

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет металлургического и машиностроительного производства  
Кафедра металлургических технологий



УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
А.В. Кунченко

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия  
(наименование дисциплины)

18.03.01 Химическая технология  
(код, наименование направления)

Химическая технология природных энергоносителей и углеродных  
материалов  
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр  
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная  
(очная, заочная)

## **1 Цели и задачи дисциплины**

*Цели дисциплины:* усвоение фундаментальных знаний, из которых складываются общенаучные представления, формируется понятийный аппарат общетехнических знаний, на которых базируется подготовка бакалавров направления подготовки 18.03.01 Химическая технология (профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»)

*Задачи дисциплины:* овладение основными законами и теориями науки «Физическая химия», практикой химического эксперимента с целью использования этих знаний в работе инженера.

*Дисциплина направлена на формирование:* общепрофессиональных компетенций (ОПК-2) выпускника.

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в обязательную часть Блока 1 дисциплин подготовки студентов по направлению 18.03.01 «Химическая технология», (профиль «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»). Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания базируются на изученных дисциплинах: «Химия», «Физика», «Математика».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Кинетика гетерогенных процессов», «Физико-химические процессы в химических агрегатах».

Программой предусматривается выполнение курсовой работы.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 9 зачетных единиц, 324 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (72 ак.ч.), лабораторные (36 ак.ч.), практические (63 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (153 ак.ч.). Курсовая работа составляет 1 зачетную единицу, 36 ак.ч. и включает в себя практические (9 ак. ч.) занятия и самостоятельную работу студента (27 ак.ч.).

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 9 зачетных единиц, 324 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (8 ак.ч.), лабораторные (6 ак.ч.), практические (8 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (302 ак.ч.). Курсовая работа составляет 1 зачетную единицу, 36 ак.ч. и включает в себя практические (6 ак. ч.) занятия и самостоятельную работу студента (30 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 1-2 курсе во 2-3 семестре. Виды контроля по дисциплине: текущий, промежуточный (в форме зачета, экзамена). Курсовая работа – дифференцированный зачет.

### 3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Физическая химия» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-2	ОПК-2.1. Знает основы математики, физики, химии ОПК-2.2. Умеет применять знания основ физических явлений и химических процессов, основные законы физики, химии, механики в профессиональной деятельности. ОПК-2.3. Владеет методами математического моделирования процессов и объектов на базе стандартных пакетов прикладных программ

#### 4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 9 зачётных единиц, 324 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала, выполнение курсовой работы, подготовку к текущему контролю и подготовку к зачету во 2 семестре, к экзамену и дифференцированному зачету в 3 семестре.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам	Ак.ч. по семестрам
		2	3
Аудиторная работа, в том числе:	180	90	90
Лекции (Л)	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	63	36	27
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	9	–	9
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	180	90	90
Подготовка к лекциям	20	10	10
Подготовка к лабораторным работам	20	10	10
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	20	10	10
Расчетно-графическая работа (РГР)	27	–	27
Реферат (индивидуальное задание)	–	–	–
Домашнее задание	23	23	–
Подготовка к контрольной работе	20	10	10
Подготовка к коллоквиуму	–	–	–
Аналитический информационный поиск	10	5	5
Работа в библиотеке	10	5	5
Подготовка к зачету	10	10	–
Подготовка к экзамену	20	7	13
Промежуточная аттестация – зачет (З)	–	3(2)	–
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	–	–	Э
Промежуточная аттестация – диф.зачет (д.З)	–	–	д.З(2)
Общая трудоёмкость дисциплины			
ак.ч.	360	180	180
з.е.	10	5	5

