МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСиС»)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0289C0DF001EACC4AE4DE08B9F24E03556
Владелец: Кожухов Алексей Александрович
Действителен: с 21.08.2020 до 21.08.2021

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
НИТУ «МИСиС»
от «31» августа 2020 г.
протокол № 1-20

Рабочая программа дисциплины
Физическая химия

Закрепленная кафедра Кафедра горного дела

Направление подготовки 21.05.04 Горное дело

Специализация Обогащение полезных ископаемых

Квалификация Горный инженер (специалист)

Форма обучения Очная

Общая трудоемкость 3 ЗЕТ

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 54
самостоятельная работа 54
часов на контроль -

Семестр(ы) изучения 6

Формы контроля:

зачет в 6 семестре

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	6		Итого
Вид занятий	УП	РП	
Лекции	26		26
Практические	28		28
Контактная работа	54		54
Сам. работа	54		54
Часы на контроль	-		-
Итого:	108		108

Год набора 2020 г.

Программу составил:
Левина Татьяна Александровна, доцент, к.б.н.
Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью

_____
подпись

Рабочая программа дисциплины
Физическая химия

разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» декабря 2015 г. № 602 о.в.)

Выпуск 2:
от 2 декабря 2015 г. № 602 о.в.

Составлена на основании учебного плана 2020 года набора:
21.05.04 Горное дело, Обогащение полезных ископаемых, утвержденного Ученым советом НИТУ «МИСиС» 21.05.2020 г., протокол №10/зг.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
горного дела
наименование кафедры

Протокол от «23» апреля 2020 г. № 9-20

Зав. кафедрой ГД _____ А.А. Кожухов
подпись *И.О. Фамилия*

«23» апреля 2020 г.

Руководитель ОПОП ВО
Зав.кафедрой ГД, д.т.н., доцент _____ А.А. Кожухов
подпись *И.О. Фамилия*

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ
Цель дисциплины – формирование базовых знаний о методах теоретического и экспериментального исследования равновесных систем и кинетики физико-химических процессов, применению этих методов для решения задач на производствах горнопромышленного комплекса. **Задачи дисциплины**: 1. изучение основных законов физической химии и применение их в практической и научной деятельности; 2. практическое освоение методов обработки экспериментальных результатов с применением информационно коммуникационных технологий; 3. практическое освоение методов физико-химического анализа, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)	Базовая
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся – предшествующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.1.1	Химия
2.1.2	Физика
2.1.3	Материаловедение
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины – последующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.2.1	Органическая химия
2.2.2	Окускование и металлургия
2.2.3	Методы контроля и анализа процессов обогащения
2.2.4	Техника и технология переработки и утилизации отходов
2.2.5	Теория горения и взрыва
2.2.6	Научно-исследовательская работа

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
ОПК-4.1 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;	
Знать:	З-1 Место физической химии как науки в структуре теоретических и практических знаний; З-2 Суть физико-химических процессов, общие закономерности протекания химических реакций
Уметь:	У-1 Прогнозировать и определять свойства соединений и направления химических реакций; У-2 Применять современное химико-аналитическое оборудование при решении практических задач;
Владеть навыком:	Н-1 Методами работы на основном химико-аналитическом оборудовании; Н-2 Самостоятельного составления уравнений химических реакций;
ПСК-6.1 способность анализировать горно-геологическую информацию о свойствах и характеристиках минерального сырья и вмещающих пород	
Знать:	З-1 Природу химических реакций; принципы физико-химических процессов З-2 Основные явления и законы термодинамики, природу химического и фазового равновесия, химической кинетики, теорию растворов;
Уметь:	У-1 Осуществлять корректное математическое описание химических явлений технологических процессов;
Владеть навыком:	Н-1 Основными физико-химическими расчетами и расчётами по уравнениям химических реакций геологических процессов.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр/ курс	Кол-во часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	**Раздел 1. Основные понятия физической химии**	**6**	**18**			
1.1	Проблемы и методы физической химии **/лекция/**	6	2	ОПК-4.1 (З-1, З-2)	Л1.1, Л.2.2 Э 1, Э 2	

