

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения**  
**высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»**  
**в г. Апатиты**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.11 Физическая химия**

---

(шифр дисциплины и название в строгом соответствии  
с федеральным государственным образовательным стандартом и учебным планом)

**основной профессиональной образовательной программы  
по специальности**

**21.05.04 Горное дело**

**Специализация № 6 Обогащение полезных ископаемых**

---

(код и наименование направления подготовки  
с указанием направленности (профиля) (наименования магистерской программы))

**высшее образование – специалитет**

---

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –  
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

**горный инженер (специалист)**

---

квалификация

**заочная**

---

форма обучения

**2020**

---

год набора

**Составитель(и):**

Иваненко В.И., профессор, д.т.н.;  
Маслобоева С.М., доцент, к.т.н. ;  
Ермакова Э.Г., старший преподаватель  
кафедры общих дисциплин

Утверждено на заседании кафедры  
общих дисциплин  
(протокол № 6 от 28 мая 2020 г.)

Зав.кафедрой



Савельева О. В

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** – целью изучения дисциплины является развитие у студентов химического мировоззрения и приобретения ими современных представлений о строении веществ и о химическом процессе на основе термодинамики и кинетики; освоение теоретических основ классической и статистической термодинамики и способов применения термодинамических методов для решения химических проблем, а также формирования у студентов знаний и умений, позволяющих моделировать и проводить численные расчеты при описании различных видов химических и фазовых равновесий и свойств веществ в растворах.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

1. законы и понятия физической и коллоидной химии;
2. структуру и свойства основных фазовых состояний вещества (газы, твердые тела и жидкости); фазовые равновесия; фазовые равновесия в конденсированных системах; химические равновесия; структуру и свойства основных фазовых состояний вещества (газы, твердые тела и жидкости); фазовые равновесия; фазовые равновесия в конденсированных системах; химические равновесия;
3. поверхностные явления; адсорбцию веществ на межфазовой поверхности;
4. растворы электролитов; электродные процессы и электродвижущие силы;
5. кинетику гомогенных химических реакций и гетерогенных процессов.

**уметь:**

1. выполнять термохимические расчеты, расчеты химического равновесия, равновесия в растворах, тепловых эффектов химических реакций; анализировать фазовые равновесия на основе диаграмм состояния;
2. выполнять расчеты констант скоростей реакций и энергии активации;

**владеть:**

1. методами и методиками физико-химического исследования; основными физико-химическими расчетами состояния поверхности минералов, флотационных реагентов и их взаимодействия во флотационных системах;
2. современной химической научной терминологией; методами качественного и количественного элементного анализа;
3. навыками работы с приборами, постановки простейшего эксперимента и оценки его результатов.

## **2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины «Физическая химия» формируются следующие компетенции:

- готовность с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр (ОПК-4);

- владением методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр (ПК-2);

- способностью выбирать технологию производства работ по обогащению полезных ископаемых, составлять необходимую документацию (ПСК-6.2).

### 3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физическая химия» (Б1.В.ОД.7) относится к вариативной части блока Б1 учебного плана и является обязательной дисциплиной.

Дисциплина изучается на четвертом году обучения, является логическим продолжением и опирается на знания дисциплины «Химия», устанавливаемые ФГОС ВО по направлению 21.05.04 «Горное дело». В свою очередь, дисциплина «Физическая химия» логически связана с дисциплинами вариативной части: Обогащение полезных ископаемых, Органическая химия и является предшествующей для изучения дисциплины специализации Флотационные методы обогащения, дисциплин вариативной части блока Б1: Очистка сточных вод и оборотное водоснабжение, Технологии обогащения полезных ископаемых.