## 5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 16 тем:

- тема 1 (Химическая термодинамика. Первое начало термодинамики);
- тема 2 (Термохимия, тепловые эффекты химических реакций. Второе начало термодинамики);
- тема 3 (Третье начало термодинамики. Расчет энтропии. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца.);
- тема 4 (Кинетический подход к состоянию равновесия. Смещение равновесия и правило фаз);
- тема 5 (Растворы. Способы выражения концентрации растворов. Характеристика и свойства растворов);
- тема 6 (Закон Рауля, закон Генри. Осмос и осмотическое давление);
- тема 7 (Неидеальные растворы. Активность. Твердые растворы. Растворы газов в жидкостях);
- тема 8 (Домашнее задание);
- тема 9 (Поверхностные явления. Роль поверхностных явлений в различных процессах. Адсорбция. Уравнение изотермы Ленгмюра);
- тема 10 (Кинетика. Основные представления химической кинетики. Скорость химической реакции. Молекулярность и порядок реакции);
- тема 11 (Закон действующих масс. Константа скорости химической реакции. Энергия активации. Уравнение Аррениуса);
- тема 12 (Особенности кинетики гетерогенных процессов. Реакции на границе раздела твердое тело – газ и твердое тело – жидкость);
- тема 13 (Перенос вещества к границе между фазами. Скорость гетерогенных реакций);
- тема 14 (Строение и свойства твердого углерода);
- тема 15 (Термодинамика реакции горения с участием твердого углерода);
- тема 16 (Кинетика и механизм горения твердого углерода).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов 2 семестр (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.		Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.		Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	
			2сем	3сем		2 сем	3сем		2сем	3сем
1	Химическая термодинамика . Первое начало термодинамики	Введение. Основные положения химической термодинамики. Химическая термодинамика и ее особенности. Первое начало термодинамики. Формулировки, аналитическое выражение, следствия.	4		Энергетика химических реакций Первое начало термодинамики	4		Определение молекулярной массы легколетучей жидкости	4	
2	Термохимия, тепловые эффекты химических реакций. Второе начало термодинамики	Термодинамическая система и ее параметры. Термодинамические процессы. Теплота, работа, функции состояния. Термохимия, тепловые эффекты химических реакций. Термохимические уравнения.	4		Расчеты по термохимическим уравнениям	4				
3	Третье начало термодинамики. Расчет энтропии. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца	Зависимость тепловых эффектов от температуры (закон Кирхгофа) Зависимость тепловых эффектов от температуры (закон Кирхгофа)	4		Теплоемкость системы (истинная, удельная, мольная). Свободная энергия Гиббса	4		Определение интегральной теплоты растворения соли	4	
4	Кинетический подход к состоянию равновесия. Смещение равновесия и правило фаз	Константа равновесия. Смещение равновесия. Принцип Ле-Шателье. Правило фаз.	4		Константа равновесия. Расчеты	4				

Продолжение таблицы 3										
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.		Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.		Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	
			2с	3с		2с	3с		2с	3с
5	Растворы. Способы выражения концентрации растворов. Характеристика и свойства растворов	Растворы. Способы выражения концентрации растворов. Соотношения между концентрациями. Характеристика и свойства растворов. Коллегиальные свойства растворов	4		Решение задач на тему: «Способы выражения концентрации растворов».	4		Константа равновесия реакции взаимодействия хлорида железа(III) с иодидом калия	5	
6	Закон Рауля, закон Генри. Осмос и осмотическое давление	Закон Рауля, способы выражения закона Рауля. Закон Генри. Явление осмоса и осмотическое давление. Уравнение для расчета осмотического давления. Уравнение Вант –Гоффа.	4		Решение задач на закон Рауля, закон Генри	6				
7	Неидеальные растворы. Активность. Твердые растворы. Растворы газов в жидкостях	Неидеальные растворы. Активность коэффициент активности. Связь коэффициента активности с концентрацией.	4		Растворы газов в жидкостях	4		Определение коэффициента распределения йода в несмешивающихся растворителях	5	
8	Домашнее задание	1. Свойства газов. 2. Термохимия. Тепловые эффекты химических реакций. 3. Химическая кинетика. Определение энергии активации.	8		Методика расчетов по темам домашнего задания	6				