1.2	Проблемы и методы физической химии **/практика/**	6	2	ОПК-4.1 (У-1, Н-2)	Л1.1, Л.2.2	
1.3	Химическая термодинамика **/лекция/**	6	4	ОПК-4.1 (З-1, З-2) ПСК-6.1 (З-1, З-2)	Л1.1, Л.2.1 Э 1, Э 2	
1.4	Химическая термодинамика **/практика/**	6	4	ОПК-4.1 (У-1, У-2, Н-1, Н-2) ПСК-6.1 (У-1, Н-1)	Л1.1, Л.2.1	
1.5	Химическое равновесие гомогенных систем **/лекция/**	6	2	ОПК-4.1 (З-1, З-2) ПСК-6.1 (З-1, З-2)	Л1.1, Л.2.1 Э 1, Э 2	
1.6	Химическое равновесие гомогенных систем **/практика/**	6	4	ОПК-4.1 (У-1, У-2, Н-1, Н-2) ПСК-6.1 (У-1, Н-1)	Л1.1, Л.2.1	
2	**Раздел 2. Равновесные процессы**	**6**	**20**			
2.1	Химическое равновесие гетерогенных систем **/лекция/**	6	4	ОПК-4.1 (З-1, З-2) ПСК-6.1 (З-1, З-2)	Л1.1, Л.2.1 Э 1, Э 2	
2.2	Химическое равновесие гетерогенных систем **/практика/**	6	4	ОПК-4.1 (У-1, У-2, Н-1, Н-2) ПСК-6.1 (У-1, Н-1)	Л1.1, Л.2.1	
2.3	Термодинамическая теория растворов **/лекция/**	6	4	ОПК-4.1 (З-1, З-2) ПСК-6.1 (З-1, З-2)	Л1.1, Л.2.1 Э 1, Э 2	
2.4	Термодинамическая теория растворов **/практика/**	6	4	ОПК-4.1 (У-1, У-2, Н-1, Н-2) ПСК-6.1 (У-1, Н-1)	Л1.1, Л.2.1	
2.5	Термодинамическая активность **/лекция /**	6	2	ОПК-4.1 (З-1, З-2) ПСК-6.1 (З-1, З-2)	Л1.1, Л.2.1 Э 1, Э 2	
2.6	Термодинамическая активность **/практика /**	6	2	ОПК-4.1 (У-1, У-2, Н-1, Н-2) ПСК-6.1 (У-1, Н-1)	Л1.1, Л.2.1	
3	**Раздел 3. Фазовые переходы**	**6**	**16**			
3.1	Фазовые равновесия **/лекция/**	6	4	ОПК-4.1 (З-1, З-2) ПСК-6.1 (З-1, З-2)	Л1.1, Л.2.1 Э 1, Э 2	
3.2	Фазовые равновесия **/практика/**	6	4	ОПК-4.1 (У-1, У-2, Н-1, Н-2) ПСК-6.1 (У-1, Н-1)	Л1.1, Л.2.1	
3.3	Поверхностные явления **/лекция/**	6	2	ОПК-4.1 (З-1, З-2) ПСК-6.1 (З-1, З-2)	Л1.1, Л.2.1	
3.4	Поверхностные явления **/практика/**	6	2	ОПК-4.1 (У-1, У-2, Н-1, Н-2) ПСК-6.1 (У-1, Н-1)	Л1.1, Л.2.1	
3.5	Коллоидные системы **/лекция/**	6	2	ОПК-4.1 (З-1, З-2) ПСК-6.1 (З-1, З-2)	Л1.1, Л.2.1	
3.6	Коллоидные системы **/практика/**	6	2	ОПК-4.1 (У-1, У-2, Н-1, Н-2) ПСК-6.1 (У-1, Н-1)	Л1.1, Л.2.1	