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц или 108 часов.  
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоемкость в ЗЕТ	Общая трудоемкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интер-активной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
4	7	2	72	8	4	10	22	6	50	-	-	-
4	8	1	36	-	-	-	-	-	32	-	4	зачет
<b>Итого:</b>		<b>3</b>	<b>108</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>82</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>зачет</b>

**5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных час	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС	Кол-во часов на контроль
		ЛК	ПР	ЛБ				
1	<i>Основы учения о строении вещества.</i>	1	-	-	1	-	9	
2	<i>Основы химической термодинамики.</i>	1	1	-	2	1	9	
3	<i>Химическая кинетика.</i>	1	-	2	3	1	9	
4	<i>Химические равновесия.</i>	1	1	-	2	1	9	
5	<i>Растворы</i>	1	-	2	3	-	9	
6	<i>Фазовые равновесия. Диаграммы состояния.</i>	1	1	2	4	1	9	
7	<i>Электрохимические процессы..</i>	0,5	-	2	2,5	1	9	
8	<i>Поверхностные явления.</i>	0,5	1	2	3,5	1	9	
9	<i>Дисперсные системы, их устойчивость и коагуляция.</i>	1	-	-	1	-	10	
	<b>Итого:</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>82</b>	
	<b>зачет</b>							<b>4</b>

**Содержание дисциплины**

**Раздел 1. Основы учения о строении вещества.**

**Тема лекции №1** Агрегатные состояния и молекулярно-кинетическая теория.

Классификация агрегатных состояний вещества. Газообразное состояние. Твердое состояние (аморфное и кристаллическое). Полиморфизм. Жидкое состояние. Элементы молекулярно-кинетической теории. Законы идеальных газов. Уравнения состояния идеального газа. Уравнение состояния реального газа.

**Раздел 2. Основы химической термодинамики.**

**Тема лекции №2.1** Первый закон термодинамики и термохимия.

Предмет и задачи химической термодинамики, её значение для технологов-обогащителей. Основные понятия термодинамики: системы и термодинамические функции. Внутренняя энергия, теплота. Работа. Первое начало термодинамики. Тепловой эффект изобарного процесса, понятие об энтальпии. Теплота реакции. Закон Гесса. Стандартное состояние.

**Тема лекции №2.2** Термодинамические потенциалы.

Энтальпия образования. Энтропия. Второе начало термодинамики. Термодинамический потенциал Гиббса, его вычисление. Определение направления протекания химических реакций.

**Тема лекции №2.3** Химический потенциал.

Понятие химического потенциала. Уравнение Гиббса-Дюгема. Понятие об активности и фугитивности.

**Раздел 3. Химическая кинетика.**

**Тема лекции №3.1** Кинетика химических реакций.

Гомогенные и гетерогенные процессы. Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации реагентов. Порядок и константа скорости реакции. Влияние температуры на скорость реакции. Энергия активации процесса. Уравнение Аррениуса. Катализ. Механизмы химических реакций.

#### ***Раздел 4. Химические равновесия.***

##### ***Тема лекции №4.1 Термодинамика химического равновесия***

Условие химического равновесия. Закон действующих масс. Константа равновесия. Смещение равновесия с изменением концентрации, температуры и давления.

#### ***Раздел 5. Растворы.***

##### ***Тема лекции №5.1 Ионно-молекулярные равновесия.***

Классификация растворов. Растворимость. Произведение растворимости. Электролитическая диссоциация. Степень диссоциации. Сильные и слабые электролиты. Ионное произведение воды. pH раствора. Гидролиз солей. Буферные системы.

##### ***Тема лекции №5.2 Свойства растворов.***

Разбавленные растворы. Давление пара растворов. Закон Рауля. Закон Генри. Осмос и осмотическое давление растворов. Закон Вант-Гоффа. Изотонические коэффициенты. Температуры замерзания и кипения растворов. Криоскопия. Эбулиоскопия. Активность и коэффициент активности. Ионная сила раствора. Особенности свойств сильных электролитов. Теория Дебая-Хюккеля. Электрическая проводимость растворов электролитов. Числа переноса. Закон Кольрауша. Кондуктометрия.

