

Автономная некоммерческая организация высшего образования  
«СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ ОТКРЫТЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**Рабочая программа дисциплины**  
**«ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Направление подготовки: **22.03.02 – Metallургия**

Профиль подготовки: **Технология литейных процессов**

Квалификация (степень): **бакалавр**

Форма обучения: **заочная**

Санкт-Петербург, 2016

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия» разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.02 – Metallургия.

Основным документом для разработки рабочей программы является рабочий учебный план по направлению 22.03.02 – Metallургия. Профиль подготовки: 22.03.02.1 Технология литейных процессов

Учебные и методические материалы по учебной дисциплине размещены в электронной информационно-образовательной среде университета.

**Разработчик:**

О.Н. Глущенко, доцент кафедры машиностроения, кандидат химических наук.

**Рецензент**

В.И. Безрук, кандидат химических наук, старший научный сотрудник кафедры коллоидной химии Санкт-Петербургского государственного технологического института

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры математических и естественнонаучных дисциплин от «07» сентября 2016 года, протокол №1.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	5
4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	10
5.1. Темы контрольных работ .....	10
5.2. Темы курсовых работ.....	10
5.3. Перечень методических рекомендаций .....	10
5.4. Перечень вопросов для подготовки к зачету (экзамену).....	11
6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	11
7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13
10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	15
11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ .....	15
12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ.....	16
Приложение .....	17

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Целью изучения дисциплины «Физическая химия» является приобретение студентами направления подготовки 22.03.02 «Металлургия» знаний в области описания химических явлений с помощью законов физической химии, термодинамических расчетов и прогнозирования протекания химических процессов, их кинетики и продуктов.

1.2. Изучение дисциплины «Физическая химия» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- освоение студентами теоретических представлений и приобретение практического опыта инженерных расчетов, необходимых для определения тепловых эффектов и тепловых балансов технологических процессов,
- предсказания направления протекания химических реакций, вычисления равновесного состава газовых смесей и водных растворов,
- расчета кинетических параметров процессов и производительности оборудования, определения оптимальных условий для проведения химических реакций.

1.3. Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

## ***Общепрофессиональные (ОПК)***

<b><i>Код компетенции</i></b>	<b><i>Наименование и (или) описание компетенции</i></b>
<b>ОПК-4</b>	готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач

## ***Профессиональные (ПК)***

<b><i>Код компетенции</i></b>	<b><i>Наименование и (или) описание компетенции</i></b>
<b>ПК-4</b>	готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы.
<b>ПК-5</b>	способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов.

1.4. В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** общие закономерности протекания химических реакций, природу химических реакций, используемых в металлургических производствах; законы и понятия физической химии для анализа металлургических процессов; природу фазовых равновесий в металлургических системах;

**Уметь:** осуществлять корректное математическое описание физических и химических явлений технологических процессов; выполнять термодинамические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах; анализировать фазовые равновесия на основе диаграмм состояния; использовать справочную литературу для выполнения расчетов;

**Владеть:** методами работы на основных физико-химических приборах; основными физико-химическими расчетами металлургических процессов; методами определения и расчета тепловых эффектов химических реакций, парциальных мольных величин, равновесных характеристик.

## 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физическая химия» относится к базовой части блока Б1.

Для освоения данной дисциплины студент должен иметь базовые знания, умения, практические навыки, способы деятельности и установки, сформированные в ходе изучения предметов Математика, Физика. Химия, Материаловедение.

Освоение дисциплины «Физическая химия» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин Физические основы методов исследования материалов в литейном производстве, Основы производства и обработки металлов.

