

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:  
директор института естествознания и стандартизации  
И.Ю.Мезин  
«26» сентября 2016 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

*ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ*

Направление подготовки

44.03.01 *Педагогическое образование*

Направленность (профиль) программы

*Химия*

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

заочная

Институт

*Естествознания и стандартизации*

Кафедра

*Физической химии и химической технологии*

Курс

3

Магнитогорск  
2016 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование, утвержденного приказом МОиН РФ от 04.12.2015 № 1426.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *Физической химии и химической технологии* «23» сентября 2016 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой  / А.Н.Смирнов/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Естествознания и стандартизации «26» сентября 2016 г., протокол № 2.


Председатель  / И.Ю. Мезин/

Согласовано:  
Зав. кафедрой педагогики

 /Т.В. Орехова/

Рабочая программа составлена:

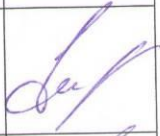
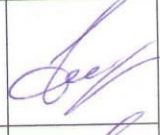
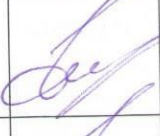
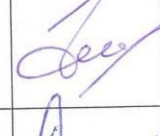
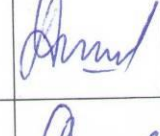
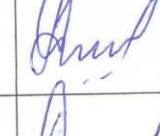
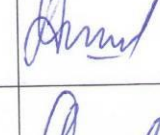
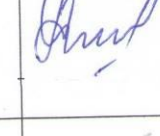
старший преподаватель каф. ФХ и ХТ

 / С.В.Юдина /

Рецензент: доцент кафедры Стандартизации, сертификации и технологии продуктов питания, к.т.н, доцент

 / Л.Г. Коляда/

### Лист регистрации изменений и дополнений

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1.	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	1.09.2017 №1	
2	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	1.09.2017 №1	
	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	15.10.2018 №4	
	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	15.10.2018 №4	
	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	04.09.19 №1	
	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	04.09.19 №1	
	8	Актуализация учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины	31.08.20, №1	
	9	Актуализация материально-технического обеспечения дисциплины	31.08.20, №1	

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Физическая химия» являются: формирование у обучающихся системы знаний необходимых для успешного усвоения специальных дисциплин, изучаемых на старших курсах; изучение и объяснения основных закономерностей, определяющих направленность химических процессов, скорость их протекания, влияние на них различных условий, в том числе и внешних, условия получения максимального выхода необходимых продуктов.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Физическая химия» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы. Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения таких дисциплин как: общая и неорганическая химия, основы математической обработки информации. Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении следующих дисциплин: аналитическая химия, органическая химия, химия окружающей среды, физико-химические методы анализа, коллоидная химия, прикладная химия.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физическая химия» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-11 готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования	
Знать	<ul style="list-style-type: none"><li>- основные законы физической химии, а также способы их применения для решения теоретических и прикладных задач; элементы высшей математики, основные положения общей химии;</li><li>- базовую терминологию, относящуюся к химической термодинамике, основные понятия и законы термодинамики, их математическое выражение;</li><li>- основные экспериментальные и расчетные методы определения термодинамических характеристик системы и отдельных ее составляющих веществ; понимать роль химической термодинамики как одной из теоретических основ химии.</li></ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"><li>- самостоятельно формулировать задачу физико-химического исследования в химических системах; пользуясь полученными знаниями, уметь выбирать оптимальные пути и методы решения поставленных задач;</li><li>- проводить физико-химические исследования систем и процессов с использованием современных методов и приборов; проводить физико-химические расчеты;</li><li>- графически отображать полученные зависимости; анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований; вести научную дискуссию по вопросам физической химии.</li></ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"><li>- практическим применением современных теоретических, термодинамических методов;</li><li>- методами экспериментального исследования; определения состава систем, методами предсказания протекания возможных химических реакций;</li></ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	- приемами оценки результатов химического эксперимента.