4	**Самостоятельная работа студента**	**6**	**54**			
4.1	Усвоение текущего учебного материала	6	18	ОПК-4.1 (З-1, З-2) ПСК-6.1 (З-1, З-2)	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2 Э 1 Э 2	
4.2	Самостоятельное изучение разделов дисциплины: 1 Термодинамическая активность 2. Коллоидные системы	6	10	ОПК-4.1 (З-1, З-2) ПСК-6.1 (З-1, З-2)	Л 1.1, Л 2.1, Э 1 Э 2	
4.3	Подготовка к практическим занятиям	6	14	ОПК-4.1 (У-1, У-2, Н-1, Н-2) ПСК-6.1 (У-1, Н-1)	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2 Э 2	
4.4	Подготовка к контрольным работам	6	12	ОПК-4.1 (У-1, У-2, Н-1, Н-2) ПСК-6.1 (У-1, Н-1)	Л 1.1, Л 1.2, Л 2.1, Л 2.2 Э 2	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Для текущей аттестации необходимо выполнить три контрольные работы.

1. Контрольная работа №1 по разделу «Основные понятия физической химии» содержит пять задач на каждый вариант. *(Задачи по вариантам выдаются преподавателем)*

Вариант 1 (типовое задание):

1. В сосуде объемом 1.0 л при 25°С и 1.00 атм находится некоторое количество воздуха. Какое давление надо создать, чтобы при этой температуре сжать его до 100 см^3?

2. Для обогрева дома домовладелец расходует 4.00□103 м3 природного газа в год. Считайте, что весь потребляемый газ является метаном CH_4, который можно рассматривать как идеальный газ при 1.00 атм и 20°С. Какова масса израсходованного газа?

3. Плотность воздуха при -85, 0 и 100°С равна 1.877, 1.294 и 0.946 г/л, соответственно. Считая, что воздух подчиняется закону Шарля, определите по этим данным значение абсолютного нуля температуры в шкале Цельсия.

4. Баллоны с сжатым газом обычно наполняют до давления 200 бар. Рассчитайте мольный объем кислорода при этом давлении и температуре 25°С, используя (а) уравнение состояния идеального газа, (б) уравнение Ван-дер-Ваальса. Для кислорода a = 1.364 атм x л^2/моль^2 и b = 0.0319 л/моль.

5. Используя параметры уравнения Ван-дер-Ваальса для сероводорода, рассчитайте приблизительные значения (а) температуры Бойля этого газа, (б) радиус молекулы, если считать ее форму сферической.

2. Контрольная работа №2 по разделу «Равновесные процессы» содержит десять задач на каждый вариант. *(Задачи по вариантам выдаются преподавателем)*

Вариант 2 (типовое задание):

1. В сосуде с площадью поперечного сечения 100 см^2 протекает химическая реакция. В результате ее поршень выдавливается наружу на расстояние 10 см. Рассчитайте работу, совершенную системой, если внешнее давление постоянно и равно 1 атм.

2. 6.56 г аргона при 305 К занимают объем 18.5 л. (а) Рассчитайте работу, совершаемую при изотермическом расширении газа против постоянного внешнего давления 7.7 кПа, если при этом объем увеличивается на 2.5 л. (б) Рассчитайте работу, которую можно было бы совершить, если бы такое расширение происходило обратимо.

3. Известно, что температурная зависимость теплоемкости идеального газа описывается уравнением Ср[Дж/К] = 20.17 + 0.3665(Т/К). Рассчитайте q, w, ΔU и ΔH при нагревании 1.0 моля газа от 25 °С до 200 °С (а) при постоянном давлении, (б) при постоянном объеме.

4. Рассчитайте стандартную энтальпию образования гексана при 25 °С через стандартную энтальпию сгорания.

5. 2.0 моля идеального газа, первоначально находящегося при 200 К и 2.00 атм, сжимаются обратимо и адиабатически до температуры 250 К. Рассчитайте q, w, ΔU, ΔH и значения конечных давления и объема, если изохорная теплоемкость газа равна 27.5 Дж/(К·моль).

6. Энтальпия испарения некоторой жидкости равна ΔH = 26.0 кДж/моль. Рассчитайте w, q, ΔU, ΔH при испарении 0.50 молей этой жидкости при 250 К и 750 мм рт. ст.