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ

№ п/п	Наименование модуля и темы учебной дисциплины	Трудоёмкость по учебному плану (час/з.е.)	Виды занятий				Виды контроля		
			Лекции	Практическое занятие	Лабораторная работа	Самостоятельная работа	Контрольная работа	Курсовая работа (проект)	Зачёт (экзамен)
1	<b>Модуль 1. Основы химической термодинамики</b>	<b>18/0,5</b>	2		2	14	Зад.1		
2	Тема 1.1. Предмет физической химии. Первое начало термодинамики	9/0,25	1			8			
3	Тема 1.2. Второе начало термодинамики	9/0,25	1		2	6			
4	<b>Модуль 2. Химическое равновесие</b>	<b>18/0,5</b>	1	1		16	Зад.2		
5	Тема 2.1. Парциальные молярные величины, химический потенциал	9/0,25	0,5			8,5			
6	Тема 2.2. Константа равновесия	9/0,25	0,5	1		7,5			
7	<b>Модуль 3. Фазовые равновесия и свойства растворов</b>	<b>18/0,5</b>	1	1		16			
8	Тема 3.1. Правило фаз Гиббса	6/0,17	1			5			
9	Тема 3.2. Фазовые диаграммы	6/0,17		1		5			
10	Тема 3.3. Свойства растворов	6/0,16				6			
11	<b>Модуль 4. Химическая кинетика</b>	<b>18/0,5</b>				18	Зад.3		
12	Тема 4.1. Порядок реакции с способы его определения	9/0,25				9			
13	Тема 4.2. Зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации, её определение.	9/0,25				9			
14	<b>Модуль 5. Поверхностные явления</b>	<b>18/0,5</b>				18			
15	Тема 5.1. Классификация дисперсных систем Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем	6/0,17				6			
16	Тема 5.2. Адсорбция газов и ионов	6/0,17				6			
17	Тема 5.3. Электрокинетический потенциал и электрокинетические явления	6/0,16				6			
18	<b>Модуль 6. Диффузия в металлах</b>	<b>18/0,5</b>			2	16			
19	Тема 6.1. Уравнения Фика	6/0,17				6			
20	Тема 6.2. Экспериментальные методы исследования диффузии	6/0,17			2	4			
21	Тема 6.3. Механизмы диффузии в кристаллах	6/0,16				6			
<b>Всего</b>		<b>108/3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>98</b>	<b>1</b>		<b>ЭКЗ</b>

## 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Модуль 1. Основы химической термодинамики (18 часов)

#### Тема 1.1. Предмет физической химии. Первое начало термодинамики (9 часов)

Предмет и задачи термодинамики, ее значение для металлургии. Первое начало. Тепловой эффект изохорного и изобарного процессов, понятие об энтальпии. Теплоемкость, её использование для расчетов тепловых эффектов процессов. Расчет тепловых эффектов химических реакций. Закон Гесса. Стандартные энтальпии образования соединений. Тепловые эффекты реакций в растворах. Стандартные энтальпии образования ионов. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры, закон Кирхгофа.

##### *Виды учебных занятий:*

Лекции:	Первый закон термодинамики	1 час
---------	----------------------------	-------

#### Тема 1.2. Второе и третье начало термодинамики (9 часов)

Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии. Определение энтропии через термодинамическую вероятность. Закономерности изменения энтропии. Третье начало термодинамики. Вычисление энтропии. Энтропия ионов в растворах. Учение о химическом средстве. Термодинамические потенциалы Гельмгольца и Гиббса, их вычисление. Определение направления протекания химических реакций.

##### *Виды учебных занятий:*

Лекция:	Второй закон термодинамики	1 час
Лабораторная работа:	Экспериментальные определения термодинамических функций химических процессов	2 часа

### Модуль 2. Химическое равновесие (18 часов)

#### Тема 2.1. Парциальные молярные величины, химический потенциал (9 часов)

Парциальные молярные величины, их определение по экспериментальным данным. Химический потенциал, его значение для компонента идеального газа, идеального раствора, предельно разбавленного раствора и для реальных систем. Понятие об активности и фугитивности. Уравнение изотермы реакции.

**Виды учебных занятий:**

Лекция: Парциальные молярные величины, химический потенциал 0,5 часа

**Тема 2.2. Константа равновесия**

**(9 часов)**

Константа равновесия. Расчет равновесного состава реакционной смеси. Влияние внешних условий на равновесие. Принцип Ле-Шателье. Выбор оптимальных условий для проведения реакции. Вычисление константы равновесия при различных температурах по уравнению изобары реакции и по приведенным энергиям Гиббса.

**Виды учебных занятий:**

Лекция: Константа равновесия 0,5 часа

Практическое занятие: Вычисление константы равновесия при различных температурах по уравнению изобары реакции и по приведенным энергиям Гиббса. 1 час

**Модуль 3. Фазовые равновесия и свойства растворов (18 часов)**

**Тема 3.1. Правило фаз Гиббса (6 часов)**

Основные понятия: фаза, составляющее вещество и компонент системы, термодинамические степени свободы.