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 35,8 акад. часов:
  - аудиторная – 32 акад. часов;
  - внеаудиторная – 3,8 акад. часов
- самостоятельная работа – 99,5 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1.Физическая химия	3							
1.1. Предмет и содержание дисциплины. Химическая термодинамика. Основные понятия. Первый закон термодинамики. Термохимия. Закон Гесса и Кирхгофа. Определение тепловых эффектов химических реакций.		0,5	2		10	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка собеседованию	собеседование	ПК-11 – зув
1.2. Второй и третий закон термодинамики. Свойства энтропии, физический смысл. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и Гельмгольца.		1,0		2/2И	10	Выполнение практических работ (решение задач)	Консультации. Семинарское занятие.	
1.3. Константа равновесия. Уравнение изотермы Вант-Гоффа и его применение для расчета вероятности протекания реакций.		1,5	2/2И	2	10	Подготовка к семинарскому, занятию	Проверка индивидуальных заданий	

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в acad. часах)			Самостоятельная работа (в acad. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Итого по разделу	3	3	4/2И	4/2И	30		Текущий контроль успеваемости	ПК-11 – зув
<b>2. Фазовые равновесия</b>								
2.1. Основные понятия. Правило фаз Гиббса и его применение. Уравнение Клаузиуса - Клапейрона. Равновесие в одно- и двухкомпонентных системах.		2	2	2/2И	10	Подбор, описание, экспертная оценка сайтов Интернет	Проверка индивидуальных заданий	ПК-11 – зув
2.2. Термодинамическая теория растворов		2		2	30	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Устный опрос (собеседование); лаб. работы	
Итого по разделу		4	2	4/2И	40	Выполнение практических работ (решение задач)	Устный опрос (собеседование)	ПК-11 – зув
<b>3. Химическая кинетика.</b>								
3.1. Основные понятия и законы. Формальная кинетика и кинетика гетерогенных процессов.		1	2	2	10	Самостоятельное изучение теоретического материала по теме, подготовка к собеседованию	собеседование	
3.2. Основы теории химической кинетики. Энергия активации и ее сущность. Методы определения порядка реакции.		2	2/2И	2	19,5	Подготовка к лабораторно-практическому занятию	Устный опрос (собеседование); лабораторные работы	
Итого по разделу		3	4/2И	4	29,5	Выполнение расчетно-графических работы	Проверка индивидуальных заданий	ПК-11 – зув
<b>Итого по курсу</b>		<b>10</b>	<b>10/4И</b>	<b>12/4И</b>	<b>99,5</b>		<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	ПК-11 – зув
<b>Итого по дисциплине</b>		<b>10</b>	<b>10/4И</b>	<b>12/4И</b>	<b>99,5</b>		<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>	

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

## 5 Образовательные и информационные технологии

Цели, поставленные при изучении курса, достигаются за счет комплексного подхода к обучению обучающихся, основанного на сочетании теоретического курса, лабораторных занятий и самостоятельной познавательной деятельности обучающихся. Изучение теоретического курса проводится в специализированных лекционных аудиториях с использованием видеотехники, позволяющей транслировать через монитор рисунки, схемы, модели, которые в значительной степени облегчают понимание курса.

Занятия проводятся с применением традиционной и модульно-компетентностной технологий с использованием Интернет-ресурсов.

Лекции проходят как в традиционной форме, в виде презентаций, так и в форме лекций-информаций, ориентированных на изложение и объяснение студентам научной информации, подлежащей осмыслению и запоминанию, лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Лекционный материал закрепляется в ходе практических занятий и лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. На практических и лабораторных занятиях студенты приобретают навыки исследовательской деятельности и умения объяснять результаты эксперимента, основываясь на знаниях теоретической части курса. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также технология модульного обучения и коллективного взаимообучения (парная работа трех видов: статическая пара, динамическая пара, вариационная пара).

Индивидуальная самостоятельная познавательная деятельность обучающихся заключается в подборе литературы по разделам курса и ее изучении. При этом предусмотрены индивидуальные и групповые консультации по изучаемым разделам курса. В результате изучения данной дисциплины обучающийся должны приобрести знания, умения и определенный опыт, необходимые для будущей практической деятельности. Самостоятельная работа обучающихся стимулирует обучающегося к самостоятельной проработке тем в процессе выполнения индивидуальных заданий, в процессе подготовки к контрольным работам и итоговой аттестации. Самостоятельная работа обучающихся направлена на закрепление теоретического материала, изложенного преподавателем, на проработку тем, отведенных на самостоятельное изучение, на подготовку к выполнению и защите лабораторных работ, подготовку к контрольной работе и итоговой аттестации.

