

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



А. А. Каракозов

« 31 » 03 2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.23 Физическая и коллоидная химия**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Специальность: 21.05.02 Прикладная геология  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Специализация: «Геология и разведка месторождений  
полезных ископаемых»  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: специалитет  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

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

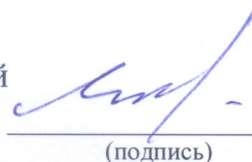
Форма обучения:	очная	заочная
Семестр(ы)	3	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	4,0/144	4,0/144
Контактная работа (час.), в том числе:	70	14
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)	34	4
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	74	130
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час. / зачёт)	Зачет	Зачет

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Физическая и коллоидная химия» составлена в соответствии с учебными планами по специальности 21.05.02 Прикладная геология (профиль – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых») для 2023 года приёма по очной и заочной форме обучения.

Составитель:

доцент кафедры общей физической  
и органической химии, к.х.н.



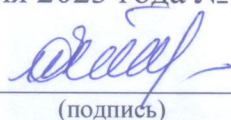
В.Г. Матвиенко

(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры общей, физической и органической химии.

Протокол от «27» февраля 2023 года № 7.

Заведующий кафедрой



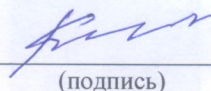
Е.И. Волкова

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована** с выпускающей кафедрой геологии и разведки полезных ископаемых.

Заведующий кафедрой



В.И. Купенко

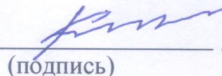
(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена** учебно-методической комиссией «ДОННТУ» по специальности 21.05.02 Прикладная геология.

Протокол от «17» марта 2023 года № 3

Председатель



В. И. Купенко

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры общей, физической и органической химии.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой геологии и разведки полезных ископаемых.

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 и связанных с ними процессов, установлением математических зависимостей основных характеристик химических процессов, поверхностных явлений.

Целью дисциплины "Физическая и коллоидная химия" является изучение основных закономерностей химических и поверхностных явлений, с использованием физических законов и методов исследования.

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

Физическая и коллоидная 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 их мировоззрение. Она способствует формированию инженерного мышления, углубляет и объединяет фундаментальные знания основных законов природы, которые были предметом изучения предыдущих дисциплин, и являются 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 конкретного технологического процесса;
- выполнять термодинамические и химические расчеты для планирования и проведения физико-химических экспериментов;
- использовать методы химической идентификации для определения фазового состава изучаемых систем, поверхностных явлений.

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 двухкомпонентных конденсированных систем;
- процессы, протекающие на границе раздела фаз.

**уметь:**

- пользоваться методами теоретического и экспериментального исследования;
- описывать конкретные химико-технологические процессы уравнениями химических реакций;
- определять направление протекания процесса, а также рассчитывать теплоты химических реакций при заданной температуре;
- рассчитывать константы химического равновесия и с их помощью выход продуктов химической реакции;
- рассчитывать фазовые равновесия жидкость-пар, жидкость-кристалл в однокомпонентных системах;
- пользоваться диаграммами состояния двухкомпонентных систем;
- рассчитывать равновесные параметры поверхностных процессов;
- проводить обобщение и обработку экспериментальных данных;

**владеть**

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

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1).
- Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3).
- Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни (УК-6).

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к циклу математической и естественно-научной подготовки базовой части учебного плана.

Учебная дисциплина "Физическая и коллоидная химия" имеет связи со следующими естественно-научными дисциплинами: "Химия", "Математика", "Физика".

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении учебной и производственной практики, при изучении таких дисциплин как «Общая геохимия», «Основы минералогии», «Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых», «Экология».



### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ	Лабор.	СРС
Тема 1. Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики		10/1	-	8/1	19/25
Тема 2. Химическое равновесие. Фазовое равновесие		7/1	-	6/1	17/25
Тема 3. Растворы неэлектролитов		4/0	-	6/1	8/20
Тема 4 Фазовые равновесия двухкомпонентных систем		6/1	-	8/1	14/20
Тема 5 Поверхностное натяжение. Термодинамика поверхностного слоя.		3/0	-	4/0	8/20
Тема 6 Адсорбция. Адсорбционное равновесие		4/1	-	2/0	8/20
Итого по видам занятий	142/138	34/4	-	34/4	74/130
Контактная работа (дополнительная)	2/6				
Курсовая работа (проект)					
Контроль					
Итого:	144/144				

#### 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 монотропные 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 двухкомпонентных 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.

Литература к теме 4: [1, 2, 3, 4]

#### **Тема 5. Поверхностное натяжение. Термодинамика поверхностного слоя**

Содержание темы 5:

Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение, его трактовка как изменение энергии Гиббса, немеханической работы, силы. Обобщенное уравнение первого и второго начал термодинамики. Поверхностное натяжение индивидуальных жидкостей и растворов. Поверхностно-активные вещества (ПАВ).. Дифильный характер молекул ПАВ. Зависимость поверхностного натяжения раствора от концентрации ПАВ. Уравнение Шишковского.

Литература к теме 5: [1, 2, 3, 4]

#### **Тема 6. Адсорбция. Адсорбционное равновесие.**

Содержание темы 6:

Явление адсорбции. Понятие об адсорбенте и адсорбате. Абсолютная и избыточная адсорбция.

Фундаментальное адсорбционное уравнение Гиббса. Виды взаимодействия адсорбат – адсорбент. Уравнение мономолекулярной адсорбции Ленгмюра. Предельная адсорбция. Уравнение Фрейндлиха. Линеаризация уравнений Ленгмюра и Фрейндлиха, определение констант этих уравнений. Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ. Уравнение БЭТ.

Литература к теме 6: [1, 2, 3, 4]

### 3.3. Практические (семинарские) занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены..

### 3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Тема 1. Основные понятия и законы физической химии. Начала термодинамики	8/1	[7]
2	Тема 2. Химическое равновесие	6/1	[7]
3	Тема 3. Растворы неэлектролитов	6/1	[7]
4	Тема 4 Фазовые равновесия двухкомпонентных систем	8/1	[7]
5	Тема 5 Поверхностное натяжение. Термодинамика поверхностного слоя.	4/0	[7]
6	Тема 6 Адсорбция. Адсорбционное равновесие	2/0	[7]
Итого:		34/4	

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	37/60
2	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	37/60
3	Подготовка к практическим работам (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	-
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	-
5	Выполнение курсовой работы (27 часов)	-
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	-/10
Итого		74/130

### 3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Учебным планом выполнение курсового проекта (работы) не запланирован.

Индивидуальное задание для студентов заочной формы обучения выбираются по варианту, предложенному преподавателем, и формируются из приведенного перечня контрольных заданий [5, 6].

#### Контрольные задания

1. Определите работу обратимого расширения (сжатия)  $m$  г вещества  $A$  от  $p_1$  Па до  $p_2$  Па при  $T_1$  К. Какой была бы работа процесса при нагревании данного количества газа при постоянном давлении ( $p_2$  Па) до  $T_2$  К? Какой была бы работа процесса, если бы газ нагревали до  $T_2$  К, но теплота при этом не выделялась (поглощалась)? При постоянном объеме? Назовите каждый из



рассматриваемых процессов. Считать, что вещество  $A$  в данном случае подчиняется законам идеальных газов. Результаты оформить в виде таблицы.