Правило фаз Гиббса. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса, его использование для расчета фазовых равновесий в однокомпонентных системах.

**Виды учебных занятий:**

Лекция: Правило фаз Гиббса 1 час

**Тема 3.2. Фазовые диаграммы (6 часов)**

Примеры однофазных и многофазных систем. Фазовые диаграммы одно- и двухкомпонентных систем. Типы диаграмм. Идентификация областей на фазовых диаграммах.

**Виды учебных занятий:**

Практическое занятие Построение фазовых диаграмм по кривым охлаждениям 1 час

**Тема 3.3. Свойства растворов (6 часов)**

Свойства растворов. Закон Рауля для идеальных и предельно разбавленных растворов. Учет диссоциации растворенного вещества. Растворимость газов, законы Генри и Сивертса. Температуры замерзания и кипения растворов, криоскопия и эбуллиоскопия.



## **Модуль 4. Химическая кинетика (18 часов)**

### **Тема 4.1. Порядок реакции и способы его определения (9 часов)**

Формальная кинетика. Порядок реакции и способы его определения: метод Вант-Гоффа; по типу концентрационно-временной зависимости, по периоду полураспада (метод Оствальда-Нойеса).

Кинетика сложных гомогенных, фотохимических, цепных и гетерогенных реакций.

### **Тема 4.2. Зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации, её определение. (9 часов)**

Уравнение Аррениуса. Время полупревращения. Теории активных столкновений и переходного состояния (активированного комплекса). Механизм гомогенного и гетерогенного катализа.

## **Модуль 5. Поверхностные явления (18 часов)**

### **Тема 5.1. Классификация дисперсных систем. Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем (6 часов)**

Классификация дисперсных систем. Молекулярно-кинетические и оптические свойства дисперсных систем. Термодинамика дисперсных систем.

Поверхностное натяжение, его измерение и зависимость от температуры. Смачивание. Краевой угол. Условие флотации минералов. Гистерезис смачивания. Измерение краевого угла. Капиллярные явления.

Поверхностная активность веществ. Строение поверхностного слоя. Изотерма адсорбции Лэнгмюра. Зависимость поверхностного натяжения от концентрации ПАВ.

### **Тема 5.2. Адсорбция газов и ионов (6 часов)**

Адсорбция, её значение для высокотемпературных технологических процессов. Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Адсорбция на поверхности раздела фаз жидкость-газ. Изотерма адсорбции Гиббса.

Адсорбция газов. Изотерма полимолекулярной адсорбции.

Определение удельной поверхности сыпучих материалов.

Адсорбция ионов. Образование и строение двойного электрического слоя. Ионообменная адсорбция.

### **Тема 5.3. Электрокинетический потенциал и электрокинетические явления (6 часов)**

Электрокинетический потенциал, его зависимость от ионной силы раствора. Электрокинетические явления. Устойчивость дисперсных систем, коагуляция и флокуляция. Мицеллообразование. Структурообразование в коллоидных системах.



#### 5.4. Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Предмет и составные части физической химии. Основные этапы развития физической химии как современной основы теоретической химии.
2. Методы термодинамики, кинетики и квантовой химии в описании химических явлений. Роль полуэмпирических закономерностей в теории химии.
3. Термодинамические системы и термодинамические параметры. Экстенсивные и интенсивные свойства системы. Термодинамический процесс. Функции состояния и функции процесса. Нулевой закон термодинамики. Модель идеального газа. Газовые законы для случая идеальных газов.
4. Внутренняя энергия и энтальпия системы. Теплота и работа как формы передачи энергии. Формулировки первого начала термодинамики. Механическая работа (работа расширения) и полезная работа.
5. Применение I-го начала термодинамики к равновесным процессам изменения состояния системы. Взаимосвязь теплоты, работы и изменения внутренней энергии в изохорном, изобарном и изотермическом процессах.
6. Теплоемкость веществ, молярная теплоемкость. Теплоемкость твердых веществ и жидкостей, теплоемкость идеальных газов. Взаимосвязь  $c_p$  и  $c_v$ . Зависимость теплоемкости от температуры, степенные ряды. Зависимость энтальпии и внутренней энергии от температуры.
7. Термохимия. Тепловой эффект химического процесса. Стандартные состояния для индивидуальных веществ. Стандартные энтальпии образования и сгорания соединений.
8. Применение закона Гесса для вычисления тепловых эффектов химических и физико-химических процессов. Связь тепловых эффектов при постоянном объеме и при постоянном давлении. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры.
9. Равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные процессы. Работа равновесного и неравновесного процессов. Второе начало термодинамики, формулировки второго начала.
10. Введение понятия энтропии. Энтропия и ее свойства. Энтропия как критерий равновесия и направления самопроизвольного процесса в изолированных системах. Зависимость энтропии от температуры, давления и объема.
11. Постулат Планка (третий закон термодинамики). Статистическая интерпретация второго начала термодинамики. Вычисление абсолютной энтропии вещества.
12. Расчет изменения энтропии химической реакции при различных температурах. Объединенное уравнение I и II законов термодинамики.
13. Энергия Гельмгольца и энергия Гиббса как критерии направления и