В ходе занятий предполагается использование комплекса инновационных методов интерактивного обучения обучающихся, включающего в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении учебных проблем, направляемую преподавателем;
- проблемное обучение – стимулирование обучающегося к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.
- контекстное обучение – мотивация обучающегося к усвоению знаний путем выявления связей между конкретным знанием и его применением.
- обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности обучающихся за счет ассоциации их собственного опыта с предметом изучения.
- индивидуальное обучение – выстраивание обучающимися собственных образовательных траекторий на основе формирования индивидуальных учебных планов и программ с учетом интересов и предпочтений обучающихся.
- междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте конкретной решаемой задачи.



- опережающая самостоятельная работа – изучение обучающимися нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

### **Вопросы для собеседования**

#### Тема 1. Физическая химия

1.1 Предмет и содержание дисциплины. Основные понятия: система, виды систем, параметры и уравнения состояния, термодинамический метод исследования. Функции состояния, внутренняя энергия, энтальпия, работа, теплота.

Химическая термодинамика. Основные понятия. Первый закон термодинамики. Термохимия. Закон Гесса и Кирхгофа. Определение тепловых эффектов химических реакций. Первое начало термодинамики, математические выражения, формулировки; термохимия, расчеты тепловых эффектов по закону Гесса и Кирхгофа.

1.2. Второй и третий закон термодинамики. Свойства энтропии, физический смысл. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и Гельмгольца. Энтропия, расчеты энтропии; энергия Гиббса, ее смысл, расчеты изменений

Направление процессов в неизолированных системах и предел их протекания. Таблица термодинамических потенциалов. Уравнение Гиббса – Гельмгольца.

1.3. Константа равновесия. Уравнение изотермы Вант-Гоффа и его применение для расчета вероятности протекания реакций.

Закон действующих масс. Константа химического равновесия, ее свойства, способы выражения. Направление процессов в изотермических условиях, изотерма реакции Вант Гоффа, вывод, анализ, применение. Уравнение изобары реакции. Подвижное равновесие, принцип Ле-Шателье, применение принципа.

#### Тема 2. Фазовые равновесия.

2.1. Основные понятия. Правило фаз Гиббса и его применение. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона.

Общие условия равновесия. Основные понятия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса - основной закон фазового равновесия, его вывод, анализ, применение. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Понятие о физико-химическом анализе и диаграммах состояния.

Равновесие в одно- и двухкомпонентных системах. Диаграмма состояния воды. Правило фаз. Способы построения диаграмм состояния. Важнейшие типы диаграмм состояния двойных сплавов. Эвтектическое и перитектическое превращения. Диаграммы состояния сплавов с фазовыми превращениями в твердом состоянии. Эвтектоидное и перитектоидное превращения.

2.2. Термодинамическая теория растворов. Определение понятия “раствор”. Растворимость, способы выражения состава растворов. Идеальные, реальные растворы. Бесконечно разбавленные растворы. Закон Рауля, закон Генри. Температура кипения, замерзания; давление пара над раствором; осмос, осмотическое давление. Понятие о химическом потенциале компонента раствора, его использование в теории растворов. Экстракция и закон распределения, практическое использование экстракции в химической технологии.

#### Тема 3. Химическая кинетика.

3.1. Основные понятия и законы. Формальная кинетика и кинетика гетерогенных процессов. Основы формальной кинетики. Закон действующих масс, константа скорости реакции, её свойства, определение. Реакции различных порядков, их кинетика.

3.2. Основы теории химической кинетики. Энергия активации и ее сущность. Методы определения порядка реакции. Сложные реакции. Кинетика цепных и фотохимических реакций. Теории кинетики. Роль диффузии в гетерогенных реакциях. Влияние температуры, определение энергии активации.

