

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » 03 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.23 Физическая химия

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 22.03.02 «Металлургия»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Металлургия чугуна, Электрометаллургия стали, Металлургия цветных металлов, Обработка металлов давлением, Промышленная теплотехника
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: Очная, заочная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4,0 / 144	4,0 / 144
Контактная работа (час.)	72	14
Лекции (час.)	34	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	17	2
Лабораторные работы (час.)	17	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе	18	112
Курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 54	Экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

« 03 » 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.22 Физическая химия

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 22.03.01- Материаловедение и технологии материалов

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): «Прикладное материаловедение»,
«Металловедение и термическая обработка металлов»

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: Очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	2
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4,0 / 144	4,0 / 144
Контактная работа (час.)	72	14
Лекции (час.)	34	4
Практические (семинарские) занятия (час.)	17	2
Лабораторные работы (час.)	17	2
Самостоятельная работа (час.), в том числе	18	112
Курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	Экзамен, 54	Экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «**Физическая химия**» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 22.03.01 - «Материаловедение и технологии материалов» (направленность (профили): «Прикладное материаловедение», «Металловедение и термическая обработка металлов») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

доц. кафедры «Общая, физическая и органическая химия»

к.х.н., доцент  Матвиенко В.Г.

Рабочая программа **рассмотрена и утверждена** на заседании кафедры «Общая, физическая и органическая химия».

Протокол от «20» марта 2023 года № 8


Заведующий кафедрой  Волкова Е.И.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Физическое материаловедение».

Заведующий кафедрой  Егоров Н.Т.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 22.03.01 - «Материаловедение и технологии материалов».

Протокол от «23». 03 .2023 года № 6 .

Председатель  Егоров Н.Т.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Общая, физическая и органическая химия».

Протокол от «__» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Физическое материаловедение».

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа дисциплины «**Физическая химия**» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 22.03.02, направленность (профиль): «Металлургия» для профилей «Металлургия чугуна», «Электрометаллургия стали», «Металлургия цветных металлов», «Обработка металлов давлением», «Промышленная теплотехника») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

доц. кафедры «Общая, физическая и органическая химия»

к.х.н., доцент Матвиенко В.Г.

Рабочая программа **рассмотрена и утверждена** на заседании кафедры «Общая, физическая и органическая химия».

Протокол от «20» марта 2023 года № 8

Заведующий кафедрой Волкова Е.И.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Руднотермические процессы и малоотходные технологии»

Заведующий кафедрой В.В. Кочура
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Электрометаллургия»

И.о. заведующего кафедрой В.И. Заика
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Цветная металлургия и конструкционные материалы»

Заведующий кафедрой С.Ю. Пасечник
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Обработка металлов давлением»

Заведующий кафедрой С.А. Снитко
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Техническая теплофизика»

Заведующий кафедрой А.Б. Бирюков
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия»

Протокол от «29» марта 2023 года № 2

Председатель Снитко С.А.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Общая, физическая и органическая химия».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Руднотермические процессы и малоотходные технологии»

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Электрометаллургия»

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Цветная металлургия и конструкционные материалы»

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Обработка металлов давлением»

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Техническая теплофизика»

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные со свойствами и структурой химических веществ, с особенностями и закономерностями протекания химических процессов, установлением математических зависимостей основных характеристик химических процессов.

Целью дисциплины "Физическая химия" является изучение основных закономерностей химических явлений, широко используя при этом физические законы и методы исследования.

Опираясь на экспериментальные данные отдельных химических дисциплин физическая химия обобщает их, выводит из них общие законы и, таким образом, способствует дальнейшему развитию химической науки.

Физическая химия не только закладывает фундамент для последующего изучения специальных технологических дисциплин, но и формирует у будущих специалистов научный взгляд на мир в целом, расширяет и углубляет мировоззрение. Она способствует формированию инженерного мышления, углубляет и объединяет фундаментальные знания основных законов природы, которые были изучены при освоении предыдущих дисциплин, и является теоретической основой разнообразных технологических процессов.