предела протекания процессов. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

14. Химический потенциал компонента системы. Зависимость химического потенциала от давления и температуры. Условия равновесия и самопроизвольного протекания процесса в системах переменного состава.
15. Химический потенциал идеального газа. Химический потенциал компонента смеси идеальных газов. Реальные газы.
16. Ограничения в применимости уравнения Клапейрона-Менделеева к реальным газам.
17. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Химический потенциал реального газа.
18. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. Фаза, компонент, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса (без вывода).
19. Диаграмма фазовых равновесий для однокомпонентной системы. Характеристика полей и линий диаграммы. Тройная точка.
20. Методика измерения электропроводности. Измерение электрической проводимости как метод определения степени и константы диссоциации слабых электролитов, теплоты, энтропии и энергии Гиббса процесса диссоциации, растворимости малорастворимых соединений.
21. Электрохимические системы (цепи). Двойной электрический слой. Обратимые электроды и обратимые гальванические цепи (элементы). Электрохимический потенциал, гальвани-потенциал.
22. Электродвижущая сила гальванического элемента, условный электродный потенциал (потенциал в водородной шкале).
23. Вывод и анализ уравнения Нернста, выражающего зависимость ЭДС гальванического элемента от активностей компонентов электродной реакции.
24. Уравнение Гиббса-Гельмгольца для электрохимических систем.
25. Классификация электродов: электроды первого и второго рода, газовые, окислительно-восстановительные.
26. Методика измерения ЭДС и электродных потенциалов.

## **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине по решению кафедры оформлен отдельным приложением к рабочей программе.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Березовчук А. В. Физическая химия [Электронный учебник] : учебное пособие / Березовчук А. В.. - Научная книга, 2012. - 159 с. - Режим доступа: <http://iprbookshop.ru/8191>

### **Дополнительная литература**

1. Салем Р.Р. Физическая химия. Термодинамика [Электронный ресурс]/ Салем Р.Р.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.— 352 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25708>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Зимон А. Д. Физическая химия : учебник для вузов / А. Д. Зимон, 2006, Агар. - 315, [2] с.

3. Жуховицкий А. А. Физическая химия : учеб. для вузов / А. А. Жуховицкий, Л. А. Шварман, 1987, Металлургия. - 687 с.

4. Задачи по физической химии: учеб. пособие / В. В. Еремин и др. - М. : Экзамен, 2003. - 318 с.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО – ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Электронная информационно-образовательная среда АНО ВО "СЗТУ" (ЭИОС СЗТУ) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://edu.nwotu.ru/>

Учебно-информационный центр АНО ВО "СЗТУ" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://lib.nwotu.ru:8087/jirbis2/>

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, контрольную работу, курсовую, самостоятельную работу студента, консультации.

9.1. При изучении тем из модулей 1-6 студентам необходимо повторить лекционный учебный материал, изучить рекомендованную литературу, а также учебный материал, находящийся в указанных информационных ресурсах.

На завершающем этапе изучения каждого модуля необходимо, воспользовавшись предложенными вопросами для самоконтроля, размещенными в электронной информационной образовательной среде (ЭИОС), проверить качество усвоения учебного материала

В случае затруднения в ответах на поставленные вопросы рекомендуется повторить учебный материал.