### Лабораторные работы:

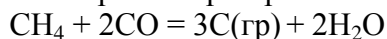
1. Определение интегральной теплоты растворения соли.
2. Давление насыщенного пара и теплота испарения чистой жидкости
3. Распределение веществ между несмешивающимися жидкостями
4. Влияние температуры на скорость химической реакции.

### Примеры практических занятий:

#### 1. Начала термодинамики

1. Два грамма воздуха изобарно нагревают от нуля до одного градуса Цельсия при давлении 1 атмосфера. Плотность воздуха при 0°C составляет 0,00129 г/см<sup>3</sup>. Найдите работу расширения.

2. Найдите изменение энтропии при протекании реакции при температуре 877 °C



если для участников реакции известны следующие термодинамические данные:

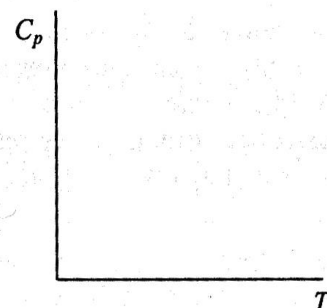
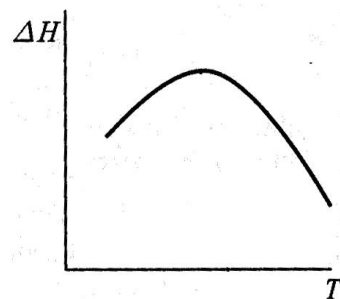
Вещество	CH <sub>4</sub>	CO	C <sub>(графит)</sub>	H <sub>2</sub> O
S <sub>298</sub> <sup>0</sup> Дж/(моль*К)	186,26	197,55	5,74	188,72
a	42,06	28,41	16,86	30,00
b*10 <sup>3</sup>	31,50	4,10	4,77	10,71
c* 10 <sup>-5</sup>	-17,29	-0,46	-8,54	0,33

где a, b, c – коэффициенты зависимости теплоемкостей участников реакции от температуры.

3. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры в дифференциальной форме имеет вид:



где  $\Delta C_p$  - разность мольных изобарных теплоемкостей реагентов, взятых с учетом стехиометрических коэффициентов. На верхнем рисунке показана зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Постройте и объясните зависимость теплоемкости реагентов реакции от температуры (нижний рисунок).

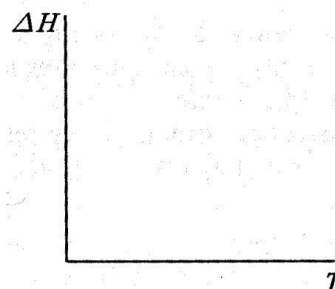
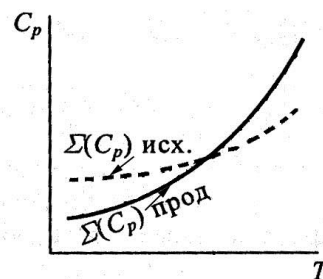


4. Используя первый закон термодинамики и определение теплоемкости, найдите разность между изобарной и изохорной теплоемкостью для а) произвольной термодинамической системой; б) идеального газа.

5. Зависимость теплового эффекта химической реакции от температуры в дифференциальной форме имеет вид:



$\Delta C_p$  - разность мольных изобарных теплоемкостей реагентов, взятых с учетом стехиометрических коэффициентов. На верхнем рисунке показана зависимость теплоемкости реагентов реакции от температуры. Постройте и объясните зависимость теплового эффекта реакции от температуры (нижний рисунок).



6. Чему равно изменение энтропии при переходе 1 моля азота из состояния, соответствующего нормальным условиям, в состояние, соответствующее стандартным условиям, если  $C_p = 7/2 R$ . Охарактеризуйте способы передачи взаимного влияния атомов в органических молекулах.

7. 1 кг воды при  $0^\circ\text{C}$  положили кусок железа массой 0,5 кг, нагретый до  $100^\circ\text{C}$ . Определить изменение энтропии железа и воды, а также суммарное изменение энтропии системы, считая ее изолированной. Теплоемкости железа и воды, равны, соответственно  $0,447 \text{ Дж}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  и  $4,184 \text{ Дж}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

## 2. Химическое и фазовое равновесие

1. В газовой смеси, состоящей из  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{CO}_2$ , где каждого газа было взято по одному молю, протекает реакция  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{CO}_2$ . Число молей  $\text{CO}_2$  в состоянии равновесия равно 0,16. Найти константу равновесия реакции.