Таблица вариантов

№ вар-та	$m$ , г	Вещество $A$	$p_1$ , Па	$p_2$ , Па	$T_1$ , К	$T_2$ , К
1	$1 \cdot 10^2$	O <sub>2</sub>	$0,1 \cdot 10^5$	$0,3 \cdot 10^5$	298	500
2	$2 \cdot 10^2$	N <sub>2</sub>	$0,3 \cdot 10^5$	$0,1 \cdot 10^5$	300	600
3	$3 \cdot 10^2$	Cl <sub>2</sub>	$0,3 \cdot 10^5$	$0,5 \cdot 10^5$	350	430
4	$4 \cdot 10^2$	Ar	$0,5 \cdot 10^5$	$0,3 \cdot 10^5$	200	400
5	$5 \cdot 10^2$	H <sub>2</sub> O <sub>(г)</sub>	$0,2 \cdot 10^5$	$0,8 \cdot 10^5$	273	500
6	$6 \cdot 10^2$	F <sub>2</sub>	$0,8 \cdot 10^5$	$0,2 \cdot 10^5$	520	620
7	$7 \cdot 10^2$	H <sub>2</sub>	$0,7 \cdot 10^5$	$0,9 \cdot 10^5$	600	750
8	$8 \cdot 10^2$	N <sub>2</sub>	$0,4 \cdot 10^5$	$0,6 \cdot 10^5$	240	600
9	$9 \cdot 10^2$	O <sub>2</sub>	$0,2 \cdot 10^5$	$0,1 \cdot 10^5$	310	480
10	$1 \cdot 10^3$	H <sub>2</sub> O <sub>(г)</sub>	$0,1 \cdot 10^5$	$0,2 \cdot 10^5$	320	510
11	$2 \cdot 10^3$	F <sub>2</sub>	$0,6 \cdot 10^5$	$0,9 \cdot 10^5$	550	710
12	$3 \cdot 10^3$	Cl <sub>2</sub>	$0,5 \cdot 10^5$	$0,9 \cdot 10^5$	450	500
13	$4 \cdot 10^3$	Ar	$0,2 \cdot 10^5$	$0,7 \cdot 10^5$	430	800
14	$5 \cdot 10^3$	He	$0,5 \cdot 10^5$	$0,2 \cdot 10^5$	410	650
15	$6 \cdot 10^3$	F <sub>2</sub>	$0,4 \cdot 10^5$	$0,6 \cdot 10^5$	420	580
16	$7 \cdot 10^3$	Cl <sub>2</sub>	$0,8 \cdot 10^5$	$0,2 \cdot 10^5$	350	480
17	$8 \cdot 10^3$	Ar	$0,2 \cdot 10^5$	$0,4 \cdot 10^5$	370	560
18	$9 \cdot 10^3$	H <sub>2</sub>	$0,6 \cdot 10^5$	$0,1 \cdot 10^5$	380	650
19	$1,5 \cdot 10^2$	He	$0,8 \cdot 10^5$	$0,3 \cdot 10^5$	290	610
20	$1,8 \cdot 10^2$	O <sub>2</sub>	$0,2 \cdot 10^5$	$0,9 \cdot 10^5$	270	500

2. Вычислите тепловой эффект реакции  $A$  при 298 К и  $T$  К при постоянном давлении и при постоянном объеме. Тепловые эффекты образования веществ при стандартных условиях возьмите из справочника (Краткий справочник физико-химических величин / под ред. Равделя А.А., Пономаревой А.М., стр 72, табл.44). Результаты оформите в виде таблицы.

Таблица вариантов

№ варианта	Реакция $A$	$T$ , К
1	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$	1100
2	$\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2$	600
3	$4\text{CO}_2 + \text{S}_2 = 2\text{SO}_2 + 4\text{CO}$	1800
4	$4\text{H}_2\text{O} + \text{S}_2 = 2\text{SO}_2 + 4\text{H}_2$	2200
5	$4\text{H}_2\text{O} + 3\text{S}_2 = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S}$	1200
6	$2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$	900
7	$2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$	3000

