



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

  
УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов  
20.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Направление подготовки (специальность)  
18.03.01 ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Направленность (профиль/специализация) программы  
Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Уровень высшего образования - бакалавриат  
Программа подготовки - академический бакалавриат

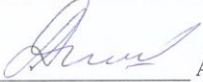
Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	2

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1005)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий 18.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры МиХТ,  С.В.Юдина

Рецензент:

доцент кафедры ТСиСА, канд. техн. наук  И.В.Понурко

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

### 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Физическая химия» является: достижение возможности описывать временной ход химических физико-химических процессов на основе исходных свойств систем и веществ их составляющих, а также конечный результат соответствующих процессов.

### 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Физическая химия входит в базовую часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Общая и неорганическая химия

Математика

История химии и химической технологии

Общая химическая технология

Физика

Коллоидная химия

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Органическая химия

Техническая термодинамика и теплотехника

Техническая термодинамика и энерготехнология

Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

Физико-химические основы металлургических процессов

Моделирование химико-технологических процессов

### 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
ОПК-3	готовностью 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
Знать	основные понятия и законы физической химии
Уметь	определять термодинамические характеристики химических реакций
Владеть	методами предсказания протекания возможных химических реакций
ПК-16	способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
Знать	основные параметры проведения физико-химических исследований

Уметь	выбрать параметры проведения физико-химических исследований
Владеть	навыками проведения физико-химических исследований

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 23,5 акад. часов;
- аудиторная – 18 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,5 акад. часов
- самостоятельная работа – 247,1 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 17,4 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Химическая термодинамика. Законы								
1.1 Первый закон термодинамики. Закон Гесса. Закон Кирхгофа. Расчеты тепловых эффектов по закону Кирхгофа. Второй закон термодинамики.	2	1	2	2/2И	50	Подготовка к лабораторно-практическому занятию №1	Выполнение и обсуждение данных лабораторной работы №1	ОПК-3, ПК-16
Итого по разделу		1	2	2/2И	50			
2. Химическое и фазовое равновесие								
2.1 Константа химического равновесия. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа, ее практические приложения. Уравнение изобары-изохоры реакции. Методы расчета константы равновесия. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.	2	2		2/6И	57,1	Выполнение индивидуального расчетно-графического задания РГР №1 «Термодинамический анализ химических реакций»	Проверка и защита индивидуального расчетно-графического задания №1	ОПК-3, ПК-16
Итого по разделу		2		2/6И	57,1			
3. Термодинамическая теория растворов.								
3.1 Способы выражения состава растворов. Законы Рауля и Генри. Давление пара над раствором, температура кипения и замерзания.	2	2		2	70	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы.	Собеседование по теме, решение задач.	ОПК-3, ПК-16
Итого по разделу		2		2	70			
4. Химическая кинетика.								

4.1 Основные понятия химической кинетики. Закон действующих масс. Порядки реакций и их молекулярность.	2	1	2	2/2И	70	Разработка алгоритма выполнения решения задачи. Подготовка к лабораторно-практическому занятию №2	Собеседование по теме, решение задач. Выполнение и обсуждение данных лабораторной работы №2	ОПК-3, ПК-16
Итого по разделу		1	2	2/2И	70			
Итого за семестр		6	4	8/10И	247,1		экзамен	
Итого по дисциплине		6	4	8/10И	247,1		экзамен	ОПК-3,ПК-16

## **5 Образовательные технологии**

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых результатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологичность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Основными признаками образовательной технологии в ее современном понимании являются:

- детальное описание образовательных целей;
- поэтапное описание (проектирование) способов достижения заданных результатов-целей;
- использование обратной связи с целью корректировки образовательного процесса;
- гарантированность достигаемых результатов;
- воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя;
- оптимальность затрачиваемых ресурсов и усилий.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие в форме практикума – организация учебной работы, направленная на решение комплексной учебно-познавательной задачи, требующей от студента применения как научно-теоретических знаний, так и практических навыков.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

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

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

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

### **а) Основная литература:**

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

2. Физическая химия : учебное пособие / Э. В. Дюльдина, С. П. Ключковский, 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> .

**б) Дополнительная литература:**

1. Химическая кинетика и адсорбция: метод. указания для студентов по дисциплине "Физическая химия" / [Э. В. Дюльдина, С. П. Клочковский, Н. Ю. Свечникова и др.] ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1258.pdf&show=dcatalogues/1/1123436/1258.pdf&view=true> .

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> .

3. Горшков, В.И. Основы физической химии : учебник / В.И. Горшков, И.А. Кузнецов. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 410 с. — ISBN 978-5-00101-539-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97412>

**в) Методические указания:**

1. Лабораторный практикум по физической химии : учебно-методическое 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=3177.pdf&show=dcatalogues/1/1136592/3177.pdf&view=true> .