2. При нагревании водорода и йода в замкнутом сосуде протекает реакция:  $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ . Было взято 2 моля водорода и 3 моля йода. После протекания реакции в сосуде было обнаружено 0,8 моля  $\text{HI}$ . Определить равновесное количество водорода и йода и рассчитать значение констант  $K_p$  и  $K_x$ .

3. Определить, возможно ли протекание реакции:  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightarrow 2\text{NO}_2$  при давлении 2500 кПа, если смешать  $\text{N}_2\text{O}_4$  и  $\text{NO}_2$  в соотношении 4:1 по объему? При указанных условиях  $K_p = 1,32$ .

4. При синтезе аммиака протекает реакция:  $3\text{H}_{2(\text{г})} + \text{N}_{2(\text{г})} = 2\text{NH}_{3(\text{г})}$ . При 298 К для этой реакции  $K_p = 6 \cdot 10^5$ , а  $\Delta_f H_{298\text{K}}^\circ = -46,1 \text{ кДж/моль}$ . Оценить температуру, при которой константа равновесия реакции будет равна 1, полагая что тепловой эффект практически не зависит от температуры.

5. Плотность твердого и жидкого железа при температуре плавления соответственно равны  $7,865$  и  $6,88 \text{ г/см}^3$ . Изменение энтропии при плавлении составляет  $8,368 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$ . Определить на какую величину необходимо изменить давление для повышения температуры плавления на  $0,05$  градуса?

6. Зависимость температуры плавления нафталина зависит от давления ( $P$ , атм.) определяется уравнением:  $t, ^\circ\text{C} = 79,8 + 0,0373P + 1,9 \cdot 10^{-6}P^2$ . Разность удельных объемов жидкого и твердого нафталина равна  $0,146 \text{ см}^3/\text{г}$ . Найти величину мольной энтальпии плавления при давлении 50 атм.

## 3. Термодинамическая теория растворов

1. В  $1 \text{ дм}^3$  (1 л) водного раствора бромид натрия содержится 0,3219 кг соли. Плотность раствора равна  $1238,2 \text{ кг/м}^3$ . Выразить концентрацию раствора молярностью, моляльностью, молярных долях и массовых процентах.

2. Сколько процентов глицерина ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ ) нужно растворить в воде, чтобы давление водя-

ного пара было на 1 % ниже давления насыщенного пара воды.

3. Определить относительное понижение давления пара над водным 10%-ным раствором  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

4. Чистый кадмий затвердевает при  $321^\circ\text{C}$ , а 10%-ный раствор висмута в кадмии – при  $312^\circ\text{C}$ . Определить теплоту плавления кадмия

#### 4. Химическая кинетика

1. Декадный температурный коэффициент скорости реакции равен 3. Во сколько раз возрастет скорость этой реакции при повышении температуры от  $30$  до  $100^\circ\text{C}$ ?

2. Определить декадный коэффициент скорости реакции с энергией активации  $60$  кДж/моль при начальных значениях температуры  $20^\circ\text{C}$ ,  $1400^\circ\text{C}$  (в горне доменной печи) и  $1650^\circ\text{C}$  (в сталеплавильном конвертере).

3. Период полупревращения радиоактивного изотопа  $^{137}\text{Cs}$  равен 29,7 года. Через какое время количество этого изотопа составит менее 1% от исходного?

4. Как изменится скорость реакции синтеза аммиака  $1/2 \text{N}_2 + 3/2 \text{H}_2 = \text{NH}_3$ , если уравнение реакции записать в виде  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ ?

5. Константы скорости разложения органической кислоты в водном растворе следующие:

T, K	273	293	313	333
k · 10 <sup>5</sup> , мин <sup>-1</sup>	2,5	47,5	576	5480

Постройте график зависимости  $\ln k$  от  $1/T$  и определите энергию активации. Вычислите предэкспоненциальный множитель  $k_0$  в уравнении Аррениуса ( $k=k_0 \cdot e^{-E_a/RT}$ ), период полураспада ( $\tau_{1/2}$ ) для этой реакции при  $373^\circ\text{K}$ , если эта реакция первого порядка.

