

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМП ТФ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМП ТФ)**

наименование кафедры

**Шиманский А.Ф.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

Дисциплина Б1.Б.09 Физическая химия

Направление подготовки /  
специальность 22.03.02 Metallургия

Направленность  
(профиль)

Форма обучения заочная

Год набора 2018

Красноярск 2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.03.02 Metallургия

---

Программу  
составили

канд.хим.наук, доцент, Васильева М.Н.

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование и развитие физико-химического мышления, способности применять расчетные и экспериментальные методы физической химии для решения профессиональных задач, посредством освоения ее фундаментальных понятий и законов, общих закономерностей протекания химических реакций.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Изучение теоретических основ классической термодинамики и способов применения термодинамических методов для решения проблем металлургического производства.

Овладение расчетными и экспериментальными методами анализа физико-химических процессов и навыками их использования для решения задач, связанных с производством и обработкой металлов и сплавов.

Основной задачей изучения дисциплины является формирование компетенций, необходимых в дальнейшей профессиональной деятельности выпускника, включающей процессы обогащения и переработки руд и других материалов с целью получения концентратов и полупродуктов, процессы получения металлов и сплавов, металлических изделий требуемого качества, а также процессы обработки, при которых изменяются химический состав и структура металлов (сплавов) для достижения определённых свойств.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ОПК-1:готовностью использовать фундаментальные общеинженерные знания</b>	
Уровень 1	знать основные понятия и законы физической химии, область применения этих законов
Уровень 1	уметь использовать законы химической термодинамики и кинетики для установления возможности, глубины и скорости протекания химических процессов
Уровень 1	владеть методами экспериментального определения термодинамических и кинетических параметров металлургических процессов
<b>ПК-4:готовностью использовать основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы</b>	

Уровень 1	Знать базовую терминологию, относящуюся к изучаемой дисциплине, основные понятия и законы, их математическое выражение
Уровень 1	Уметь использовать законы химической термодинамики и кинетики для установления возможности и глубины протекания процессов в тех или иных условиях
Уровень 1	Владеть навыками применения законов физической химии к анализу металлургических процессов
<b>ПК-9:готовностью проводить расчеты и делать выводы при решении инженерных задач</b>	
Уровень 1	Знать принципы использования термодинамического подхода для описания металлургических процессов
Уровень 1	Уметь решать задачи по химической термодинамике и кинетике, анализировать диаграммы фазовых равновесий
Уровень 1	Владеть методами выполнения расчетов и моделирования химического и фазового равновесий, свойств растворов, а также проведения расчетов физико-химических величин

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

Дисциплина "Физическая химия" относится к базовым дисциплинам учебного плана подготовки бакалавров направления 22.03.02 "Металлургия".

Для изучения дисциплины «Физическая химия» студентам необходимо усвоить следующие базовые дисциплины:

Математика: Дифференциальные и интегральные уравнения

Физика

Химия

Основная литература для восполнения знаний:

1. Коровин Н.В. Общая химия. Теория и задачи / Н.В. Коровин, Н.В. Кулешов, О.Н. Гончарук, В.К. Камышова. – М.: Лань, 2014. – 496 с.

2. Трофимова Т.И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т.И. Трофимова. – М.: Академия, 2010.

3. Кузоватов И.А., Математика. Специальные разделы: учебное пособие / И.А. Кузоватов, Н.В. Кузоватова. – Красноярск: СФУ, 2011. – 104 с.

Рассмотренный в курсе материал является базовым для изучения дисциплин профессионального цикла и способствует накоплению знаний в области физической химии, приобретению умений и навыков анализа процессов, протекающих в гомогенных и гетерогенных

системах.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр	
		4	5
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>8 (288)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>7 (252)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,19 (43)</b>	<b>0,03 (1)</b>	<b>1,17 (42)</b>
занятия лекционного типа	0,42 (15)	0,03 (1)	0,39 (14)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	0,39 (14)		0,39 (14)
практикумы			
лабораторные работы	0,39 (14)		0,39 (14)
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>6,44 (232)</b>	<b>0,97 (35)</b>	<b>5,47 (197)</b>
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>0,36 (13)</b>		<b>0,36 (13)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Химическая термодинамика. Химическое равновесие.	4	2	2	12	ОПК-1 ПК-4 ПК-9
2	Термодинамика фазовых превращений.	3	3	2	11	ПК-4 ПК-9
3	Растворы.	2	2	2	12	ПК-4 ПК-9
4	Основы химической кинетики.	2	2	2	66	
5	Основы электрохимии.	2	3	4	66	
6	Термодинамика поверхностных явлений.	2	2	2	65	
Всего		15	14	14	232	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Установочная лекция	1	0	0