9.2. После изучения каждого модуля дисциплины необходимо ответить на вопросы контрольного теста по данному модулю с целью оценивания знаний и получения баллов.

9.3. При изучении модуля 1 «Основы химической термодинамики» следует выполнить задание 1 контрольной работы, и лабораторную работу руководствуясь методическими рекомендациями по их выполнению.

При изучении модуля 2 «Химическое равновесие» следует выполнить задание 2 контрольной работы, и практическую работу руководствуясь методическими рекомендациями по их выполнению.

При изучении модуля 3 «Фазовые равновесия и свойства растворов» следует выполнить практическую работу, руководствуясь методическими рекомендациями по ее выполнению.

При изучении модуля 4 «Химическая кинетика» следует выполнить задание 3 контрольной работы, руководствуясь методическими рекомендациями по ее выполнению.

При изучении модуля 5 «Поверхностные явления» следует выполнить практическую работу, руководствуясь методическими рекомендациями по ее выполнению.

При изучении модуля 6 «Диффузия в металлах» следует выполнить лабораторную и практическую работу, руководствуясь методическими рекомендациями по их выполнению.

9.4. По завершению изучения учебной дисциплины в семестре студент обязан пройти промежуточную аттестацию. Вид промежуточной аттестации определяется рабочим учебным планом. Форма проведения промежуточной аттестации – компьютерное тестирование с использованием автоматизированной системы тестирования знаний студентов в ЭИОС.

9.5. К промежуточной аттестации допускаются студенты, выполнившие требования рабочего учебного плана.

## **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

### **1. Internet – технологии:**

WWW (англ. World Wide Web – Всемирная Паутина) – технология работы в сети с гипертекстами;

FTP (англ. File Transfer Protocol – протокол передачи файлов) – технология передачи по сети файлов произвольного формата;

IRC (англ. Internet Relay Chat – поочередный разговор в сети, чат) – технология ведения переговоров в реальном масштабе времени, дающая возможность разговаривать с другими людьми по сети в режиме прямого диалога;

ICQ (англ. I seek you – я ищу тебя, можно записать тремя указанными буквами) – технология ведения переговоров один на один в синхронном режиме.

2. Дистанционное обучение с использованием ЭИОС на платформе Moodle.

3. Технология мультимедиа в режиме диалога.

4. Технология неконтактного информационного взаимодействия (виртуальные кабинеты, лаборатории).

5. Гипертекстовая технология (электронные учебники, справочники, словари, энциклопедии) и т.д.

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Мультимедийные аудитории.

2. Библиотека.

3. Справочно-правовая система Консультант Плюс.

4. Электронная информационно-образовательная среда университета.

5. Локальная сеть с выходом в Интернет.

## 12. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента.

Вид учебной работы	Баллы
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Контрольный тест к модулю 1	0 – 5
Контрольный тест к модулю 2	0 – 5
Контрольный тест к модулю 3	0 - 5
Контрольный тест к модулю 4	0 - 5
Лабораторная работа	0 - 10
Практическая работа 1	0 - 8
Практическая работа 2	0 - 7
Контрольная работа	0 - 20
Итого за учебную работу	0 – 70
Итоговый контрольный тест (промежуточная аттестация)	0 – 30
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

<b>БОНУСЫ</b> (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
- за активность	0 - 10
- за участие в олимпиаде	0 - 50
- за участие в НИРС	0 - 50
- за оформление заявок на полезные методы (рацпредложения)	0 - 50

### Бальная шкала оценки

Оценка (экзамен)	Баллы
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

### Оценка по контрольной работе

Оценка	Количество баллов
отлично	18 - 20
хорошо	15 - 17
удовлетворительно	12 - 14
неудовлетворительно	менее 12



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 1. Перечень формируемых компетенций

#### Общепрофессиональные (ОПК)

<i>Код компетенции</i>	<b>Наименование и (или) описание компетенции</b>
<b>ОПК-4</b>	готовность сочетать теорию и практику для решения инженерных задач

#### Профессиональные (ПК)

<i>Код компетенции</i>	<i>Наименование и (или) описание компетенции</i>
<b>ПК-4</b>	готовность использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы.
<b>ПК-5</b>	способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов.

#### Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые модули (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
<b>1</b>	Модуль 1. Основы химической термодинамики	ОПК-4, ПК-4, ПК-5	Контрольный тест 1 Лабораторная работа 1
<b>2</b>	Модуль 2. Химическое равновесие	ОПК-4, ПК-4, ПК-5	Контрольный тест 1 Практическое занятие 1
<b>3</b>	Модуль 3. Фазовые равновесия и свойства растворов	ОПК-4, ПК-4, ПК-5	Контрольный тест 2 Практическое занятие 2
<b>4</b>	Модуль 4. Химическая кинетика	ОПК-4, ПК-4, ПК-5	Контрольный тест 2
<b>5</b>	Модуль 5. Поверхностные явления	ОПК-4, ПК-4, ПК-5	Контрольный тест 3 Практическое занятие 2
<b>6</b>	Модуль 6. Диффузия в металлах	ОПК-4, ПК-4, ПК-5	Контрольный тест 3 Лабораторная работа 2 Практическое занятие 2
<b>7</b>	Модули 1-6	ОПК-4, ПК-4, ПК-5	Итоговый контрольный тест Контрольная работа

### 3. Показатели и критерии оценивания компетенций по этапам формирования, описание шкал оценивания

Этапы освоения компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				
		1	2	3	4	5
Первый этап	<b>Знать</b> (ОПК-4, ПК-4, ПК-5): общие закономерности протекания химических реакций в металлургических производствах; природу фазовых равновесий в металлургических системах	Не знает	Имеет понятие об общих закономерностях протекания химических реакций, не знаком с их использованием в металлургических процессах	Знает общие закономерности протекания химических реакций, но допускает ошибки при решении конкретных задач	Знает принципы использования закономерности протекания химических реакций в металлургических процессах, но не имеет представления о поверхностных явлениях и диффузии в металлах	Знает принципы использования закономерности протекания химических реакций в металлургических процессах и о термодинамическом подходе при оценке поверхностных явлений и диффузии в металлах
Второй этап	<b>Уметь</b> (ОПК-4, ПК-4, ПК-5): осуществлять корректное математическое описание физических и химических явлений технологических процессов; выполнять термохимические расчеты; фазовые равновесия на основе диаграмм состояния	Не умеет	Ошибается в выборе методов и инструментов в термохимических расчетах	Правильно определяет сущность задачи, но допускает ошибки в выборе методик термохимических расчетов	Правильно выбирает методики термохимических расчетов, но ошибается в выборе инструментов решения	Умеет применять математическое описание физических и химических явлений технологических процессов конкретных задач
Третий этап	<b>Владеть</b> (ОПК-4, ПК-4, ПК-5): методами основными физико-химическими расчетами металлургических процессов; методами определения и расчета тепловых эффектов химических реакций	Не владеет	Владеет некоторыми методами физико-химических расчетов металлургических процессов	Владеет методами физико-химических расчетов металлургических процессов, но не может использовать для решения практически задач	Владеет методами физико-химических расчетов металлургических процессов, но не использует их для оценки поверхностных явлений.	Владеет методами физико-химических расчетов металлургических процессов, в том числе и для оценки поверхностных явлений.

**3. Шкалы оценивания**  
(балльно-рейтинговая система)

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Баллы</b>
Участие в online занятиях, прослушивание видео лекций	0 – 5
Контрольный тест к модулю 1	0 – 5
Контрольный тест к модулю 2	0 – 5
Контрольный тест к модулю 3	0 - 5
Контрольный тест к модулю 4	0 - 5
Лабораторная работа	0 - 10
Практическая работа 1	0 - 8
Практическая работа 2	0 - 7
Контрольная работа	0 - 20
Итого за учебную работу	0 – 70
Итоговый контрольный тест (промежуточная аттестация)	0 – 30
<b>ВСЕГО</b>	<b>0 - 100</b>

**Бальная шкала оценки**

<b>Оценка (экзамен)</b>	<b>Баллы</b>
отлично	86 – 100
хорошо	69 – 85
удовлетворительно	51 – 68
неудовлетворительно	менее 51

**5. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций при изучении учебной дисциплины в процессе освоения образовательной программы**