#### Примерное индивидуальное домашние задание (ИДЗ):

### ДОМАШНЕЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1

#### Исследование 1

Для реакции выполнить следующее:

1.1. Составить уравнение зависимости от температуры величины теплового эффекта  $\Delta H^\circ_T = f(T)$  и изменения энтропии  $\Delta S^\circ_T = f(T)$ .

1.2. Вычислить величины  $\Delta C_p$ ,  $\Delta H^\circ_T$ ,  $\Delta S^\circ_T$ ,  $\Delta G^\circ_T$  и  $\ln K_p$  при нескольких температурах, значения которых задаются температурным интервалом и шагом температур. Полученные значения используются при построении графиков в координатах  $\Delta C_p - T$ ;  $\Delta H^\circ_T - T$ ;  $\Delta S^\circ_T - T$ ;  $\Delta G^\circ_T - T$  и  $\ln K_p - 1/T$ .

1.3. Пользуясь графиком  $\ln K_p - 1/T$ , вывести приближенное уравнение вида  $\ln K_p = A/T + B$ , где A, B – постоянные.

#### Исследование 2

2.1. Используя правило фаз Гиббса, для рассматриваемой системы определить количества фаз, независимых компонентов и число степеней свободы.

2.2. Определить возможное направление протекания исследуемой реакции и равновесный состав газовой фазы при давлении (кПа) и температуре (K). При решении задачи использовать выведенное в исследовании 1 эмпирическое уравнение  $\ln K_p = A/T + B$  и данные об исходном составе газовой фазы

2.3. Установить направление смещения состояния равновесия рассматриваемой системы при:

а) увеличении давления (постоянная температура);

б) увеличении температуры (постоянное давление).