Продолжение таблицы 3										
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.		Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.		Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	
			2с	3с		2с	3с		2с	3с
9	Поверхностные явления. Роль поверхностных явлений в различных процессах. Адсорбция. Уравнение изотермы Ленгмюра	Поверхностные явления. Роль поверхностных явлений в различных процессах. Адсорбция. Вывод уравнения изотермы Ленгмюра.		4	Решение задач по теме		4			
10	Кинетика. Основные представления химической кинетики. Скорость химической реакции. Молекулярность и порядок	Основные представления химической кинетики. Скорость химической реакции. Молекулярность и порядок реакции		4	Определение скорости химической реакции. Молекулярность и порядок реакции		4	Скорость реакции йодирования ацетона		5
11	Закон действующих масс. Константа скорости химической реакции. Энергия активации.	Скорость химических реакций. Константа скорости химической реакции. Зависимость скорости от концентрации реагирующих веществ. Закон действия масс. Уравнение Аррениуса		8	Решение задач на закон действия масс.		4			

Продолжение таблицы 3										
№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.		Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.		Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	
12	Особенности кинетики гетерогенных процессов. Реакции на границе раздела фаз	Реакции на границе раздела твердое тело – газ и твердое тело – жидкость. Гетерогенные процессы, их характеристика.		4	Особенности кинетики гетерогенных процессов		4	Скорость реакции разложения комплексного оксалата марганца		5
13	Перенос вещества к границе между фазами.	Реакции на границе раздела фаз. Особенности их протекания.		4	Гетерогенные реакции. Решение задач		3			
14	Строение и свойства твердого углерода	Строение и свойства твердого углерода		4	Строение и свойства твердого углерода		4	Адсорбция из растворов на твердом адсорбенте		4
15	Термодинамика реакции горения углерода	Взаимодействие углерода с кислородом. Термодинамические характеристики процесса.		4	Решение задач		2			
16	Кинетика и механизм горения твердого углерода	Основные закономерности кинетики и механизма горения твердого углерода		4	Процессы в кинетических и диффузных областях		2	Кинетика и механизм горения твердого углерода.		4
	Аудиторных часов за 2 семестр		36			36			18	
	Аудиторных часов за 3 семестр			36			27			18
	Всего аудиторных часов		72			63			36	

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.		Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.		Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	
			2с	3с		2с	3с		2с	3с
1	Химическая термодинамика. Первое начало термодинамики.	Основные положения химической термодинамики. Первое начало термодинамики. Тепловые эффекты химических реакций.	2	–	Растворы. Способы выражения концентрации. Закон Рауля, закон Генри	2		Определение интегральной теплоты растворения соли	4	–
2	Кинетический подход к состоянию равновесия. Смещение равновесия	Кинетический подход к состоянию равновесия. Смещение равновесия и правило фаз. Константы равновесия	2	–	Критерии равновесных и самопроизвольных процессов	2				
3	Поверхностные явления	Поверхностные явления. Роль поверхностных явлений в различных процессах. Адсорбция. Изотерма Ленгмюра.	–	2	Решение задач по теме		2	Кинетика и механизм горения твердого углерода		2
4	Кинетика. Константа скорости химической реакции.	Кинетика. Основные представления. Константа скорости химической реакции. Энергия активации. Уравнение Аррениуса. Особенности кинетики гетерогенных процессов	–	2	Решение задач на закон действия масс.		2			
	Аудиторных часов за 2 семестр		4			4			4	
	Аудиторных часов за 3 семестр			4			4			2
	Всего аудиторных часов		8			8			6	

## 6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (<https://www.dstu.education/sveden/eduQuality>) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Коди наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-2	Зачет, экзамен, дифференцированный зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета, экзамена, дифференцированного зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- практические работы – всего 30 баллов;
- лабораторные работы – всего 40 баллов;
- домашнее задание – 30 баллов.

Зачет/экзамен по дисциплине «Физическая химия» проставляется автоматически, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального. Если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5). Дифференцированный зачет проставляется, когда студент сдал курсовую работу.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен(диф.зачет)
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

### 6.2 Домашнее задание

Пример домашнего задания для студентов очной и заочной формы обучения:

1. В емкости объемом  $V \text{ м}^3$  находится  $m_A$  кг газа А,  $m_B$  кг газа Б и  $m_B$  кг газа В при температуре  $t^\circ\text{C}$  (таблица данных для каждого варианта).