2	1	<p>Введение. Предмет и составные части физической химии. Основные этапы развития физической химии как современной теоретической основы химии. Методы термодинамики, кинетики и квантовой химии в описании химических явлений. Основные понятия, законы и модели термодинамики. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к процессам в идеальном газе. Энтальпия. Закон Г.И. Гесса. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Уравнение Кирхгоффа. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах. Второй закон термодинамики. Энтропия. Обратимые и необратимые термодинамические процессы. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Изменение энтропии в изолированной системе – критерий направления самопроизвольного процесса. Вычисление изменения энтропии в различных процессах.</p>	3	0	0
---	---	---	---	---	---



3	2	<p>Вывод и анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы первого и второго рода.</p> <p>Диаграммы состояния. Способы построения диаграмм состояния.</p> <p>Принцип непрерывности и принцип соответствия.</p> <p>Правило фаз Гиббса.</p> <p>Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Полиморфизм.</p> <p>Аллотропия.</p> <p>Энантиотропные и монокотропные фазовые переходы.</p> <p>Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Анализ диаграмм состояния.</p> <p>Правило Рычага.</p> <p>Построение кривых охлаждения.</p>	3	0	0
---	---	--	---	---	---

4	3	<p>Общая характеристика и классификация растворов. Формы выражения состава растворов.</p> <p>Интегральные и парциальные молярные свойства растворов.</p> <p>Химический потенциал, связь с составом и температурой.</p> <p>Идеальные растворы. Разбавленные растворы. Законы Рауля, Сиверта, Генри. Закон распределения вещества между двумя несмешивающимися фазами. Криоскопия и эбуллиоскопия.</p> <p>Реальные растворы. Термодинамическая активность компонента в реальном растворе. Коэффициент термодинамической активности. Отклонения от закона Рауля в поведении реальных растворов.</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

5	4	<p>Основы формальной кинетики.  Кинетические уравнения формальной кинетики. Скорость реакции, константа скорости реакции.  Порядок реакции и ее молекулярность.  Кинетика простых реакций: первого, второго и n-го порядка.  Способы определения порядка реакции.  Теория активных соударений Аррениуса.  Возможности теории и ее недостатки. Теория переходного состояния.  Активированный комплекс. Основные положения и уравнения теории, возможности и недостатки.  Уравнение Аррениуса.  Кинетика обратимых, параллельных и последовательных реакций.</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

6	5	<p>Классификация электрохимических систем и процессов. Применение электрохимии в металлургии. Электролиты, классификация, свойства. Скорость движения ионов, подвижность, числа переноса. Удельная и эквивалентная электрическая проводимости. Влияние концентрации электролита на электроперенос. Электродные потенциалы и ЭДС гальванического элемента. Уравнение Нернста. Классификация электродов. Электролиз. Законы Фарадея.</p>	2	0	0
---	---	--	---	---	---

7	6	<p>Поверхностное натяжение, зависимость от природы веществ, температуры и состава. Уравнения Лапласа и Томсона-Кельвина, анализ и применение. Смачивание и капиллярные явления, адгезия и когезия. Адсорбция. Влияние температуры на адсорбцию. Адсорбция в системе твердое тело-газ. Уравнения Фрейндлиха и Лэнгмюра. Особенности адсорбции в системе твердое тело-жидкость. Адсорбция в системе жидкость-газ. Уравнение Гиббса. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Влияние поверхностно-активных веществ на технологические свойства систем.</p>	2	0	0
Всего			15	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Химическая термодинамика. Решение задач по химической термодинамике.</p> <p>Закон Гесса. Расчет теплового эффекта химической реакции при стандартных условиях.</p> <p>Закон Кирхгофа. Расчет теплового эффекта химической реакции при заданной температуре.</p> <p>Расчет изменения энтропии.</p> <p>Расчет энергии Гиббса.</p> <p>Химическое равновесие. Константа химического равновесия гомогенных реакций.</p> <p>Влияние температуры на константу равновесия.</p> <p>Уравнение изобары Вант-Гоффа.</p> <p>Химическое сродство.</p> <p>Уравнение изотермы Вант-Гоффа.</p> <p>Принципы использования термодинамического подхода для описания современных металлургических систем.</p>	2	0	0
2	2	<p>Анализ диаграмм состояния однокомпонентных и двухкомпонентных систем.</p> <p>Правило фаз Гиббса.</p> <p>Правило рычага.</p> <p>Построение кривых охлаждения.</p>	3	0	0
3	3	<p>Растворы неэлектролитов. Формы выражения состава растворов.</p> <p>Термодинамические характеристики растворов.</p> <p>Идеальные растворы.</p> <p>Реальные растворы.</p> <p>Разбавленные растворы.</p> <p>Растворы электролитов.</p> <p>Термодинамика растворов электролитов.</p>	2	0	0