**5.1. Типовой вариант задания на контрольную работу**

**Задача**

1. При температуре  $T$ ,  $K$  рассчитать по уравнению Кирхгофа с использованием средних изобарных теплоемкостей тепловой эффект реакции и изменение энтропии в результате протекания реакции (см. табл.).
2. При температуре  $T$  и общем давлении  $p$  (см. табл.) рассчитать энтропийным методом константу равновесия реакции  $K_p$  и состав равновесной смеси, если количества веществ в исходной смеси (в моль) равны их стехиометрическим коэффициентам в уравнении реакции.
3. Объяснить, в какую сторону смещается равновесие рассматриваемой реакции:
  - а) при повышении температуры;
  - б) при повышении давления.

### 5.3. Типовой тест промежуточной аттестации

1. Реакции, протекающие за счет подведенной извне электрической энергии или же, наоборот, служащие источником ее получения, называются
  - a. радиационно-химическими
  - b. фотохимическими
  - c. химическими
  - d. электрохимическими
  - e. плазмохимическими
2. В водном растворе нитрата натрия
  - a. две составные части
  - b. одна составная часть
  - c. четыре составные части
  - d. три составные части
3. Если время полупревращения прямо пропорционально начальной концентрации реагента, то порядок реакции по данному реагенту равен
  - a. нулю
  - b. двум
  - c. трем
  - d. единице
4. Исходя из формулы Эйнштейна, при 016
  - a. 018
  - b. 024
  - c. 020
  - d. 022
5. Выражениями, характеризующими локальное производство энтропии, являются  
Выберите по крайней мере один ответ:
  - a. 062
  - b. 066
  - c. 068
  - d. 064
6. Утверждение о том, что скорость диффузии пропорциональна площади поперечного сечения и градиенту концентрации, является  
Выберите один ответ.
  - a. законом Шарля
  - b. вторым законом Фика
  - c. законом Амага
  - d. первым законом Фика
7. Как правило, колебательная сумма по состояниям  
Выберите один ответ.
  - a. близка к нулю
  - b. находится в пределах от 10 до 100
  - c. близка к единице
  - d. значительно больше ста
8. Зависимость степени электролитической диссоциации от концентрации электролита выражает  
Выберите один ответ.
  - a. закон квадратного корня
  - b. закон ионной силы
  - c. первый закон Фарадея
  - d. закон разведения Оствальда

- е. предельный закон Дебая - Хюккеля
9. В наиболее общем виде полезную работу можно определить как  
Выберите один ответ.
- a. электрическую работу
  - b. механическую работу
  - c. сумму всех видов работ, за исключением механической работы
  - d. немеханическую работу
  - e. химическую работу
  - f. работу сил поверхностного натяжения
10. Значение уравнения Гиббса – Дюгема состоит в том, что оно показывает взаимосвязь  
Выберите один ответ.
- a. термодинамических потенциалов компонентов системы
  - b. химических потенциалов компонентов раствора
  - c. электрохимических потенциалов компонентов системы
  - d. электрохимических и термодинамических потенциалов
11. Теоретически Аррениус свое уравнение обосновал, исходя из  
Выберите один ответ.
- a. фундаментального уравнения Гиббса
  - b. тепловой теоремы Нернста
  - c. изохоры Вант-Гоффа
  - d. изобары Вант-Гоффа
  - e. изотермы Вант-Гоффа
12. При оценке исключаемого объема в уравнении Ван-дер-Ваальса  
Выберите один ответ.
- a. учитываются парные и тройные взаимодействия
  - b. учитываются только тройные взаимодействия
  - c. учитываются только парные взаимодействия
  - d. взаимодействия не учитываются
13. Несовпадение молекулярности и порядка реакции имеет место для  
Выберите по крайней мере один ответ:
- a. гетерогенных реакций
  - b. для сложных реакций
  - c. простых гомогенных реакций
  - d. для реакций с избытком одного из реагентов
  - e. для элементарных стадий сложных реакций
14. Фазу, в которую после экстракции переходит экстрагируемый компонент, называют  
Выберите один ответ.
- a. дистиллятом
  - b. рафинатом
  - c. кубовым остатком
  - d. экстрактом
15. Утверждение о том, что системам с экстремумами на диаграммах состояния отвечает такое равновесие жидкость – пар, при котором в точках экстремумов составы жидкости и пара одинаковы, является  
Выберите один ответ.
- a. законом Рауля
  - b. законом Генри
  - c. первым законом Гиббса - Коновалова
  - d. вторым законом Гиббса - Коновалова
  - e. вторым законом Рауля
16. Метод расчета, основанный на использовании условия 014; 016, называется  
Выберите один ответ.