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

**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

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
----------------	--------

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
  - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
  - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий «Лаборатория физической химии» оснащена лабораторным оборудованием:
  - лабораторное оборудование (химическая посуда, реактивы, весы лабораторные равноплечие ВЛР-200, Весы электронные лабораторные ВК-300, низкотемпературная лабораторная электропечь SNOL10/10, магнитные мешалки, эл. плитки.);
  - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
  - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
  - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
  - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
  - инструментами для ремонта учебного оборудования;
  - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

### Перечень лабораторных работ

1. Определение интегральной теплоты растворения соли
2. Влияние температуры на скорость химической реакции

### ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ №1 «Термодинамический анализ химических реакций»

#### 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 (К). 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).

#### Список вопросов для собеседования по темам:

1. Основные понятия термодинамики.
2. Первый закон термодинамики. Понятие о тепловом эффекте, теплоты образования, горения, растворения, фазовых превращений. Закон Гесса. Расчеты по закону Гесса.
3. Влияние температуры на тепловой эффект.
4. Закон Кирхгофа. Расчеты тепловых эффектов по закону Кирхгофа.
5. Второй закон термодинамики.
6. Термодинамические функции, химический потенциал, общие условия равновесия систем. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца как критерии, определяющие направление и предел протекания процессов в неизолированных системах.
7. Понятие о фазовом равновесии, основные определения фазового равновесия. Правило фаз Гиббса, его применение.
8. Фазовое равновесие в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона, расчеты основанные на этом уравнении.

9. Условия химического равновесия. Закон действующих масс (термодинамический). Константа химического равновесия.
10. Виды констант равновесия. Равновесия в гетерогенных системах.
11. Влияние температуры на константу равновесия.
12. Направление реакций в закрытых системах. Уравнение изотермы химической реакции Вант-Гоффа, ее практические приложения. Уравнение изобары-изохоры реакции. Методы расчета константы равновесия.
13. Правило Ле-Шателье, его практическое применение. Влияние давления на положение равновесия. Реальные газы. Описание реальных газов с использованием вириальных уравнений. Температура Бойля. Смысл вириальных коэффициентов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля – Томпсона. Температура инверсии. Сжижение газов.
14. Определение понятия “раствор”. Способы выражения состава растворов.
15. Влияние различных факторов на растворимость.
16. Модели растворов: идеальные (совершенные) и бесконечно разбавленные растворы, их отличие от реальных растворов.
17. Законы Рауля и Генри. Парциальные молярные величины, их определение.
18. Свойства разбавленных растворов не электролитов. Давление пара над раствором, температура кипения и замерзания. Основные понятия химической кинетики.
19. Способы определения скорости реакции. Формальная кинетика гомогенных реакций. Закон действующих масс. Порядки реакций и их молекулярность. Реакции первого, второго и n-го порядков. Кинетические уравнения для реакций различных порядков.
20. Период полупревращения. Константа скорости реакции, ее свойства, размерности и определения. Методы определения порядка реакции. Поверхностное натяжение, методы его измерения. Адсорбция, основные положения и уравнения адсорбции.
21. Уравнение Гиббса. Уравнение Фрейндлиха. Уравнение Ленгмюра. Зависимость адсорбции от температуры.