4	4	Основы кинетики гомогенных реакций. Методы определения порядка и константы скорости химической реакции. Влияние температуры на скорость реакции.	2	0	0
5	5	Свойства растворов электролитов. Подвижность ионов и числа переноса. Электропроводность растворов электролитов. Водородный показатель и произведение растворимости. Электродные потенциалы и электродвижущая сила гальванического элемента.	3	0	0
6	6	Поверхностные явления. Поверхностное натяжение. Уравнение Лапласа. Уравнение Томсона-Кельвина. Капиллярные явления. Когезия. Адгезия. Смачивание. Адсорбционные явления. Уравнение мономолекулярной адсорбции Лэнгмюра. Уравнение адсорбции Фрейндлиха. Уравнение адсорбции Гиббса.	2	0	0
Всего			14	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	Калориметрическое определение теплоты растворения солей. Калориметрическое определение теплоты нейтрализации сильных электролитов. Исследование химического равновесия гомогенной реакции в растворе.	2	0	0
2	2	Построение диаграммы фазового равновесия двухкомпонентной системы в конденсированном состоянии. Определение давления насыщенного пара жидкости по температуре кипения.	2	0	0
3	3	Криоскопический метод определения молекулярной массы неэлектролита и степени диссоциации электролита. Определение коэффициента распределения.	2	0	0
4	4	Изучение кинетики реакции разложения перекиси водорода (4 ч) Определение константы скорости реакции второго порядка (4 ч)	2	0	0
5	5	Потенциометрическое определение рН растворов (4 ч) Электропроводность растворов электролитов (4 ч) Определение ЭДС гальванического элемента (4 ч)	4	0	0
6	6	Определение поверхностного натяжения жидкости (4 ч) Определение адсорбции уксусной кислоты углем (4 ч)	2	0	0
Всего			14	0	0



## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Стромберг А. Г., Семченко Д. П.	Физическая химия: учебник для студентов вузов, обуч. по химич. спец.	Москва: Высшая школа, 2006
Л1.2	Кудряшева Н.С., Бондарева Л. Г.	Физическая химия: учебник для бакалавров	Москва: Юрайт, 2012
Л1.3	Кудряшева Н.С., Бондарева Л.Г.	Физическая химия: учебник	М.: Юрайт, 2014
Л1.4	Свиридов В. В.	Физическая химия	Москва: Лань", 2016
Л1.5	Борщевский А. Я.	Физическая химия: Учебник: Том 1: Общая химическая термодинамика	Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017
Л1.6	Белоусова Н. В., Васильева М. Н., Симонова Н. С., Шиманский А. Ф.	Физическая химия: учебное пособие	Красноярск: СФУ, 2019
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Эткинс П. У., Паула Д. д., Лунин В. В., Полторак О. М.	Физическая химия: Ч. 1. Равновесная термодинамика: в 3 частях : перевод с английского	Москва: Мир, 2007
Л2.2	Шиманский А. Ф., Белоусова Н. В., Васильева М. Н., Шубин А. А., Симонова Н. С., Якимов И. С., Бычков П. С.	Физикохимия неорганических материалов: учебно-методический комплекс дисциплины (№ 1825/69-2008)	Красноярск: СФУ, 2009
Л2.3	Кнотько А. В., Пресняков И. А., Третьяков Ю. Д.	Химия твердого тела: учебное пособие по специальности 020101 (011000) "Химия"	Москва, 2006