- a. методом определения порядка реакции
  - b. методом избытка
  - c. методом квазистационарных концентраций
  - d. методом валентных связей
17. В системах с различной взаимной растворимостью жидкостей составы равновесных фаз Выберите один ответ.
- a. становятся одинаковыми только при достижении верхней критической температуры растворения
  - b. никогда не становятся одинаковыми
  - c. становятся одинаковыми при достижении верхней или нижней критической температуры растворения
  - d. становятся одинаковыми только при достижении нижней критической температуры растворения
18. Приравнение  $S_0$  и  $\ln F_0$  приводит к введению статистического аналога Выберите один ответ.
- a. второго начала термодинамики
  - b. тепловой теоремы Нернста
  - c. принципа Каратеодори
  - d. закона кубов Дебая
  - e. постулата Планка
19. Для получения кинетических закономерностей необходимо знать Выберите один ответ.
- a. только путь, по которому протекает реакция
  - b. не только начальное и конечное состояния системы, но и путь, по которому протекает реакция
  - c. только начальное и конечное состояния системы
  - d. только начальное состояние системы
20. Для самопроизвольного процесса, протекающего в неизолированной системе при постоянстве давления и температуры, сумма химических потенциалов реагентов с учетом стехиометрических коэффициентов должна Выберите один ответ.
- a. быть равной нулю
  - b. быть меньше суммы химических потенциалов продуктов с учетом стехиометрических коэффициентов
  - c. превышать сумму химических потенциалов продуктов с учетом стехиометрических коэффициентов
  - d. быть равной сумме химических потенциалов продуктов с учетом стехиометрических коэффициентов
21. Утверждение о том, что количество химически изменяемого вещества пропорционально количеству поглощенной световой энергии, является Выберите один ответ.
- a. законом Бугера - Ламберта - Бера
  - b. законом Гротгуса - Дрепера
  - c. количественной зависимостью между скоростью фотохимической реакции и количеством поглощенной энергии, установленной Вант-Гоффом
  - d. законом фотохимической эквивалентности Эйнштейна
22. Для однокомпонентных равновесных двухфазных систем тепловой эффект испарения (возгонки) можно определить, используя Выберите один ответ.
- a. закон Генри
  - b. уравнение Шредера
  - c. уравнение Ван-дер-Ваальса

- d. уравнение Клапейрона - Менделеева
- e. закон Сивертса
- f. уравнение Клапейрона - Клаузиуса

23. Числом степеней свободы называется число параметров системы, которые можно выбрать один ответ.

- a. изменять
- b. изменять без изменения числа фаз
- c. изменять независимо друг от друга
- d. изменять независимо друг от друга без изменения числа фаз

24. Согласно правилу рычага количества сопряженных фаз

Выберите один ответ.

- a. равны отрезкам, на которые делит ноду фигуративная точка
- b. пропорциональны отрезкам, на которые делит ноду фигуративная точка
- c. не зависят от соотношения между отрезками, на которые делит ноду фигуративная точка
- d. обратно пропорциональны отрезкам, на которые делит ноду фигуративная точка

25. Явление, при котором самопроизвольно идущая в системе реакция вызывает протекание другой реакции, не осуществимой в отсутствие первой, называется

Выберите один ответ.

- a. химической индукцией
- b. автокатализом
- c. катализом
- d. ингибированием

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

6.1. Итоговый контрольный тест доступен студенту только во время тестирования, согласно расписания занятий или в установленное деканатом время.

6.2. Студент информируется о результатах текущей успеваемости.

6.3. Студент получает информацию о текущей успеваемости, начислении бонусных баллов и допуске к процедуре итогового тестирования от преподавателя или в ЭИОС.

6.4. Производится идентификация личности студента.

6.5. Студентам, допущенным к промежуточной аттестации, открывается итоговый контрольный тест.

6.6. Тест закрывается студентом лично по завершении тестирования или автоматически по истечении времени тестирования.