№ варианта	Реакция А	T, K
8	$H_2 + I_2 = 2HI$	1400
9	$N_2 + 3H_2 = 2NH_3$	400
10	$4 HCl_{(r)} + O_2 = 2Cl_2 + 2H_2O_{(r)}$	700
11	$CO_2 + N_2O = CO + 2NO$	800
12	$CO + Cl_2 = COCl_2$	400
13	$4CO + 2SO_2 = S_2 + 4CO_2$	700
14	$CO + H_2 = CO + H_2O_{(r)}$	1200
15	$N_2O_4 = 2NO_2$	400
16	$N_2 + O_2 = 2NO$	400
17	$SO_2 + O_3 = SO_3 + O_2$	250
18	$N_2O + O_3 = NO + O_2$	250
19	$2NO + 5H_2 = 2NH_3 + 2H_2O_{(r)}$	500
20	$2NO + 3H_2SO_4 = 3SO_2 + 2H_2O + 2HNO_3$	800

3. Расположите электролиты в порядке увеличения порога коагуляции золя, полученного в результате реакции обмена при смешении равных объемов растворов А и В разных концентраций.

Таблица вариантов

№	Раствор А	Раствор В	Электролиты
1	0,01M $Mg(OH)_2$	0,005M $H_3PO_4$	$Na_2SO_4$ , $MgSiO_3$ , $AlCl_3$
2	0,005M $Mg(OH)_2$	0,01M $H_3PO_4$	$K_2SO_4$ , $BaCl_2$ , $Al(NO_3)_3$
3	0,004M $AgNO_3$	0,008M $HBr$	$Ba(NO_3)_2$ , $K_2SO_4$ , $AlCl_3$
4	0,005M $Fe(NO_3)_2$	0,008M $KOH$	$K_2SO_4$ , $MgCl_2$ , $Na_3PO_4$
5	0,003M $FeCl_3$	0,001M $NaOH$	$Al(NO_3)_3$ , $NiSO_4$ , $K_3PO_4$
6	0,0001M $AgNO_3$	0,0008M $KJ$	$LiCl$ , $K_2SO_4$ , $Na_2S$
7	0,0007M $AgNO_3$	0,0001M $KBr$	$Ca(NO_2)_3$ , $K_2SO_4$ , $Na_2SiO_3$
8	0,001M $Pb(NO_3)_2$	0,003M $KJ$	$BaCl_2$ , $Na_2SO_4$ , $K_2SO_4$
9	0,002M $Pb(NO_3)_2$	0,001M $KJ$	$Na_2SO_4$ , $MgCl_2$ , $NaCSN$
10	0,001M $Pb(NO_3)_2$	0,0005M $H_2S$	$(NH_4)_3PO_4$ , $Na_2SO_4$ , $AlCl_3$

## 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. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- 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;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

## **4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета**

Учебным планом не запланирован.

### 4.3 Критерии оценивания

Средствами оценивания являются:

- ведение конспекта;
- выполнение и защита лабораторных работ;
- выполнение зачетной работы тестового характера.

Итоговая оценка по 100-балльной шкале определяется суммой баллов за следующие виды работ согласно таблице:

- для студентов очной формы обучения:

№	Вид работы	Кол-во баллов	Сумма
1	Ведение конспекта	2·8	16
2	Выполнение лабораторных работ	4·4	16
3	Защита лабораторных работ	4,5·4	18
4	Зачетная работа	2·25	50
	Итого:		100

- для студентов заочной формы обучения:

№	Вид работы	Кол-во баллов	Сумма
1	Выполнение индивидуального задания	50	50
2	Зачетная работа	2·25	50
	Итого:		100

Форма получения зачета по предмету – письменная.

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам ведения конспекта, работы на практических занятиях, а также во время контрольных опросов в ходе проведения занятий. Максимально возможное количество баллов за работу в семестре – 50 баллов, по зачетной работе – 50 баллов.

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

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Зачтено
80-89	B	
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	
35-59	FX	Не зачтено
0-34	F*	

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.