Основное внимание в преподавании дисциплины уделяется созданию системы знаний и представлений, что в дальнейшем позволит:

- обобщать результаты теоретических и экспериментальных исследований;
- использовать уравнения химических реакций для описания конкретных технологических процессов;
- выполнять термодинамические и химические расчеты для планирования и проведения физико-химических экспериментов;
- использовать методы химической идентификации для определения фазового состава изучаемых систем.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать

- основные законы и понятия физической химии;
- первое, второе начала термодинамики
- термодинамическое описание условий химического равновесия и методы расчета выхода продуктов реакции;
- расчеты фазовых равновесий в однокомпонентных системах;
- химическую теорию растворов, методику расчета концентраций растворов, определения свойств растворов неэлектролитов;
- диаграммы состояния двух- и трехкомпонентных конденсированных систем;

уметь

- пользоваться методами теоретического и экспериментального исследования;
- описывать конкретный технологический процесс уравнениями химических реакций;
- определять направление протекания процесса, а также рассчитывать теплоты химических реакций при заданной температуре;
- рассчитывать константы химического равновесия и с их помощью определять выход продуктов химической реакции;
- рассчитывать фазовые равновесия жидкость-пар, жидкость-кристалл в однокомпонентных системах;
- уметь пользоваться диаграммами состояния двух- и трехкомпонентных систем;
- проводить обобщение и обработку экспериментальных данных.

владеть

- методиками решения задач в области естественных наук и инженерной практике.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания (ОПК-1);

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)». Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрёл при освоении предшествующих дисциплин: химия, математика, физика.

Знания, умения и навыки, приобретённые при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин (металловедение, обработка металлов давлением, охрана труда и др.), прохождении учебной или производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
Тема 1. Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики	23/32	10/2	4/1	4/1	4/28
Тема 2. Химическое равновесие. Фазовое равновесие	20/30	8/0	4/0	4/1	4/28
Тема 3. Растворы неэлектролитов	12/29	6/0	4/1	0/0	5/28
Тема 4 Фазовые равновесия двух- и трехкомпонентных систем	31/29	10/2	5/0	9/0	5/28
Курсовая работа (проект)	-/-				-/-
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Итого по видам занятий	90/126				
Контроль	54/18				
Итого:	144/144	34/4	17/2	17/2	18/112

3.2. Лекции

Тема 1. Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики

Содержание темы 1:

Основные понятия термодинамики: система и внешняя среда, типы систем (открытая, закрытая, изолированная). Процесс, теплота и работа как две формы передачи энергии. Состояние системы, параметры состояния (экстенсивные и интенсивные). Функции состояния и их общие свойства. Основные термодинамические функции (внутренняя энергия, энтальпия, энтропия, энергия Гиббса, энергия Гельмгольца).

Стандартное состояние и стандартные термодинамические функции системы. Первое начало термодинамики - закон сохранения энергии. Связь между энергией, теплотой и работой. Работа некоторых изопроцессов. Теплота. Теплоемкость системы. Теплоемкость средняя, истинная, молярная и удельная, изобарная и изохорная. Зависимость теплоемкости от температуры. Внутренняя энергия как функция состояния. Энтальпия. Тепловой эффект изохорного и изобарного процессов. Стандартная энтальпия образования веществ. Термохимия. Закон Гесса. Термохимические уравнения и расчеты. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа в дифференциальном и интегральном виде. Ее вывод и использование.

Второе начало термодинамики. Процессы равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные. Понятие об энтропии. Энтропия как критериальная функция адиабатических процессов. Зависимость энтропии от T и P . Критериальная функция изотермических процессов. Два основных фактора, определяющие спонтанное протекание процесса. Критерии направления протекания химической реакции в изобарно-изотермических и изохорно-изотермических условиях. Энергия Гиббса. Зависимость энергии Гиббса от T и P . Энергия Гельмгольца. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Немеханическая работа процесса и ее связь с энергией Гиббса

Литература к теме 1: [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#)

Тема 2. Химическое равновесие и фазовое равновесие

Содержание темы 2:

Гомогенные и гетерогенные реакции. Состояние равновесия. Константа равновесия, Связь константы химического равновесия с энергией Гиббса, зависимость ее от температуры. Смещение химического равновесия. Принцип Ле-Шателье. Выход химической реакции; абсолютный и относительный, теоретический и практический. Расчет выхода продуктов химической реакции. Химические равновесия в растворах. Изобара и изохора Вант-Гоффа.