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-11	готовностью использовать систематизированные теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в области образования	
Знать	<p>- основные законы физической химии, а также способы их применения для решения теоретических и прикладных задач; элементы высшей математики, основные положения общей химии;</p> <p>- базовую терминологию, относящуюся к химической термодинамике, основные понятия и законы термодинамики, их математическое выражение;</p> <p>- основные экспериментальные и расчетные методы определения термодинамических характеристик системы и отдельных ее составляющих веществ; понимать роль химической термодинамики как одной из теоретических основ химии.</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</b></p> <p>Основные понятия термодинамики.</p> <p>Первый закон термодинамики. Понятие о тепловом эффекте, теплоты образования, горения, растворения, фазовых превращений. Закон Гесса. Расчеты по закону Гесса.</p> <p>Влияние температуры на тепловой эффект.</p> <p>Закон Кирхгофа. Расчеты тепловых эффектов по закону Кирхгофа.</p> <p>Второй закон термодинамики.</p> <p>Термодинамические функции, химический потенциал, общие условия равновесия систем. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерии, определяющие направление и предел протекания процессов в неизолированных системах.</p> <p>Понятие о фазовом равновесии, основные определения фазового равновесия. Правило фаз Гиббса, его применение.</p> <p>Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона, расчеты основанные на этом уравнение.</p> <p>Условия химического равновесия. Закон действующих масс (термодинамический). Константа химического равновесия.</p> <p>Виды констант равновесия. Равновесия в гетерогенных системах.</p> <p>Влияние температуры на константу равновесия.</p> <p>Направление реакций в закрытых системах. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа, ее практические приложения. Уравнение изобары-изохоры реакции. Методы расчета константы равновесия.</p> <p>Правило Ле-Шателье, его практическое применение. Влияние давления на положение равновесия.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Определение понятия “раствор”. Способы выражения состава растворов. Влияние различных факторов на растворимость. Модели растворов: идеальные (совершенные) и бесконечно разбавленные растворы, их отличие от реальных растворов. Законы Рауля и Генри. Парциальные молярные величины, их определение. Свойства разбавленных растворов не электролитов. Давление пара над раствором, температура кипения и замерзания.</p>
Уметь	<p>- самостоятельно формулировать задачу физико-химического исследования в химических системах; пользуясь полученными знаниями, уметь выбирать оптимальные пути и методы решения поставленных задач;</p> <p>- проводить физико-химические исследования систем и процессов с использованием современных методов и приборов; проводить физико-химические расчеты;</p> <p>- графически отображать полученные зависимости; анализировать и обсуждать результаты физико-химических исследований; вести научную дискуссию по вопросам физической химии.</p>	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p><b>Задача 1.</b> Два грамма воздуха изобарно нагревают от нуля до одного градуса Цельсия при давлении 1 атм. Плотность воздуха при 0°С составляет 0,00129 г/см<sup>3</sup>. Найдите работу расширения.</p> <p><b>Задача 2.</b> Смесь гелия (<math>\mu = 4</math> г/моль) и аргона (<math>\mu = 40</math> г/моль) весит 5 г и занимает объем 10 л при 25°С и давлении 1 атм. Определить состав смеси в весовых процентах.</p> <p><b>Задача 3.</b> Какое количество диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) при давлении 5 атм и температуре 50°С занимает одинаковый объем с 1 г гелия, температура которого 273 К, а давление 0,1 атм? Чему равны плотности этих газов?</p> <p><b>Задача 4.</b> Молярная теплоемкость CO выражается уравнением <math>C_p = 6,348 + 1,838 \cdot 10^{-3}T</math> (кал/(моль·град)). Вычислить молярную энтропию CO при 596 К и 2 атм, если <math>S_{298}^0 = 197,9</math> Дж/(моль·град).</p> <p><b>Задача 5.</b> Молярная теплоемкость CO выражается уравнением <math>C_{p(CO)} = 6,342 + 1,836 \cdot 10^{-3}T</math> (кал/(моль·град)). Вычислить значения производных <math>\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p</math> и <math>\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_p</math> для одного моля CO при температуре 500 К.</p> <p><b>Задача 6.</b> При нагревании водорода и йода в замкнутом сосуде протекает реакция: <math>H_2 + J_2 = 2HJ</math>. Было взято 2 моля водорода и 3 моля йода. После протекания реакции в сосуде было обнаружено 1,2 моля J<sub>2</sub>. Определить равновесное количество водорода и иодоводорода и рассчитать значение констант K<sub>p</sub> и K<sub>x</sub>.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p><b>Задача 7.</b> Для гомогенной реакции в газовой фазе <math>2A + B = 3C + 2D</math> было установлено, что если смешать 1 моль А, 2 моля В и 1 моль D, то в равновесной смеси при температуре 25°C и давлении 1 атм будет находиться 0,3 молей С. Найти равновесную мольную долю каждого компонента, константу равновесия и <math>\Delta_r G_{298}^0</math>.</p> <p><b>Задача 8.</b> Температура кипения жидкого метанола равна 34,7°C при давлении 200 мм рт.ст. и 49,9°C при давлении 400 мм рт.ст. Найдите температуру кипения метанола при нормальном давлении.</p> <p><b>Задача 9.</b> Плотность жидкой и твердой ртути при температуре плавления (-38,87°C) равны 13,69 и 14,193 г/см<sup>3</sup> соответственно. Энтальпия плавления ртути равна 9,74 Дж/г. Определите температуру плавления ртути при давлении 3000 атм.</p> <p><b>Задача 10.</b> Разложение некоторого вещества является реакцией второго порядка с энергией активации 23,1 кДж/моль. При 300 К разложение этого вещества происходит со скоростью 95% в час. Рассчитать температуру, при которой это вещество разлагается со скоростью 77,5% за 1 мин.</p> <p><b>Задача 11.</b> Реакция первого порядка прошла на 75% за 10 мин. Определите константу скорости.</p> <p><b>Задача 12.</b> Период полупревращения радиоактивного изотопа <sup>137</sup>Cs равен 29,7 года. Через какое время количество этого изотопа составит менее 1% от исходного?</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>- практическим применением современных теоретических, термодинамических методов;</li> <li>- методами экспериментального исследования; определения состава систем, методами предсказания протекания возможных химических реакций;</li> <li>- приемами оценки результатов химического эксперимента.</li> </ul>	<p><b>Задания на решение индивидуального домашнего задания:</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ДОМАШНЕЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1</b></p> <p><b>Исследование 1</b></p> <p>Для реакции выполнить следующее:</p> <p>1.1. Составить уравнение зависимости от температуры величины теплового эффекта <math>\Delta H_T^\circ = f(T)</math> и изменения энтропии <math>\Delta S_T^\circ = f(T)</math>.</p> <p>1.2. Вычислить величины <math>\Delta C_p</math>, <math>\Delta H_T^\circ</math>, <math>\Delta S_T^\circ</math>, <math>\Delta G_T^\circ</math> и <math>\ln K_p</math> при нескольких температурах.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>рах, значения которых задаются температурным интервалом и шагом температур. Полученные значения используются при построении графиков в координатах <math>\Delta C_p - T</math>; <math>\Delta H^\circ_T - T</math>; <math>\Delta S^\circ_T - T</math>; <math>\Delta G^\circ_T - T</math> и <math>\ln K_p - 1/T</math>.</p> <p>1.3. Пользуясь графиком <math>\ln K_p - 1/T</math>, вывести приближенное уравнение вида <math>\ln K_p = A/T + B</math>, где <math>A, B</math> – постоянные.</p> <p><b>Исследование 2</b></p> <p>2.1. Используя правило фаз Гиббса, для рассматриваемой системы определить количества фаз, независимых компонентов и число степеней свободы.</p> <p>2.2. Определить возможное направление протекания исследуемой реакции и равновесный состав газовой фазы при давлении (кПа) и температуре (К). При решении задачи использовать выведенное в исследовании 1 эмпирическое уравнение <math>\ln K_p = A/T + B</math> и данные об исходном составе газовой фазы</p> <p>2.3. Установить направление смещения состояния равновесия рассматриваемой системы при:</p> <p>а) увеличении давления (постоянная температура);</p> <p>б) увеличении температуры (постоянное давление).</p>