Определить:

- состав газовой смеси в массовых и объемных процентах;
- парциальный объем каждого газа;
- общий объем в емкости;
- плотность газовой смеси при заданных и нормальных условиях.

2. Рассчитать тепловой эффект  $\Delta H$  при стандартных условиях для указанной реакции (таблица данных для каждого варианта). Расчет провести на 1 моль и 1 кг каждого вещества, а также на  $1 \text{ м}^3$  для одного из газообразных веществ при нормальных условиях.

3. На основании значений констант скоростей реакции при двух температурах (таблица данных для каждого варианта) определить энергию активации, константу скорости при температуре  $T_3$  и количество вещества, израсходованного за время  $\tau$ , если начальные концентрации равны  $C_0$ . Найти температурный коэффициент скорости и проверить применимость правила Вант-Гоффа для данной реакции. Принять, что порядок реакции и молекулярность совпадают.

Таблица данных для каждого варианта находится у преподавателя.

### 6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

Рефераты не предусмотрены

### 6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

*Варианты заданий для студентов очной формы обучения*

*Тема 1 Химическая термодинамика. Первое начало термодинамики*

- Определить :а) состав газовой смеси в массовых и объемных процентах; б) парциальное давление каждого газа, если газы-водород и кислород, объем 23л.

*Тема 2 Термохимия, тепловые эффекты химических реакций. Второе начало термодинамики*

1) Рассчитать тепловой эффект  $\Delta H$ , при стандартных условиях для реакции  $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO} = 2\text{Cu} + \text{CO}_2$

*Тема 3 Третье начало термодинамики. Расчет энтропии. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца*

1) Определить возможность протекания реакции в стандартных условиях  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$

*Тема 4 Кинетический подход к состоянию равновесия. Смещение равновесия и правило фаз*

1) Привести выражение константы равновесия для реакции  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$

*Тема 5 Растворы. Способы выражения концентрации растворов. Характеристика и свойства растворов*

1) В результате пропускания Карбон(4) оксида через раствор Натрий гидроксида образовалось 800г 5,3% - ного раствора соды. Определить объем Карбон(4) оксида, пошедший на реакцию.

*Тема 6 Закон Рауля, закон Генри. Осмос и осмотическое давление*

1) Математическое выражение закона Рауля.

*Тема 7 Неидеальные растворы. Активность. Твердые растворы. Растворы газов в жидкостях.*

1).Примеры и закономерности растворения газов в жидкостях.

*Тема 8 Домашнее задание по темам: Свойства газов. Термохимия. Тепловые эффекты химических реакций. Химическая кинетика. Энергия активации.*

Пример домашнего задания для студентов очной и заочной формы обучения:

1. В емкости объемом  $V_m^3$  находится  $m_A$  кг газа А,  $m_B$  кг газа Б и  $m_B$  кг газа В при температуре  $t^0\text{C}$  (таблица данных для каждого варианта).

Определить:

- состав газовой смеси в массовых и объемных процентах;
- парциальный объем каждого газа;
- общий объем в емкости;
- плотность газовой смеси при заданных и нормальных условиях.

2. Рассчитать тепловой эффект  $\Delta H$  при стандартных условиях для указанной реакции (таблица данных для каждого варианта). Расчет провести на 1 моль и 1 кг каждого вещества, а также на 1 м<sup>3</sup> для одного из газообразных веществ при нормальных условиях.

3. На основании значений констант скоростей реакции при двух температурах (таблица данных для каждого варианта) определить энергию активации, константу скорости при температуре  $T_3$  и количество вещества, израсходованного за время  $\tau$ , если начальные концентрации равны  $C_0$ . Найти температурный коэффициент скорости и проверить применимость правила

Вант-Гоффа для данной реакции. Принять, что порядок реакции и молекулярность совпадают.

Таблица данных для каждого варианта находится у преподавателя.