#### ***Раздел 6.: Фазовые равновесия. Диаграммы состояния.***

##### ***Тема лекции №6.1 Условия существования фаз.***

Условие равновесия фаз. Существование фаз. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.

##### ***Тема лекции №6.2 Диаграммы состояния.***

Равновесие между фазами и различные виды диаграммы состояния. Системы, образующие твердые растворы, и химические соединения с конгруэнтной и инконгруэнтной точкой плавления. Эвтектическая и перитектическая точки.

#### ***Раздел 7. Электрохимические процессы.***

##### ***Тема лекции №7.1 Равновесные электродные реакции.***

Электродные потенциалы. Электрохимические элементы и электродвижущие силы. Термодинамика электрохимических элементов. Уравнение Нернста. Электроды и их классификация. Стандартный водородный электрод. Электроды первого и второго рода. Окислительно-восстановительные электроды. Водородная шкала потенциалов. Концентрационные элементы и диффузионный потенциал. Потенциометрия.

##### ***Тема лекции №7.2 Неравновесные электродные процессы.***

Электролиз. Законы Фарадея. Электродная поляризация. Потенциал разложения и перенапряжение. Электрохимическая коррозия металлов.

#### ***Раздел 8. Поверхностные явления.***

##### ***Тема лекции №8.1 Термодинамика поверхностных явлений.***

Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностная энергия Гиббса. Поверхностное натяжение. Поверхностно-активные и поверхностно-инактивные вещества. Уравнение адсорбции Гиббса. Смачивание. Капиллярные явления. Адгезия. Когезия. Флотация.

##### ***Тема лекции №8.2 Процессы массообмена.***

Адсорбция. Уравнение Фрейндлиха. Теория адсорбции Ленгмюра. Адсорбция электролитов. Образование и строение двойного электрического слоя. Ионообменная адсорбция. Классификация ионитов, их использование в промышленности для очистки сточных вод.

#### ***Раздел 9. Дисперсные системы, их устойчивость и коагуляция.***

##### ***Тема лекции №9.1 Свойства дисперсных систем.***

Общая характеристика дисперсных систем. Устойчивость дисперсных систем. Коагуляция и флокуляция. Методы получения лиофобных систем. Коллоидные системы. Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем: броуновское движение, диффузия, осмотическое

давление, седиментация. Оптические свойства дисперсных систем. Электрокинетические явления. Дзета-потенциал.

**Тема лекции №9.2 Структурообразование в дисперсных системах.**

Образование и строение мицелл. Строение золь и пептизация. Микрогетерогенные системы: суспензии, эмульсии, пены, аэрозоли. Растворы высокомолекулярных соединений. Гели. Студни

## **6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **Основная литература:**

1. Кругляков П.М., Хаскова Т.Н. Физическая и коллоидная химия: Учебное пособие для вузов - М.: Высшая школа, 2007.
2. Кудряшева Н.С. Физическая и коллоидная химия. Учебник и практикум. - М.: Юрайт, 2014
3. Задачи по физической химии: учебное пособие/ В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А.Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. - М.: Издательство «Экзамен», 2003. (на кафедре)

### **Дополнительная литература:**

4. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по курсу общей химии. - М.: Интеграл-Пресс, 2001
- 5.
6. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. - М.: Высшая школа, 1999.
7. Краткий справочник физико-химических величин. Изд. 7-е, испр. Под ред. К.П.Мищенко и А.А.Равделя. Изд-во «Химия, Л., 1974» (на кафедре)
8. методические указания к лабораторным работам (на кафедре)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедийный проектор экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия обеспечивающие тематические иллюстрации и аудиторная мебель (столы, стулья, доска аудиторная);

- помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета;

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);

- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами

для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);  
- лаборатория химии.

## **7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

## **7.2. ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

## **7.3. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ**

1. Электронная база данных Scopus.

## **7.4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс  
<http://www.consultant.ru/>

2. Электронный справочник "Информио" для высших учебных заведений  
<http://www.informio.ru/>

## **8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ**

Не предусмотрено.

## **9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.