**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физическая химия» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Бокштейн Б. С. Физическая химия: термодинамика и кинетика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. С. Бокштейн, М. И. Менделев, Ю. В. Похвиснев. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2012. — 258 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47443>

2. Физическая химия : учебное пособие / Э. В. Дюльдина, С. П. Клочковский, Н. Ю. Свечникова и др. ; МГТУ. - 2-е изд. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 127 с. : ил., диагр., граф., табл. URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3506.pdf&show=dcatalogues/1/1514311/3506.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

### б) Дополнительная литература:

1. Физическая химия. Раздел: Химическая кинетика : учебное пособие / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Э. В. Дюльдина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2648.pdf&show=dcatalogues/1/1131137/2648.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Поверхностные явления. Адсорбция : учебное пособие / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечникова, С. В. Юдина, Э. В. Дюльдина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3417.pdf&show=dcatalogues/1/1139847/3417.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0966-3. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### в) Методические указания:

1. Лабораторный практикум по физической химии : учебно-методическое пособие / А. Н. Смирнов, Н. Ю. Свечник, С. В. Юдина, Э. В. Дюльдина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3177.pdf&show=dcatalogues/1/1136592/3177.pdf&view=true> (дата обращения: 25.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp) (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
4. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . – URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

5. East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.
8. Экономика. Социология. Менеджмент : Федеральный образовательный портал : сайт. – URL: <http://ecsocman.hse.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
9. Университетская информационная система РОССИЯ : научная электронная библиотека : сайт / НИВЦ ; Экономический факультет МГУ. – Москва : НИВЦ, 1997 – . – URL: <https://uisrussia.msu.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
10. Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

#### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

#### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория физической химии	Лабораторные установки для проведения лабораторных работ: - установка для определение интегральной теплоты растворения соли; - установка для определения давление насыщенного пара; - бюретки и лабораторная посуда для приготовления растворов для лабораторной «Распределение ве-

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
	<p>ществ между несмешивающимися жидкостями»;</p> <p>- установка для определения влияние температуры на скорость химической реакции.</p>
<p>Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Доска, мультимедийный проектор, экран</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета</p>
<p>Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Стеллажи для хранения учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования</p>