Гетерогенные химические равновесия и их особенности.

Понятие о фазе, компоненте и числе степеней свободы системы. Правило фаз Гиббса. Однокомпонентные системы. Диаграмма состояния воды и ее анализ. Связь между давлением и температурой в равновесной двухфазной системе. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его вывод. Интегрирование уравнения Клапейрона-Клаузиуса. Определение теплоты фазового перехода на основе зависимости давления насыщенного пара от температуры. Правило Трутона. Энантио- и монокотропные превращения. Правило ступеней Оствальда. Переохлажденная вода. Полная диаграмма состояния воды. Диаграмма состояния серы. Диаграмма состояния диоксида углерода.

Литература к теме 2: [\[1\]](#), [\[2\]](#), [\[3\]](#), [\[4\]](#)

Тема 3. Растворы неэлектролитов.

Содержание темы 3:

Истинные растворы, виды растворов. Способы выражения состава растворов: массовая доля, процентная концентрация, мольная доля, молярная концентрация, нормальная, моляльная концентрация. Парциальные молярные величины компонентов в растворе. Уравнение Гиббса-Дюгема. Законы разбавленных растворов. Закон Рауля. Закон Генри. Закон распределения третьего компонента между двумя жидкостями, которые не

смешиваются. Экстракция. Осмотическое давление, закон Вант-Гоффа. Химический потенциал. Зависимость химического потенциала от состава раствора. Понятие активности компонента в растворе. Коэффициент активности. Связь между изменением температур замерзания и кипения в растворах и моляльностью растворенного вещества. Криоскопия и эбулиоскопия.

Литература к теме 3: [1, 2, 3, 4]

Тема 4. Фазовые равновесия двух- и трехкомпонентных систем.

Содержание темы 4:

Диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Диаграммы растворения, кипения, расслоения. Законы Коновалова. Правило рычага, его вывод и использование. Термический анализ. Кривые охлаждения и их анализ. Диаграмма плавления с простой эвтектикой. Диаграмма плавления с ограниченной растворимостью в твердом состоянии. Диаграмма плавления с образованием устойчивых химических соединений (с эвтектикой и перетектикой). Диаграмма плавления с образованием неустойчивых химических соединений.

Диаграммы состояния конденсированных трехкомпонентных систем. Графическое изображение состава трехкомпонентных систем с помощью треугольника Гиббса-Розебома. Объемная диаграмма трехкомпонентной системы. Анализ диаграмм плавления трехкомпонентных систем с простой эвтектикой. Диаграмма плавления трехкомпонентных систем с образованием устойчивых химических соединений (с эвтектикой и перетектикой). Диаграмма плавления трехкомпонентных систем с образованием неустойчивых химических соединений. Правило рычага и его использование в случае трехкомпонентных систем.

Литература к теме 4: [1, 2, 3, 4]

3.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Тема 1. Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики	4/1	[2, 5]
2	Тема 2. Химическое равновесие	4,0	[2, 5]
3	Тема 3. Растворы неэлектролитов	4/1	[2, 5]
4	Тема 4 Фазовые равновесия двух- и трехкомпонентных систем	5/0	[2, 5]
Итого:		17/2	

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Тема 1. Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики	4/1	[5, 6]
2	Тема 2. Химическое равновесие	4/1	[5, 6]
3	Тема 3. Растворы неэлектролитов	0/0	[5, 6]
4	Тема 4 Фазовые равновесия двух- и трехкомпонентных систем	9/0	[5, 6]
Итого:		17/2	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	9/35
2	Подготовка к лабораторным работам	4/34
3	Подготовка к практическим работам	5/34
4	Выполнение курсового проекта	-
5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение индивидуального задания	-/9
Итого		18/112

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине «Физическая химия» не предусмотрен.