7. Рассчитайте мольную энтропию аргона при 250 К, если при 298 К и том же объеме она равна 154.84 Дж/К·моль.
8. В ходе некоторого процесса система получила 1.50 кДж теплоты при 350 К. При этом энтропия системы изменилась на +5.51 Дж/К. Можно ли считать этот процесс термодинамически обратимым? Ответ обоснуйте.
9. Энтальпия испарения хлороформа ($CHCl_3$) равна 29.4 кДж/моль в нормальной точке кипения (334.88 К) Рассчитайте (а) энтропию испарения при этой температуре, (б) изменение энтропии окружения.
10. Рассчитайте максимальную полезную работу, которую можно получить в топливном элементе в результате реакции сгорания пропана при 298 К.

3. Контрольная работа №3 по разделу «Фазовые переходы» содержит семь задач на каждый вариант. *(Задачи по вариантам выдаются преподавателем)*
Вариант 3 (типовое задание):
1. Давление пара некоторого вещества при 20.0 ºС составляет 58.0 кПа, а его энтальпия испарения равна 32.7 кДж/моль. Оцените температуру, при которой давление пара достигнет 66.0 кПа.
2. В лабораторном помещении с размерами 5.0x5.0x3.0 м при 25 °С в открытых сосудах находятся (а) вода, (б) бензол, (в) ртуть. Какое количество каждого из веществ можно обнаружить в воздухе, если в помещении не работает вентиляция? (Давления паров равны (а) 24 мм рт. ст., (б) 98 мм рт. ст., (в) $1.7 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст.).
3. Получена следующая температурная зависимость энергии Гиббса изобарного процесса $\Delta G = -73{,}1 + 42{,}8T$ Рассчитайте значение ΔS этого процесса.
4. Оцените изменение энергии Гиббса 10 л воды при увеличении действующего на него давления от 100 до 300 кПа.
5. Угол смачивания обезжиренной поверхности стекла водой близок к нулю. Рассчитайте коэффициент поверхностного натяжения воды при 20°С, если известно, что при этой температуре уровень подъема воды в стеклянном капилляре с внутренним радиусом 0.300 мм достигает 4.96 см. Плотность воды примите равной 998.2 кг/м^3.
6. Покажите, что при фазовом переходе между двумя несжимаемыми жидкостями величина ΔG не зависит от давления.
7. При 90°С давление пара 1,2-диметилбензола равно 20 кПа, а 1,3-диметилбен-зола - 18 кПа. Рассчитайте состав жидкости, кипящей при 90°С и давлении 19 кПа. Определите состав образующегося пара.

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к промежуточной аттестации (зачет)

1. Температура, давление, нормальные и стандартные условия
2. Виды систем
3. Закон Бойля, закон Шарля
4. Уравнение идеального газа, закон Авогадро, объединенный газовый закон
5. Закон Дальтона, мольная доля и парциальное давление
6. Коэффициент сжимаемости.
7. Вириальное уравнение Каммерлинг-Оннеса
8. Критические величины, сверхкритический флюид, температура Бойля
9. Уравнение Ван-дер-Ваальса и область его применения
10. Уравнение Бертло и область его применения
11. Уравнение Дитеричи и область его применения
12. Работа, теплота и энергия
13. Экзо и эндотермические процессы. Адиабатические условия
14. Первый закон термодинамики
15. Виды работ и работа обратимого процесса
16. Колориметр и понятие о теплоемкости. Виды теплоемкости
17. Понятие об энтальпии. Виды энтальпии
18. Закон Гесса
19. Закон Кирхгоффа
20. Соотношения между теплоемкостями. Коэффициент Джоуля-Томпсона
21. Второй закон термодинамики, энтропия
22. Постулат Клаузиуса
23. Энтропия фазового перехода, абсолютное значение энтропии
24. Энергия Гиббса и Гельмгольца
25. Физический смысл энергии Гиббса
26. Физический смысл энергии Гельмгольца
27. Фазовая диаграмма. Фаза
28. Тройная и критические точки
29. Фазовые переходы по Эренфесту