#### 4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

Вопросы при защите лабораторных работ:

1. Что такое теплота растворения?
2. Напишите уравнение первого закона термодинамики. Какой из параметров внутренняя энергия или работа являются функцией состояния системы? функцией процесса?
3. Напишите уравнение Кирхгофа. В чем его практическая ценность?
4. Что такое поверхностное натяжение?
5. Чем отличаются гиббсовская и абсолютная адсорбция?
6. Какое вещество более поверхностно активно уксусная или масляная кислота?
7. Что такое теплоемкость?
8. Какие два вида теплоемкости Вы использовали в лабораторной работе?
9. Как выглядел бы график зависимости температура - время, если бы при растворении соли теплота выделялась, а не поглощалась?
10. Что такое адсорбция?
11. В каком случае можно принять величину гиббсовской адсорбции равной абсолютной адсорбции?
12. Поверхностное натяжение какого раствора меньше: мыльного раствора или раствора поваренной соли?

Вопросы тестов:

1. Что можно сказать определенно о процессе, который протекал при  $V=\text{const}$  и в результате которого  $\Delta U = -15 \text{ кДж}$ ?
  - a) процесс протекал быстро;
  - b) при протекании процесса энергия в форме теплоты выделилась;
  - c)  $\Delta U > A$ ;
  - d) при протекании процесса энергия в форме теплоты поглотилась;
  - e) процесс протекал медленно.
2. При соблюдении какого из указанных условий тепловой эффект процесса не зависит от пути проведения и определяется только начальным и конечным состоянием системы?
  - a)  $A=Q$ ;
  - b)  $V=\text{const}$ ;
  - c)  $Q>0$ ;
  - d)  $T=\text{const}$ ;
  - e)  $Q<0$ .
3. Укажите формулу, описывающую зависимость величины теплового эффекта реакции, протекающей при  $P=\text{const}$  от температуры.
  - a)  $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$ ;
  - b)  $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} C_v dT$ ;

- c)  $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} - \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$ ;  
 d)  $\Delta H_{T_1} = \Delta H_{T_2} + \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$ ;  
 e)  $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \Delta C_p \frac{T_2}{T_1}$ .

4. Записаны уравнения реакций, протекающих при стандартных условиях. Укажите, тепловой эффект какой из приведенных реакций называется стандартной теплотой образования  $\text{ZnCl}_2$ .

- a)  $\text{ZnSO}_4 + 2\text{NaCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ;  
 b)  $\text{Zn} + \text{Cl}_2 = \text{ZnCl}_2$ ;  
 c)  $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$ ;  
 d)  $\text{ZnO} + \text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 e)  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ .

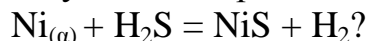
5. Рассматривается процесс, протекающий при постоянном давлении. В каком случае запись  $\Delta H > 0$  и  $A > 0$  будет правильной.

- a) когда тепло поглощается системой и работа совершается над системой;  
 b) когда тепло выделяется системой и работа совершается над системой;  
 c) когда тепло поглощается системой и работа совершается самой системой;  
 d) когда тепло выделяется системой и работа совершается самой системой;  
 e) когда процесс протекал адиабатно.

Примеры типовых задач:

1. Рассчитайте тепловой эффект, изменение энтропии, энергии Гиббса и энергии Гельмгольца реакции  $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(г)}$  при стандартной температуре и 600 К в изобарных и изохорных условиях. Стандартные теплоты образования веществ и абсолютные энтропии при стандартных условиях возьмите из справочника. Результаты оформите в виде таблицы.

2. Будет ли при стандартных условиях протекать реакция:



При каком парциальном давлении сероводорода установится равновесие в этой реакции при стандартной температуре, если парциальное давление водорода стандартное?

3. В каком состоянии устойчив бензол при стандартных условиях (жидком или газообразном)? Определить давление насыщенного пара над жидким бензолом при стандартной температуре.

4. При проведении реакции  $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} \leftrightarrow \text{CO}_2 + 4\text{H}_2$  из эквивалентных количеств реагирующих веществ при достижении равновесия образовалось 0,56 моль  $\text{CO}_2$  при 900 К и общем давлении 1 атм. Рассчитайте выход  $\text{CO}_2$  из тех же количеств реагирующих веществ при 700 К. При протекании реакции поглотилось 1,76 кДж/моль. Тепловой эффект считать постоянным.