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
ОПК-3	готовностью 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	
Знать	основные понятия и законы физической химии	<p>Примерные вопросы к экзамену:</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</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>положение равновесия.            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:	определять термодинамические характеристики химических реакций	<p>Задачи для самостоятельного решения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Два грамма воздуха изобарно нагревают от нуля до одного градуса Цельсия при давлении 1 атмосфера. Плотность воздуха при 0<sup>0</sup>C составляет 0,00129 г/см<sup>3</sup>. Найдите работу расширения.</li> <li>2. Чему равно изменение энтропии при переходе 1 моля азота из состояния, соответствующего нормальным условиям, в состояние, соответствующее стандартным условиям, если <math>C_p = 7/2 R</math>. Охарактеризуйте способы передачи взаимного влияния атомов в органических молекулах.</li> <li>3. В газовой смеси, состоящей из CO, H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>, где каждого газа было взято по одному молю, протекает реакция <math>C_6H_6 + 3O_2 \rightleftharpoons 6CO + 3H_2O</math>. Число молей CO<sub>2</sub> в состоянии равновесия равно 0,16. Найти константу равновесия реакции.</li> <li>4. При синтезе аммиака протекает реакция: <math>3H_{2(g)} + N_{2(g)} = 2NH_{3(g)}</math>. При 298 К для этой реакции <math>K_p = 6 \cdot 10^5</math>, а <math>\Delta_f H_{298(NH_3)}^{\circ} = -46,1</math> кДж/моль. Оценить температуру, при которой константа равновесия реакции будет равна 1, полагая что тепловой эффект практически не зависит от температуры.</li> </ol>
Владеть:	методами предсказания протекания возможных химических реакций	<p>Задание на решение задач из профессиональной области (домашнее индивидуальное задание)</p> <p><b>Исследование 1</b></p> <p>Для реакции выполнить следующее:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Составить уравнение зависимости от температуры величины теплового эффекта <math>\Delta H^{\circ}_T = f(T)</math> и изменения энтропии <math>\Delta S^{\circ}_T = f(T)</math>.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>1.2. Вычислить величины <math>\Delta C_p</math>, <math>\Delta H^\circ_T</math>, <math>\Delta S^\circ_T</math>, <math>\Delta G^\circ_T</math> и <math>\ln K_p</math> при нескольких температурах, 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>
<p>ПК-16 способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>		
Знать	<b>основные параметры</b> проведения физико-химических исследований	<p>Примерные вопросы к экзамену:</p> <p>Основные понятия химической кинетики.</p> <p>Способы определения скорости реакции. Формальная кинетика гомогенных реакций. Закон действующих масс.</p> <p>Порядки реакций и их молекулярность.</p> <p>Реакции первого, второго и n-го порядков.</p> <p>Кинетические уравнения для реакций различных порядков.</p> <p>Период полупревращения.</p> <p>Константа скорости реакции, ее свойства, размерности и определения.</p> <p>Методы определения порядка реакции.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																				
		Поверхностное натяжение, методы его измерения. Адсорбция, основные положения и уравнения адсорбции. Уравнение Гиббса. Уравнение Фрейндлиха. Уравнение Ленгмюра. Зависимость адсорбции от температуры.																				
Уметь	выбрать <b>параметры</b> проведения физико-химических исследований	Задачи для самостоятельного решения: 1. В 1дм <sup>3</sup> (1 л) водного раствора бромида натрия содержится 0,3219 кг соли. Плотность раствора равна 1238,2 кг/м <sup>3</sup> . Выразить концентрацию раствора молярностью, моляльностью, молярных долей и массовых процентах. 2. Сколько процентов глицерина (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub> ) нужно растворить в воде, чтобы давление водяного пара было на 1 % ниже давления насыщенного пара воды. 3. Определить относительное понижение давления пара над водным 10%-ным раствором Н <sub>3</sub> РO <sub>4</sub> . 4. Чистый кадмий затвердевает при 321 °С, а 10%-ный раствор висмута в кадмии – при 312 °С. Определить теплоту плавления кадмия. 5. Декадный температурный коэффициент скорости реакции равен 3. Во сколько раз возрастет скорость этой реакции при повышении температуры от 30 до 100°С? 6. Определить декадный коэффициент скорости реакции с энергией активации 60 кДж/моль при начальных значениях температуры 20 °С, 1400 °С (в горне доменной печи) и 1650 °С (в сталеплавильном конвертере).																				
Владеть	навыками проведения физико-химических исследований	Задание на решение задач из профессиональной области Найдите изменение энтропии при протекании реакции при температуре 877 °С $\text{CH}_4 + 2\text{CO} = 3\text{C}(\text{гp}) + 2\text{H}_2\text{O}$ если для участников реакции известны следующие термодинамические данные: <table border="1" data-bbox="1032 1273 2085 1476"> <thead> <tr> <th>Вещество</th> <th>CH<sub>4</sub></th> <th>CO</th> <th>C<sub>(гарфит)</sub></th> <th>H<sub>2</sub>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S<sub>298</sub><sup>0</sup> Дж/(моль*К)</td> <td>186,26</td> <td>197,55</td> <td>5,74</td> <td>188,72</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>42,06</td> <td>28,41</td> <td>16,86</td> <td>30,00</td> </tr> <tr> <td>b*10<sup>3</sup></td> <td>31,50</td> <td>4,10</td> <td>4,77</td> <td>10,71</td> </tr> </tbody> </table>	Вещество	CH <sub>4</sub>	CO	C <sub>(гарфит)</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
Вещество	CH <sub>4</sub>	CO	C <sub>(гарфит)</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																		



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства				
		c* 10 <sup>-5</sup>	-17,29	-0,46	-8,54	0,33
где a, b, c – коэффициенты зависимости теплоемкостей участников реакции от температуры						

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

Промежуточная аттестация по дисциплине 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 задача.

**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.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.