Для студентов заочной формы обучения по дисциплине «Физическая химия» предусмотрено выполнение индивидуального задания (контрольной работы).

Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях, практических и лабораторных занятиях и изучаются студентом самостоятельно в соответствии с [5]. Объем учебной нагрузки при выполнении одного индивидуального задания – не менее 9 часов. Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трёх полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;

- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу.
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщённая оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Понятие о системе. Системы открытые и закрытые, изолированные и неизолированные. Параметры системы. Процесс. Две формы передачи энергии – теплота и работа.
2. Первый закон термодинамики. Аналитическое выражение и формулировка первого закона термодинамики.
3. Работа некоторых процессов: изохорного, изобарного и изотермного.
4. Теплота. Теплоемкость системы. Теплоемкость средняя и истинная, молярная и удельная, изобарная и изохорная. Зависимость молярной теплоемкости от температуры.

5. Внутренняя энергия системы. Составляющие внутренней энергии. Внутренняя энергия системы как функция состояния.
6. Энтальпия. Закон Гесса. Стандартные теплоты образования веществ. Расчет тепловых эффектов реакции на основе стандартных теплот образования веществ.
7. Тепловые эффекты Q_r и Q_v , связь между ними.
8. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа в дифференциальной и интегральной форме, ее вывод и анализ.
9. Характеристика термодинамических процессов: процессы равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные. Формулировка второго закона термодинамики.
10. Введение понятие об энтропии. Энтропия идеального газа. Энтропия как критериальная функция для адиабатного процесса.
11. Изменение энтропии в изотермическом процессе. Определение направления протекания изотермического процесса на основе величин ΔS и Q/T
12. Энергия Гельмгольца как критериальная функция для изотермно-изохорных процессов. Зависимость энергии Гельмгольца от параметров системы.
13. Энергия Гиббса, ее зависимость от температуры и давления для различных систем в дифференциальной и интегральной форме. Критериальные свойства энергии Гиббса в изотермно-изобарных процессах.
14. Константа химического равновесия K^0 , ее вывода, связь с величиной ΔG^0 .
15. Различные способы выражения константы химического равновесия. Принцип Ле Шателье – Брауна. Влияние различных факторов на смещение химического равновесия.
16. Выход продукта химической реакции: абсолютный и относительный, теоретический и практический. Расчет выхода продукта химической реакции.
17. Особенности гетерогенных химических равновесий.
18. Зависимость константы химического равновесия от температуры. Изобара и изохора Вант-Гоффа.
19. Понятие о фазе, компоненте, числе степеней свободы. Правило фаз Гиббса, его вывод.
20. Правило фаз Гиббса для однокомпонентной системы. Диаграмма состояния воды, ее анализ.
21. Связь между давлением и температурой в равновесной двухфазной системе. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса, его вывод в дифференциальной форме.
22. Интегрирование уравнения Клапейрона-Клаузиуса для равновесия жидкость - пар (кристаллы - пар) и жидкость - кристаллы (равновесия двух конденсированных фаз). Определение теплоты фазового перехода на основе зависимости давления насыщенного пара от температуры. Правило Трутона.
23. Анализ диаграмм энергия Гиббса - температура для полиморфных модификаций и жидкости. Енантио - и монотропия.
24. Диаграмма состояния серы и бензофенона.
25. Диаграмма состояния диоксида углерода.
26. Переохлажденная вода. Метастабильные состояния. Полиморфные модификации. Полная диаграмма состояния воды.
27. Способы выражения состава растворов. Интенсивные и экстенсивные свойства растворов. Парциальные молярные величины компонентов в растворе.
28. Некоторые соотношения для парциальных молярных величин. Уравнение Гиббса-Дюгема. Некоторые свойства парциальных молярных величин, которые вытекают из анализа диаграмм молярное свойство - состав.
29. Законы разбавленных растворов. Закон Рауля. Закон Генри.
30. Закон распределения третьего компонента между двумя жидкостями, которые не смешиваются. Экстракция. Многократная экстракция.