5. Дисперсность частиц коллоидного золота равна  $10^8 \text{ м}^{-1}$ . Принимая частицы золота в виде кубиков, определите, какую поверхность  $S_{\text{общ}}$  они могут покрыть, если их плотно уложить в один слой. Масса коллоидных частиц золота 1 г. Плотность золота равна  $19,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

6. Определите поверхностный избыток (в кмоль/ $\text{м}^2$ ) при  $10^\circ\text{C}$  для водного раствора, содержащего 50 мг/л пеларгоновой кислоты  $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{COOH}$ . Поверхностные натяжения исследуемого раствора и воды соответственно равны  $57 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$  и  $74,22 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ .

#### **4.5 Курсовое проектирование**

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано.

### **5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

#### **I. Основная 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. Бондарева, Л. П. Физическая и коллоидная химия (Теория и практика) : учебное пособие / Л. П. Бондарева, Т. В. Мастюкова. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. — 288 с. — ISBN 978-5-00032-409-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88444.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### **II. Дополнительная литература:**

3. Ларичкина, Н. И. Физическая и коллоидная химия. Практикум : учебное пособие / Н. И. Ларичкина, А. В. Кадимова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 100 с. — ISBN 978-5-7782-3832-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99237.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Пылинина, А. И. Физическая и коллоидная химия : методические рекомендации к лабораторным работам / А. И. Пылинина, Е. И. Поварова. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2018. — 92 с. — ISBN 978-5-209-09045-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/104274.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

## 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 / ГОУВПО "ДОННТУ", 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 и контрольные задания по дисциплине базовой части математического и естественно-научного цикла "Физическая и коллоидная химия" [Электронный ресурс] : для обучающихся заочного отделения / ГОУ ВПО «ДОННТУ», Кафедра общей, физической и органической химии ; ГОУВПО "ДОННТУ", Кафедра общей, физической и органической химии ; ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. общ., физ. и орган. химии ; [сост. Ю.Б. Высоцкий и др.]. - 842 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5163.pdf>

7. Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине "Физическая и коллоидная химия" [Электронный ресурс] : для обучающихся нехимических специальностей всех форм обучения / ГОУ ВПО «ДОННТУ», Кафедра общей, физической и органической химии ; ГОУВПО "ДОННТУ", Кафедра общей, физической и органической химии ; ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. общ., физ. и орган. химии ; [сост. Ю.Б. Высоцкий и др.]. - 1 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. <http://ed.donntu.ru/books/20/m5164.pdf>

### Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

### Internet-ресурсы

1. IPR Smart : автоматизир. библи. информ. система // Научная библиотеки Донецкого национального технического университета. – Донецк, 2003-2022. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей в локальной сети НБ ДОННТУ. – Текст : электронный.

2. Электронный каталог научной библиотеки Донецкого национального технического университета. – Донецк : НБ ДОННТУ, 1999-2022. – URL: <http://ec.donntu.ru/>. – Текст : электронный.

3. Информιο : электрон. справочник / ООО «РИНФИЦ». – Москва : Издат. дом «Информιο», [2018-2022]. – URL: <https://www.informio.ru/>. – Текст : электронный.

4. IPRsmart : весь контент ЭБС IPR BOOKS : цифровой образоват. ресурс / ООО «Ай Пи Эр Медиа». – [Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2022]. – URL:

<http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа : для авторизир. пользователей. – Текст. Аудио. Изображения : электронные.

5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU : информ.-аналит. портал / ООО Научная электронная библиотека. – Москва : ООО Науч. электрон. б-ка, 2000–2022. – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Лекционные занятия**

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 Лабораторные занятия**

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), 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; весы аналитические; 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 Самостоятельная работа**

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, Grubloader for ALT Linux – лицензия GNULGPLv3, Mozilla Firefox – лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – лицензия GNU GPL).