*Тема 9 Поверхностные явления. Роль поверхностных явлений в различных процессах. Адсорбция. Уравнение изотермы Ленгмюра*

*Тема 10 Кинетика. Основные представления химической кинетики. Скорость химической реакции. Молекулярность и порядок реакции*

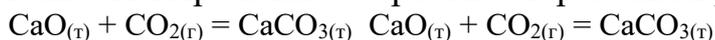
*Тема 11 Закон действующих масс. Константа скорости химической реакции. Энергия активации. Уравнение Аррениуса*

1). Энергию активации (энтальпию активации) можно вычислить по значениям константы скорости, измеренным при нескольких разных температурах.

2) Как по уравнению Аррениуса в логарифмической форме графически определяют энергию активации?

*Тема 12 Особенности кинетики гетерогенных процессов. Реакции на границе раздела твердое тело – газ и твердое тело – жидкость*

1) Написать выражение скорости гетерогенной реакции



*Тема 13 Перенос вещества к границе между фазами. Скорость гетерогенных реакций Перенос вещества к границе между фазами. Скорость гетерогенных реакций*

1) Если катализатор имеет достаточно развитую поверхность, то выделяют следующие стадии каталитического процесса гетерогенных реакций (перечислить все стадии)

*Тема 14 Строение и свойства твердого углерода*

1. Свойства углерода в зависимости от аллотропной модификации

*Тема 15 Термодинамика реакции горения с участием твердого углерода*

1. Определить термодинамическую возможность протекания реакции полного и неполного горения углерода при температурах 298К, 400К

*Тема 16 Кинетика и механизм горения твердого углерода*

1) Кинетика и механизм реакции полного и неполного горения твердого углерода. Закономерности процесса.

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы обучения приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

*Варианты заданий для студентов заочной формы обучения*

### **6.5 Вопросы для подготовки к зачету**

1. Первое начало (закон) термодинамики.
2. Термохимия, тепловые эффекты химических реакций.

3. Второе начало термодинамики.
4. III начало термодинамики. Расчет энтропии.
5. Гиббса и энергия Гельмгольца.
6. Кинетический подход к состоянию равновесия.
7. Смещение равновесия и правило фаз.
8. Принцип Ле-Шателье.
9. Способы выражения концентрации растворов.
10. Характеристика и свойства растворов.
11. Закон Рауля, закон Генри.
12. Осмос и осмотическое давление.
13. Неидеальные растворы. Активность.
14. Твердые растворы.
15. Растворы газов в жидкостях.
16. Роль поверхностных явлений в различных процессах.
17. Адсорбция. Уравнение изотермы Ленгмюра.
18. Расчет стандартной энтропии реакции
19. Расчет стандартной энтальпии реакции
20. Термодинамика реакций горения

#### **6.6 Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Основные представления химической кинетики.
2. Гомогенные и гетерогенные химические реакции.
3. Скорость химической реакции.
4. Молекулярность, порядок реакции, закон действующих масс.
5. Константа скорости химической реакции.
6. Энергия активации. Уравнение Аррениуса.
7. Особенности кинетики гетерогенных процессов.
8. Реакции на границе раздела твердое тело – газ и твердое тело – жидкость.
9. Перенос вещества к границе между фазами.
10. Скорость гетерогенных реакций.
11. Кинетика и механизм горения твердого углерода.
12. Особенности кинетики гетерогенных процессов.
13. Термодинамика реакции горения с участием твердого углерода.
14. Строение и свойства твердого углерода.
15. Взаимодействие углерода с кислородом.
17. Поверхностные явления в различных процессах
18. Особенности равновесных процессов.
19. Свободная энергия Гиббса.
20. Управление смещением равновесия

#### **6.7 Примерная тематика курсовых работ**

Курсовая работа на тему:

«Термодинамика химических реакций с участием углерода»

### Теоретическая часть (обзор литературы):

Краткие сведения о горючих ископаемых. Применение углерода (кокса) в качестве топлива и восстановителя в доменном процессе. Общие термодинамические закономерности, присущие процессам горения углерода. Термодинамика реакции горения с участием твердого углерода.