31. Зависимость химического потенциала компонента от состава идеального раствора.
32. Введение понятия активности компонента в растворе. Зависимость химического потенциала от состава реального раствора. Стандартное состояние для компонента в растворе
33. Зависимость активности растворителя от температуры в двухфазной системе кристаллы растворителя - раствор. Уравнение Шредера. Его интегрирование.
34. Связь между понижением температуры замерзания и моляльностью растворенного вещества. Криоскопия. Понятие об эбуллиоскопии.
35. Диаграмма состояния двухкомпонентной системы с ограниченной растворимостью компонентов в жидком состоянии. Правило рычага, его вывод.
36. Диаграмма плавкости системы с простой эвтектикой. Кривые охлаждения, их анализ.
37. Диаграмма плавкости системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии (с эвтектикой). Кривые охлаждения, их анализ.
38. Диаграмма плавкости системы с перитектикой. Кривые охлаждения, их анализ.
39. Диаграмма плавкости системы с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии, Кривые охлаждения, их анализ
40. Диаграмма плавкости системы с образованием устойчивого химического соединения. Кривые охлаждения, их анализ.
41. Диаграмма плавкости системы с неустойчивым химическим соединением. Кривые охлаждения, их анализ.
42. Фазовые равновесия пар - жидкость. Уравнение линии жидкости и линии пара в идеальной системе.
43. Общий вид диаграммы Р - Х - У. Законы Коновалова. Азеотропия. Диаграммы Т - Х - У и их анализ. Понятие о ректификации.
44. Трехкомпонентные системы. Треугольник составов. Объемная диаграмма плавкости системы с эвтектикой. Анализ этой системы на плоскости треугольника составов.
45. Объемная диаграмма ограниченной растворимости компонентов в жидком состоянии. Анализ этой системы на плоскости треугольника составов. Правило Тарасенкова.

Пример экзаменационного билета.

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Программа бакалавриат
Направление подготовки 22.03.02 «Металлургия»
Профиль МЕТ
Семестр второй
Учебная дисциплина Физическая химия

Билет № 2

1. Первый закон термодинамики. Аналитическое выражение и формулировка первого закона термодинамики.
2. Энергия Гельмгольца как критериальная функция для изотермно-изохорных процессов. Зависимость энергии Гельмгольца от параметров системы.
3. Задача (прилагается)

Утверждено на заседании кафедры общей, физической и органической химии
протокол № _____ от _____ 202 г.

Зав. кафедрой _____ Экзаменатор _____

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам практических (семинарских) занятий, выполнения лабораторных работ, индивидуального задания, во

время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

Итоговый контроль в виде экзамена, который проводится согласно графика учебного процесса.

4.3 Критерии оценивания

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы по дисциплине «Физическая химия» для обучающихся по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy

В каждом билете содержится 2 теоретических вопроса и одна задача. Заданиям соответственно присваиваются следующие весовые коэффициенты: 0,3; 0,3 и 0,4. Сумма весовых коэффициентов равна единице.

Ответ на каждое задание оценивается по 100-бальной шкале.

В случае теоретического задания оценка «100» ставится в случае полного системного раскрытия вопроса без каких-либо неточностей. Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты (до 10 баллов), допущены несущественные неточности (до 10 баллов), допущены существенные неточности при правильном ответе в целом (до 25 баллов), при недостаточном представлении материалов (баллы снимаются как процент недостающего материала с учетом его значимости).

В случае задачи оценка «100» ставится в случае представления полного решения с правильным ходом и точным ответом, при верном указании единиц измерения всех физических величин и выполненном полном анализе результатов (если требуется). Баллы снимаются, если в решении есть несущественные неточности, не повлиявшие на результат (до 15 баллов), неверно указаны или не указаны единицы измерения физических величин (до 15 баллов), допущены отдельные неточности в ходе решения, не искажившие ход решения в целом (до 25 баллов), неточность численных результатов (до 15 баллов), ошибки в анализе результатов (до 20 баллов).

