая химия: лабораторный практикум / О.В. Слепцова, Г.Г. Кривнева; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2012. – 96 с.
3. Практикум по физической химии. Термодинамика: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / Е.П. Агеев и др.; под ред. Е.П. Агеева, В.В. Лунина. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 224 с.

10.2. Дополнительная литература:

1. Рабухин, А.И. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных соединений: учебник / А.И. Рабухин, В.Г. Савельев. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 304 с.
2. Кругляков, П.М. Физическая и коллоидная химия: учеб. пособие / П.М. Кругляков, Т.Н. Хаскова. – М.: Высш. шк., 2005. – 319 с.

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-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебно-лабораторный комплекс «Химия» (модули «Термостат», «Термический анализ», «Электрохимия»), совместимый с персональным компьютером и снабженный программным обеспечением
2. Персональный компьютер
3. Принтер
4. Рефрактометр

5. Фотоэлектроколориметр
6. Поляриметр
7. Ноутбук
8. 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;
- 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 ВПО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Руководитель основной образовательной программы

доц., к.т.н. _____ А.И. Макеев

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительно-технологического института

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

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

Эксперт

Зав. каф. химии, д-р хим. наук, проф. _____ О.Б. Рудаков
(место работы) (занимаемая должность) (подпись) (инициалы, фамилия)

М П
Организации