### Расчетная часть:

Провести термодинамические исследования, выполнив следующие задания 1,2,3 для заданной реакции (согласно своему варианту):

1. Рассчитать тепловой эффект  $\Delta H_{298}^0$  при стандартных условиях для указанной реакции. Расчет провести на 1 моль и 1 кг каждого вещества, а также на 1 м<sup>3</sup> для одного из газообразных веществ при нормальных условиях.

2. Определить тепловой эффект для указанной реакции при температурах 400, 600, 800 и 1000К. По полученным данным построить график зависимости  $\Delta H_{298}^0 = f(T)$ .

3. Определить термодинамическую возможность протекания данной реакции при температурах 298К, 400К, 600К, 800К и 1000К. Построить график зависимости  $\Delta G_{298}^0 = f(T)$  и сделать вывод о влиянии температуры на термодинамическую возможность протекания реакции. Оценить возможность протекания реакции в заданном интервале температур.

(Варианты заданий для различных реакций находятся у преподавателя)

## 7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Рекомендованная литература

#### *Основная литература*

1. Зимон, А.Д. Физическая химия [Текст]: Учебник / А.Д. Зимон. – М.: КРАСАНД, 2020 – 318с. Электронный вариант

<http://i.uran.ru/webcab/system/files/bookspdf/fizicheskaya-himiya/fizicheskaya.pdf>

2. Основы физической химии [Электронный ресурс] : О-75 учебник : в 2 ч. Ч. 1 : Теория / В. В. Еремин [и др.]. — 5-е изд., перераб. и доп. (эл.).— Электрон. текстовые дан.(1 файл pdf : 351 с.). — М. : Лаборатория знаний, 2019. — (Учебник для высшей школы). — Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".

<https://studfile.net/preview/16442864/>

3. Сборник задач по физической химии. Электрохимия, химическая кинетика: учебное пособие / В. Ю. Конюхов, А. В. Гребенник, А. Ю. Крюков, О. И. Воробьева. –М. : РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2021. – 224 с.

<https://www.muotr.ru/upload/iblock/c37/c3754560bf918cdbb9dcaaf7b1167afc.pdf?ysclid=lq571qyslm815357157>

#### *Дополнительная литература*

1. Химия: учебник для высших учебных заведений / [ А. А. Гуров и др.]. - 4-еизд., испр. - Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. - 775 с. То же [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://fileskachat.com/file/51676\\_3be02608fdc4e1e33a70c8e72c173711.html](https://fileskachat.com/file/51676_3be02608fdc4e1e33a70c8e72c173711.html)

2. Литвинова, Т. Н. Общая и неорганическая химия: учебник / Т. Н. Литвинова, А. В. Темзокова, А. Т. Тхакушинова. — Ростов н/Д: Феникс, 2020. — 553 с. То же [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://vk.com/doc52147895\\_661463467?hash=1f6jQg0XV1NfOYbc94v8tpZ8GkWoZTc6AMZJJXOhTB4](https://vk.com/doc52147895_661463467?hash=1f6jQg0XV1NfOYbc94v8tpZ8GkWoZTc6AMZJJXOhTB4)

3. Химическая термодинамика: учебник / А.Ю. Зуев, Д.С. Цветков; Министерство науки и Высшего Образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2020. – 183с. – Библиогр.: с.182.– 150 экз.– ISBN 978-5-7996-3029-4.– Текст: непосредственный.

[https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/93300/1/978-5-7996-3029-4\\_2020.pdf](https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/93300/1/978-5-7996-3029-4_2020.pdf)

4. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии". - 4-е изд., стереотип. - СПб.: ХИМИЗДАТ, 2020. - 608 с.: ил. ISBN 078-5-93808-348-7

<https://obuchalka.org/20220108140123/lekcii-po-kursu-processi-i-apparati-himicheskoi-tehnologii-frolov-v-f-2020.html>

### ***Учебно-методическое обеспечение***

1. Методические указания к выполнению лабораторной работы по теме «Определение молекулярной массы» по дисциплине «Физическая химия» (для студ. 1-го курса техн. спец. очной и заочной форм обучения) / Сост.: Е. С. Божанова – Алчевск: ДонГТИ, 2020.– 15с.

[Методические указания к выполнению лабораторной работы по теме «Определение молекулярной массы» по дисциплине «Физическая химия»](#)

2. Методические указания к выполнению лабораторных работ на тему «Основы химической термодинамики» по дисциплине «Физическая химия» (для студ. 1-го курса техн. спец. очной и заочной форм обучения) / Сост.: Е. С. Божанова – Алчевск: ДонГТИ, 2021.– 12с.

[Методические указания к выполнению лабораторных работ на тему «Основы химической термодинамики» по дисциплине «Физическая химия»](#)

3. Методические указания к выполнению лабораторных работ на тему «Химическая кинетика и химическое равновесие» по дисциплине «Физическая химия» (для студ. 1 и 2-го курсов техн. спец. очной и заочной форм обучения) / Сост.: Е. С. Божанова – Алчевск: ДонГТИ, 2021.– 17 с.

[Методические указания к выполнению лабораторных работ на тему «Химическая кинетика и химическое равновесие» по дисциплине «Физическая химия»](#)

4. Методические указания к выполнению лабораторных работ на тему «Растворы» по дисциплине «Физическая химия» (для студ. 1 и 2-го курсов техн. спец. очной и заочной форм обучения) / Сост.: Е. С. Божанова – Алчевск: ДонГТИ, 2021.– 13с.

[Методические указания к выполнению лабораторных работ на тему «Растворы» по дисциплине «Физическая химия»](#)

5. Божанова, Е.С. Практикум по физической химии. Избранные разделы и контрольные задания: учебное пособие. / Е.С. Божанова. – Алчевск: ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2021. – 110 с.

[«Практикум по физической химии. Избранные разделы и контрольные задания»](#) (для бакалавров всех форм обучения по направлениям подготовки 22.03.02 «Металлургия» и 18.03.01 «Химическая технология») (Учебное пособие)

### **7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. — URL: [library.dstu.education](http://library.dstu.education).— Текст: электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>.— Текст: электронный.

3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>.— Текст: электронный.

4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red).— Текст: электронный.
5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система.— Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. —Текст: электронный.
6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн" <http://e.lanbook.com/>
7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. – <https://e.lanbook.com/>
8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. – <https://www.iprbookshop.ru/>
9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. – <https://rusneb.ru/>
10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. – <https://diss.rsl.ru/>
11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. – <https://cyberleninka.ru/>
12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. – <https://elibrary.ru/defaultx.asp?/>
13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» – <https://biblio.asu.edu.ru>
14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» <https://biblioclub.ru>
15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» <https://library.spbstu.ru>

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
<p>Наглядные пособия (стенды, плакаты, макеты, наборы химических реактивов) Таблица Менделеева Плитка электрическая, барометр, гальванометр, прибор для электролиза, установка для определения эквивалентной массы металла, весы технические, разновесы, сушильный шкаф (лабораторный). Шкаф вытяжной. Численность посадочных мест- 30 человек;</p>	<p>402 главный корпус Лаборатория общей химии 405 главный корпус Лаборатория общей химии</p>
<p>Интерактивная доска, компьютеры, планшеты, раздаточный материал для лабораторных работ, вытяжной шкаф, лабораторный стол преподавателя, лабораторные столы для студентов, учебный стенд, оборудование для лабораторных работ. Численность посадочных мест- 30 человек</p>	<p>406 главный корпус Лаборатория общей химии</p>

## Лист согласования РПД

Разработал  
старший преподаватель кафедры  
металлургических технологий  
(должность)

  
(подпись) Е.С. Божанова  
(Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

\_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой МТ

  
(подпись) Н.Г. Митичкина  
(Ф.И.О.)

Протокол №1 заседания кафедры  
металлургических технологий

от 01.09.2023г.

Декан факультета ММП

  
(подпись) Ю.В. Изюмов  
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической  
комиссии по направлениям подготовки  
18.03.01 Химтехнологии

  
(подпись) Н.Г. Митичкина  
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

  
(подпись) О.А. Коваленко  
(Ф.И.О.)

## Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
БЫЛО:	СТАЛО:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	