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма произведений оценок за каждое задание на их весовой коэффициент.

Полученная оценка по 100-бальной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на практических (лабораторных) занятиях

Практическое занятие на тему: «Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики». Вопросы при текущем опросе:

Понятие о системе. Системы открытые и закрытые, изолированные и неизолированные. Параметры системы. Процесс. Две формы передачи энергии – теплота и работа.

Первый закон термодинамики. Аналитическое выражение и формулировка первого закона термодинамики.

Работа некоторых процессов: изохорного, изобарного и изотермного

Теплота. Теплоемкость системы. Теплоемкость средняя и истинная, молярная и удельная, изобарная и изохорная. Зависимость молярной теплоемкости от температуры.

Внутренняя энергия системы. Составляющие внутренней энергии. Внутренняя энергия системы как функция состояния.

Энтальпия. Закон Гесса. Стандартные теплоты образования веществ. Расчет тепловых эффектов реакции на основе стандартных теплот образования веществ.

Тепловые эффекты Q_p и Q_v , связь между ними.

Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгофа в дифференциальной и интегральной форме, ее вывод и анализ.

Характеристика термодинамических процессов: процессы равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые, самопроизвольные и несамопроизвольные. Формулировка второго закона термодинамики.

4.5 Курсовое проектирование - учебным планом курсовое проектирование не запланировано

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ЛИТЕРАТУРА

1. Карташинская Е. С. Практикум по коллоидной химии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для обучающихся образовательных учреждений высшего профессионального образования / Е. С. Карташинская, В. Г. Матвиенко ; Е. С. Карташинская, В. Г. Матвиенко ; ГОУВПО "ДОННТУ". - 5 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/21/cd10342.pdf>

2. Верховлюк, А. М. Физическая химия — основа металлургических процессов : учебное пособие / А. М. Верховлюк, Г. А. Верховлюк. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 216 с. — ISBN 978-5-9729-0568-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115194.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Дополнительная литература

3. Архипова, Н. В. Физическая химия : учебное пособие / Н. В. Архипова, И. Д. Кособудский. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. — 160 с. — ISBN 978-5-7433-3370-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108705.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/108705>.

4. Березовчук, А. В. Физическая химия : учебное пособие / А. В. Березовчук. — 2-е изд. — Саратов : Научная книга, 2019. — 159 с. — ISBN 978-5-9758-1816-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/81087.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователе.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Методические рекомендации для самостоятельной работы и выполнения индивидуальных заданий по дисциплине "Физическая химия" [Электронный ресурс] : для обучающихся нехимических специальностей всех форм обучения / ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ", Кафедра общей, физической и органической химии ; ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. общ., физ. и орган. химии ; сост.: В. Г. Матвиенко, Е. С. Карташинская. - 669 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/21/m7283.pdf>

6. Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине "Физическая химия" [Электронный ресурс] : для обучающихся нехимических специальностей всех форм обучения / ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ", Кафедра общей, физической и органической химии ; ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. общ., физ. и орган. химии ; сост.: В. Г. Матвиенко, Е. С. Карташинская. - 912 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2021. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/21/m7284.pdf>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Учебная аудитория № 7.417, учебный корпус 7, для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: ноутбук (ОС - Windows 8.1 Professionalx86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (лицензия GNULGPLv3+ и MPL2.0), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

7.2. Учебная аудитория № 7.115, учебный корпус 7, для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: ноутбук (ОС - Windows 8.1 Professionalx86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice3.3.0.4 (лицензия GNULGPLv3+ и MPL2.0), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты; весыаналитические; весы технические; штативы лабораторные; шкаф металлический; шкафы сушильные; шкафы вытяжные; рефрактометр ИРФ-22; аквадистиллятор Д-4; лабораторный рН-метр; посуда химическая стеклянная: пробирки, бюретки, воронки, колбы).

7.3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС – Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, Grubloaderfor ALT Linux – лицензия GNULGPLv3, Mozilla Firefox – лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – лицензия GNUGPL).