Л2.4	Грызунов В.И., Кузеев И.Р., Пояркова Е.В., Полухина В.И., Шабловская Е.Б., Приймак Е.Ю., Фирсова Н.В.	Физическая химия: учебное пособие	Москва: Флинта, 2014
Л2.5	Бокштейн Б. С., Менделев М. И., Похвиснев Ю. В.	Физическая химия: термодинамика и кинетика: учебник	Москва: МИСиС, 2012
Л2.6	Зарубин Д. П.	Физическая химия: Учебное пособие	Москва: ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2017
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Гильдебрандт Э. М., Болдина Л. Г., Васильева М. Н.	Физическая химия: методические указания к лабораторным работам	Красноярск: Информационно- полиграфически й комплекс [ИПК] СФУ, 2009
Л3.2	Гильдебрандт Э. М., Болдина Л. Г.	Физическая химия: метод. указ. к лаб. работам для студентов всех спец.	Красноярск: ГУЦМиЗ, 2006
Л3.3	Гильдебрандт Э. М., Болдина Л. Г.	Физическая химия: метод. указ. к лаб. работам для студентов всех спец.	Красноярск: ГУЦМиЗ, 2004
Л3.4	Гильдебрандт Э. М., Белоусова Н. В.	Физическая и коллоидная химия: Методическое пособие для заочников: утверждено Редакционно-издательским советом академии в качестве учебного пособия	Красноярск: ГАЦМиЗ, 2002
Л3.5	Кудряшева Н. С., Немцева Е. В., Кратасюк В. А., Есимбекова Е. Н., Бондарева Л. Г., Гавричков В. А., Выдрякова Г. А., Свидерская И. В.	Физическая химия: электронный учебно- методический комплекс по дисциплине (№ 144-2007)	Красноярск: СФУ, 2009
Л3.6	Васильева М. Н., Симонова Н. С.	Физическая химия: учеб.-метод. пособие для самостоят. работы [для студентов спец. 150701.65 «Физикохимия процессов и материалов», 150108.65 «Порошковая металлургия, композиционные материалы, покрытия», напр. 150400 «Металлургия» и 150100 «Материаловедение и технологии материалов»]	Красноярск: СФУ, 2012

ЛЗ.7	Симонова Н. С., Васильева М. Н., Болдина Л. Г.	Физическая и коллоидная химия: учебно-методическое пособие	Красноярск: СФУ, 2021
------	--	--	--------------------------

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельное изучение теоретического материала по курсу «Физическая химия» планируется с целью домашней проработки, как лекционного материала, так и информации, полученной студентами при работе с рекомендуемой литературой.

Для самостоятельной проработки теоретического материала рекомендуется использовать учебные пособия, приведенные в разделе 6 учебной программы, по разделам, соответствующим пройденному лекционному материалу. При самостоятельной работе с литературой студенту рекомендуется составить конспект, в котором он, по желанию, может отразить основные сведения по изучаемой теме.

Основной формой упражнений на практических занятиях являются задачи. Задачи для решения приведены в методических указаниях для практических занятий.

Самостоятельная работа студентов ставит целью расширение и закрепление знаний и умений, получаемых на лекциях, практических и лабораторных занятиях. В этом случае наиболее эффективными будут следующие формы проведения СРС:

- систематическое чтение и конспектирование литературы по вопросам изучаемой дисциплины;
- подготовка к лабораторным, практическим занятиям;
- подготовка студентов к экзамену.

Студенты заочной формы обучения выполняют самостоятельно контрольную работу по изучаемым разделам физической химии.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Нет.
-------	------

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Нет.
-------	------

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Кафедра располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов деятельности в процессе изучения дисциплины «Физическая химия», соответствует требованиям государственного образовательного стандарта подготовки бакалавров по направлению 22.03.02 «Металлургия».

Учебные классы и лаборатории кафедры оснащены необходимым оборудованием, позволяющим проводить лекционные, практические и лабораторные занятия в инновационной форме с применением активных методов обучения.

Лабораторные занятия проводятся в аудитории 213 л.к. площадью 65 м<sup>2</sup>. Площадь, занимаемая лабораторным оборудованием и мебелью, составляет от 8 до 15 м<sup>2</sup> (в зависимости от аудиторной мебели для размещения студентов). Норма площади на одного студента, согласно ГОСТ 12.4.113-82 «Система стандартов безопасности труда. Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности», составляет 4,5 м<sup>2</sup>. Таким образом, вместимость лаборатории – порядка 12 человек. При необходимости за счет задействования для размещения студентов расположенной рядом учебной аудитории 234 можно повысить число занятых в занятии студентов до 15 человек, не более. В связи с изложенным, учебные группы численностью 16 человек и более делятся на подгруппы, состав которых сохраняется до окончания лабораторного практикума. Деление на подгруппы фиксируется в педагогической нагрузке преподавателя.