30.Угол смачиваемости
31.Уравнение Кельвина
32.Уравнение Лапласа
33.Классификация растворов
34.Классификация дисперсных систем
35.Закон Рауля. Закон Генри
36.Осмос
37.Понятие фазы и компонента
38.Понятие степени свободы, составляющего, индивидуального вещества
39.Правило фаз Гиббса
40.Двухкомпонентные системы, Диаграмма состав-давление
41.Интерпретация фазовых диаграмм давление-состав
42.Диаграммы состав-температура
43.Интерпретация фазовых диаграмм состав-температура
44.Азеотроп, диаграммы низко- и высококипящих азеотропов
45.Диаграмма жидкость-жидкость, диаграмма жидкость-твердое вещество
46.Эвтектика, инкогруэнтное плавление, зоны ликвидуса и солидуса

Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

1. Практические работы в семестре
2. Контрольные работы.

Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)

- Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: зачет в 6 семестре.
- Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости - балльно-рейтинговая:
  - посещение занятий – 1 балл за занятие (всего 26 занятий), итого не более 26 баллов;
  - выполнение практических работ – по 4 балла за работу (всего 9 работ), итого не более 36 баллов;
  - выполнение контрольной работы №2 – 18 баллов;
  - выполнение контрольных работ №1 и №3 – по 10 баллов, итого не более 20 баллов.
  ИТОГО не более 100 баллов в семестре.
- Условие получения зачета по дисциплине – наличие не менее 60 баллов семестровой работы. Выполнение контрольных работ среди всего прочего является обязательным видом работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	В.И.Грызунов И.Р. Кузеев Е.В. Пояркова	Физическая химия: учебное пособие. – 2-е изд., стер.	Университетская библиотека ONLINE http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461081 (И1)	Москва : Флинта, 2014. – 250 с.
Л 1.2	С.А. Кусманов	Физическая химия: практикум	Университетская библиотека ONLINE http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275638 (И1)	Кострома : КГУ им. Н. А. Некрасова, 2012. – 230 с.

6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	Б.В. Ахметов Ю.П.Новиченко В.И. Чапурин	Физическая и коллоидная химия: учеб.	ГФ НИТУ «МИСиС»	М. : Химия, 1986 . – 320 с.
Л 2.2	Н.Л. Глинка	Общая химия: Учебное пособие для вузов: 26-е изд.,стер.	ГФ НИТУ «МИСиС»	Ленинград : Химия, 1987 . – 704 с.

Л 2.3	Н.В. Коровин	Общая химия – 5-е изд.,стер	ГФ НИТУ «МИСиС»	М.: Высш. шк, 2004. – 557 с.
6.1.3 Методические материалы				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	https://openedu.ru/course/misis/CHTHER/ - онлайн-курс НИТУ «МИСиС»: Физическая химия. Термодинамика.			
Э 2	http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/ – Электронная библиотека учебных материалов по химии			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	– WINHOME 10 RUS OLP NL Acdmc Legalization GetGen;			
П 2	– Office Professional Plus 2016 RUS OLP NL Acdmc			
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1	– Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/			
И 2				
7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ				
7.1	Ауд. 411. Лекционная аудитория. Комплект мультимедийной аппаратуры: – Мультимедийная доска ACTIVboard 387Pro; – системный блок и монитор.			
7.2	Ауд. 416., ауд. 418. Лаборатория «Химия». Лекционная аудитория. Аудитория для проведения лабораторных и практических работ. Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: Шкаф сушильный ШС-40-02; печь электрокамерная ЭКПС-10; весы ВЛ-аналитические; весы ВЛТЭ-310Т(В) технические лабораторные; анион-4100 pH-метр; баня водяная WB-2; рефрактометр; термореактор НТ-170 ХПК; центрифуга СМ-12-06; фотометр фотоэлектрический КФК-3- «ЗОМЗ»; спектрофотометр; плита ПН-4030МК; колбонагреватели; бидистиллятор.			

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)
Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий. При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания: - изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу; - выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы. Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия.