

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 09.04.2026 14:03:11 Уникальный программный ключ: 04c19ed88fb98f3b6cb77a486b9a8788b83223237	Рабочая программа дисциплины "Физико-химия неорганических материалов" по направлению подготовки (специальности) 28.03.02 "Наноинженерия" направленности (профилю) Нанотехнологии в материаловедении ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

## Рабочая программа дисциплины (модуля)\*

Физико-химия неорганических материалов

Направление подготовки (специальность)

28.03.02 Наноинженерия

Направленность (профиль)

Нанотехнологии в материаловедении

Присваиваемая квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
  - 6.1. Перечень видов оценочных средств
  - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
  - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
  - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
  - 7.1. Рекомендуемая литература
  - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
  - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины «Физико-химия неорганических материалов» является углубление знаний студентов, в области физической химии. Дополняя данную дисциплину информацией о производстве неорганических материалах, общими законами физико-химических процессов как теоретической основы современных технологий, о современных методах физико-химического эксперимента.

Задачами изучения дисциплины являются:

1. Изучение фундаментальных основ учения о направленности и закономерностях протекания химических процессов и фазовых превращений, экспериментальных и теоретических методах исследования.
2. Приобретение умений и навыков анализа процессов протекающих в гетерогенных системах с учетом реальной структуры неорганических материалов.
3. Изучение и усвоение методов математического описания, расчета и предсказания протекания процессов с использованием справочников, компьютерных баз и банков данных физико-химических величин.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач

УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для решения поставленных задач

ПК-2.1: Знает основные взаимодополняющие методы и методики исследования структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов

ПК-2.2: Умеет: анализировать имеющиеся литературные данные по новым подходам к исследованию структуры и свойств материалов; обеспечивать соблюдение технических условий на всех стадиях проведения комплексных исследований структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов

ПК-2.3: Владеет навыками работы с основной приборной базой для исследования структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.03

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Современные технологии поиска и обработки информации

Математический анализ

Введение в специальность

Введение в наноинженерию

Физика

Физическая химия

Неорганическая и органическая химия

Алгебра и геометрия

#### 2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

Методы физико-химических исследований

Материаловедение наноматериалов и наносистем

Физико-химические основы нанотехнологии

Производственная практика (преддипломная практика)

Производственная практика (научно-исследовательская работа)

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

**Знать:**

Для достижения УК-1.1: основные понятия и терминологию в области наноструктурированных материалов

**Уметь:**

Для достижения УК-1.2: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

**Владеть:**

Для достижения УК-1.2: навыками поиска информации по тематике научно-исследовательской работы

**ПК-2: Способен организовывать проведение комплексных исследований структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов**

**Знать:**

Для достижения ПК-2.1: закономерности структурообразования, фазовые превращения в материалах, влияние структурных характеристик на свойства материалов; характер влияния дефектности на реакционную способность и физико-химические свойства твердых тел

**Уметь:**

Для достижения ПК-2.2: оценивать устойчивость современных материалов (стабильного либо метастабильного состояния), используя законы физической химии; проводить физико-химический анализ процессов и материалов

**Владеть:**

Для достижения ПК-2.3: навыками проведения комплексных исследований структуры и свойств наноструктурированных композиционных материалов и внедрения результатов исследований в новые технологии

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные понятия и соотношения; основные классы современных материалов, их свойства и области применения; закономерности структурообразования, фазовые превращения в материалах, влияние структурных характеристик на свойства материалов; характер влияния дефектности на реакционную способность и физико-химические свойства твердых тел; основные технологические процессы производства и обработки материалов; закономерности протекания твердофазных реакций при получении и эксплуатации неорганических материалов; методы исследования поверхностных свойств неорганических материалов.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	оценивать устойчивость современных материалов (стабильного либо метастабильного состояния), используя законы физической химии; проводить физико-химический анализ процессов и материалов; использовать основные химические законы, термодинамические справочные данные и количественные соотношения химии и физики для решения профессиональных задач; работать с основными установками и приборами физико-химического эксперимента.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками выбора материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий; техникой проведения эксперимента с использованием методов структурного анализа; методами определения констант реакций различных порядков по результатам кинетического эксперимента.



#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>Общая трудоемкость</b>	<b>7 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 252	Виды контроля в семестрах: экзамены 5 зачеты 4
в том числе :	
аудиторные занятия : 136	
самостоятельная работа : 92,5	
часов на контроль : 20	
контактная работа: 139,5	
ИКР: 3,5	

#### 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Введение.</b>			
1.1	Ведение. Предмет и задачи курса. Конструкционные материалы: металлы, неорганические материалы (минералы, керамика, стекло и пр.), органические полимеры и композиты. /Лек/	4	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
1.2	Ведение. Предмет и задачи курса. Конструкционные материалы: металлы, неорганические материалы (минералы, керамика, стекло и пр.), органические полимеры и композиты. /Ср/	4	39,8	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
	<b>Раздел 2. Реальная структура твердого тела</b>			
2.1	Классификация твердофазных материалов. Атомная структура твердых тел. /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
2.2	Химическая связь, структура и физические свойства твердых тел. Реальная структура твердых тел. /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
2.3	Строение металлов и сплавов. Аморфные металлические материалы. Керамика /Лек/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
2.4	Реальная структура твердого тела. /Пр/	4	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
	<b>Раздел 3. Законы и механизмы диффузии</b>			
3.1	Диффузия. Коэффициенты диффузии. /Лек/	4	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3



3.2	Значение параметров диффузии. Дефекты в твердом теле и диффузионная подвижность. /Лек/	4	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
3.3	Законы и механизмы диффузии. /Пр/	4	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
3.4	Сообщения по темам самостоятельной работы. /Пр/	4	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 4. Химическая кинетика</b>				
4.1	Химическая кинетика. Кинетика реакций целого порядка. /Лек/	4	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
4.2	Методы определения порядка реакции. Влияние температуры на скорость химических реакций. /Лек/	4	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
4.3	Кинетика сложных реакций. Кинетика гетерогенных процессов. /Лек/	4	2	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
4.4	Химическая кинетика. /Пр/	4	16	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
4.5	Сообщения по темам самостоятельной работы. /Пр/	4	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 5. Основы физической химии поверхностных явлений</b>				
5.1	Роль поверхностных явлений в различных процессах. Особенности строения поверхности неорганических материалов. /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
5.2	Поверхностная подвижность. Адсорбция. /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3



Рабочая программа дисциплины "Физико-химия неорганических материалов" по направлению подготовки (специальности) 28.03.02 "Наноинженерия" направленности (профилю) Нанотехнологии в материаловедении ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 7

5.3	Адсорбция из раствора. Повышение активности вещества в дисперсном состоянии. /Лек/	5	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
5.4	Основы физической химии поверхностных явлений. /Пр/	5	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
5.5	Поверхностные явления. Адсорбция /Ср/	5	22	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 6. Природа активного состояния твердых фаз</b>				
6.1	Роль твердофазных реакций в современных технологиях. Активное состояние реагентов и его роль в твердофазных процессах. /Лек/	5	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
6.2	Активирование твердофазных реагентов. Активирование твердых фаз. Механическое активирование. /Лек/	5	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
6.3	Термодинамическая теория твердофазного взаимодействия. Кинетика твердофазных реакций /Лек/	5	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
6.4	Природа активного состояния твердых фаз /Пр/	5	14	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
6.5	Сообщения по темам самостоятельной работы. /Пр/	5	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
6.6	Твердофазные реакции. Природа активного состояния твердых фаз /Ср/	5	16	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 7. Физико-химия электрохимических процессов</b>				
7.1	Феноменологическая теория электропереноса. Твердые электролиты. Электродвижущие силы и электродный потенциал. /Лек/	5	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3



7.2	Двойной электрический слой и электрокапиллярные явления. Электрохимические цепи. /Лек/	5	4	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
7.3	Некоторые аспекты прикладной электрохимии. /Лек/	5	2	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3
7.4	Физикохимия электрохимических процессов. /Пр/	5	6	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
7.5	Физико-химия электрохимических процессов /Ср/	5	14,7	Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
<b>Раздел 8. Иная контактная работа</b>				
8.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	4	0,2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4
8.2	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	5	3,3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8 Л1.9 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Контрольные работы, тесты; Темы самостоятельной работы; Вопросы к зачету/экзамену

### 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Контрольная № 1.

1. Найти коэффициент диффузии  $D$  водорода при нормальных условиях, если средняя длина свободного пробега  $\lambda = 0,16$  мкм.
2. Найти коэффициент диффузии  $D$  гелия при нормальных условиях.
3. Определить коэффициент диффузии кислорода при нормальных условиях. Эффективный диаметр молекул кислорода принять равным  $0,36$  нм.
4. Найти коэффициент диффузии  $D$  и вязкость  $\eta$  воздуха при давлении  $p = 101,3$  кПа и температуре  $t = 10$  оС. Диаметр молекул воздуха  $\sigma = 0,3$  нм.
5. Коэффициент диффузии и вязкость водорода при некоторых условиях равны  $D = 1,42 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с,  $\eta = 8,5$  мкПа\*с.
6. Найти вязкость азота при нормальных условиях, если коэффициент диффузии для него  $D = 1,42 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с.

Обобщающее занятие по кинетике.

1. Константа скорости реакции  $A(г.) + B(г.) \rightarrow D(г.)$  равна  $0,3$  л моль<sup>-1</sup>\*с<sup>-1</sup>. Скорость реакции можно описать уравнением  $v = k[A][B]$ . Начальные концентрации реагентов равны  $0,04$  и  $0,06$  моль\*л<sup>-1</sup>.



2. Во сколько раз увеличится константа скорости реакции при повышении температуры на каждые 10 0С, если повышение температуры системы на 50 0С увеличивает скорость этой реакции в 1024 раза?
3. Химическая реакция при 10 0С заканчивается за 16 мин. При какой температуре она закончится за 1 мин. При температурном коэффициенте  $\gamma = 2$ .
40. Энергия активации реакции разложения спазмолитина в растворе равна 74 кДж/моль. Рассчитайте температурный коэффициент константы скорости в интервале 20-80 0С.
4. При авариях на АЭС появляется изотоп  $^{131}\text{I}$ , период полураспада которого составляет 8 суток. Сколько потребуется времени, чтобы активность радионуклеида составила 25% от начальной?
5. Какая из реакций – первого, второго или третьего порядка – закончится быстрее, если начальные концентрации веществ равны 1 моль л<sup>-1</sup> и все константы скорости, выраженные через моль л<sup>-1</sup> и с, равны 1.
6. Найдите период полупревращения веществ А в обратимой реакции  $\text{A} \leftrightarrow \text{B}$  ( $[\text{B}]_0 = 0$ ).
7. Найдите время, за которое вещество А распадается на 1/3 в обратимой реакции  $\text{A} \leftrightarrow \text{B}$  ( $[\text{B}]_0 = 0$ ). При каком минимальном значении  $k_2$  вещество А никогда не сможет распасться на 1/3?

Контрольная работа № 2.  
ВАРИАНТ 1.

1. Вещество А смешали с веществами В и С в равных концентрациях 1 моль л<sup>-1</sup>. Через 1000 с осталось 50% вещества А. Сколько вещества А останется через 2000 с, если реакция имеет:  
А) нулевой; Б) первый порядок.
2. Реакция разложения  $2\text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$  имеет второй порядок с константой скорости  $k = 5,95 \cdot 10^6$  л моль<sup>-1</sup>с<sup>-1</sup>. Вычислите скорость реакции при давлении иодоводорода 1 бар и температуре 600 К.
3. Вычислите энергию активации реакции, скорость которой при повышении температуры от 27 0С до 37 0С возрастает точно в два раза.
4. Какие из перечисленных величин могут принимать отрицательные значения:  
скорость реакции, порядок реакции, молекулярность реакции, константа скорости, стехиометрический коэффициент?
5. Константа скорости реакции первого порядка  
$$2\text{N}_2\text{O}_5(\text{г}) = 4\text{NO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$$
При 25 0С равна  $3,38 \cdot 10^{-5}$  с<sup>-1</sup>. Чему равен период полураспада  $\text{N}_2\text{O}_5$ ?
6. Реакция первого порядка имеет энергию активации 25 ккал моль<sup>-1</sup> и предэкспоненциальный множитель  $5 \cdot 10^{13}$  с<sup>-1</sup>.  
1. При какой температуре время полураспада для данной реакции составит 1 минуту?

ВАРИАНТ 2.

1. Вещество А смешали с веществами В и С в равных концентрациях 1 моль л<sup>-1</sup>. Через 1000 с осталось 50% вещества А. Сколько вещества А останется через 2000 с, если реакция имеет:  
А) нулевой; Б) второй порядок.
2. Каков порядок реакции, если концентрация исходного вещества линейно уменьшается со временем.
3. Найдите время, за которое вещество А распадается на 1/3 в обратимой реакции  $\text{A} \leftrightarrow \text{B}$  ( $[\text{B}]_0 = 0$ ). При каком минимальном значении  $k_2$  вещество А никогда не сможет распасться на 1/3?
4. Какие из перечисленных величин могут принимать дробные значения:  
скорость реакции, порядок реакции, молекулярность реакции, константа скорости, стехиометрический коэффициент?
5. В некоторой реакции при изменении начальной концентрации от 0.502 до 1.007 моль\*л<sup>-1</sup> период полураспада уменьшился с 51 до 26 с. Определите порядок реакции и константу скорости.
6. Реакция первого порядка имеет энергию активации 25 ккал моль<sup>-1</sup> и предэкспоненциальный множитель  $5 \cdot 10^{13}$  с<sup>-1</sup>.  
1. При какой температуре время полураспада для данной реакции составит 30 дней?

Пример тестового задания:



1. Как называется свойство, состоящее в способности вещества существовать в различных кристаллических модификациях?

1. Полиморфизм,
2. Изометрия,
3. Анизотропия,
4. Текстура.

2. Форма ямок травления на поверхности монокристалла определяет:

- А) степень совершенства монокристалла,
- Б) ориентацию кристаллографических плоскостей,
- В) величину вектора Бюргерса,
- Г) вид дислокации.

3. С увеличением степени переохлаждения при кристаллизации металлов структура становится:

- a) Крупнокристаллической,
- b) Мелкокристаллической,
- c) Не изменяется,
- d) В зависимости от природы материала может быть как крупно кристаллической, так и мелкокристаллической.

4. Компоненты, не способные к взаимному растворению в твердом состоянии и не вступающие в химическую реакцию с образованием соединения образуют:

1. твердые растворы внедрения,
2. химические соединения,
3. смеси,
4. твердые растворы замещения.

5. Отсутствие собственного объема характерно для:

1. жидкости,
2. газа,
3. твёрдого тела,
4. металла.

8. Какие дефекты кристаллической решетки являются линейными?

### 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету (4 семестр)

1. Кристаллическая структура
  - А) Кристаллические системы и пространственные решетки
  - Б) Кристаллические структуры металлов
  - В) Кристаллические структуры керамических материалов
  - Г) кристаллические структуры полимеров.
2. Дефекты в кристаллах
  - А) Точечные дефекты;
  - Б) Дислокации;
  - В) Межзеренные границы.
3. Диффузия
  - А) Основные законы диффузии;
  - Б) Коэффициент диффузии
  - В) Атомистический механизм диффузии в твердом теле
  - Г) Химическая диффузия.
4. Химическая кинетика
  - А) Основные понятия химической кинетики;
  - Б) Кинетика реакций целого порядка;
  - В) Методы определения порядка реакций;
  - Г) Влияние температуры на скорость химической реакции;
  - Д) Кинетика сложных реакций.

Вопросы к экзамену (5 семестр)

1. Конструкционные материалы: металлы, неорганические материалы (минералы, керамика, стекло и пр.),



- органические полимеры и композиты.
2. Классификация твердофазных материалов.
  3. Особенности кристаллического строения вещества. Основные типы кристаллических решеток. Параметры кристаллической решетки.
  4. Кристаллы с ионной связью. Полярный тип связи Молекулярные кристаллы. Интерметаллиды
  5. Аморфные металлические материалы.
  6. Перспективная керамика. Структура, свойства. Область применения.
  7. Дефекты кристаллического строения. Точечные дефекты. Дислокации. Межзеренные границы. Фазовые границы.
  8. Основные фазы в сплавах. Твердые растворы внедрения, замещения, вычитания.
  9. Основные фазы в сплавах. Химические соединения. Механические смеси. Особенности кристаллизации сплавов. Полиморфные превращения.
  10. Роль диффузии в создании новых материалов. Основные законы диффузии. Первое уравнение Фика. Второе уравнение Фика.
  11. Коэффициенты диффузии. Экспериментальные методы их определения.
  12. Значение параметров диффузии в металлах, сплавах и неметаллических материалах.
  13. Дефекты в твердом теле и диффузионная подвижность. Химическая диффузия.
  14. Взаимная диффузия в сплавах замещения. Эффект Киркендалла. Эффект Френкеля.
  15. Твердофазные реакции при получении и эксплуатации неорганических материалов.
  16. Химическая кинетика. Основные понятия. Скорость химической реакции. Методы измерения скорости химических реакций.
  17. Кинетика реакций целого порядка. Методы определения порядка реакции.
  18. Влияние температуры на скорость химических реакций. Правило Вант-Гоффа. Уравнение Аррениуса. Энергия активации.
  19. Кинетика гетерогенных реакций. Принцип независимости химических реакций.
  20. Внешняя и внутренняя массопередача. Кинетика кристаллизации. Реакции с участием твердых тел.
  21. Роль поверхностных явлений в различных процессах. Удельная поверхностная энергия. Поверхностное и межфазное натяжение. Поверхностная энергия твердых тел.
  22. Особенности строения поверхности неорганических материалов. Реальная и атомарно- чистая поверхность.
  23. Методы получения атомарно – чистой поверхности. Методы исследования поверхностных свойств неорганических материалов.
  24. Поверхностная подвижность. Термодинамическое равновесие систем с поверхностной областью. Уравнение Юнга Лапласа. Уравнения Томсона и Оствальда.
  25. Адсорбция. Адсорбция газов и паров на твердой поверхности. Поверхностные группы. Адсорбция на однородной поверхности. Адсорбция на неоднородных поверхностях. Пористость.
  26. Граница раздела твердое тело – жидкость. Смачивание. Адсорбция из раствора. Повышение активности вещества в дисперсном состоянии. Наноматериалы
  27. Физико-химические факторы, определяющие механизм твердофазных реакций. Твердофазные реакции при получении и эксплуатации неорганических материалов.
  28. Понятие «активного состояния». Способы оценки активного состояния твердых фаз. Интегральные методы. Дифференциальные методы.
  29. Способы активирования твердых реагентов. Механическое активирование индивидуальных реагентов и их смеси. Активирование твердофазных реагентов изменением их химической и термической предыстории.
  30. Активирование твердых фаз введением микродобавок. Активирование реакционных смесей в процессе твердофазного взаимодействия. Активирование твердых фаз введением микродобавок. Активирование реакционных смесей в процессе твердофазного взаимодействия. Механическое активирование.
  31. Роль твердофазных реакций в современных технологиях. Особенности твердофазных реакций с участием веществ с ковалентно-ионной связью.
  32. Феноменологическая теория электропереноса. Твердые электролиты. Уравнение Вагнера.
  33. Электродвижущие силы и электродный потенциал. Равновесный электродный потенциал и его зависимость от концентрации реагентов.
  34. Химические источники тока. Топливные элементы. Равновесный электродный потенциал и его зависимость от концентрации реагентов. Химические источники тока. Топливные элементы.
  35. Двойной электрический слой и электрокапиллярные явления. Уравнение г. Липпмана. Уравнение Фрумкина.
  36. Классификация цепей. Электродные потенциалы. Классификация электродов. Потенциометрия
  37. Электрохимические процессы получения и рафинирования металлов в водных и расплавленных солевых

#### 6.4. Критерии оценивания



Степень усвоения материала должна быть продемонстрирована при выполнении контрольных работ в течение семестра: студент должен успешно сдать каждую из двух предложенных контрольных работ по основным разделам дисциплины. В случае, если студент не сдал какие-либо контрольные работы в течение семестра, то на допуске к экзамену ему предлагается решить задачи по соответствующим темам. В качестве дополнительных критериев проверки самостоятельной работы студентов выступление студентов по соответствующим разделам, предложенным в качестве выполнения самостоятельной работы.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л1.1	Улитин М. В., Филиппов Д. В., Федоров А. А.	Поверхностные явления. Адсорбция: учебное пособие ( <a href="https://e.lanbook.com/book/96114">https://e.lanbook.com/book/96114</a> )	Иваново : ИГХТУ, 2014	ЭБС
Л1.2	Олишевец Л. И., Тверякова Е. Н., Кузнецова О. Г., Тимофеева Л. П.	Поверхностные явления: учебное пособие ( <a href="https://e.lanbook.com/book/105930">https://e.lanbook.com/book/105930</a> )	Томск : СибГМУ, 2014	ЭБС
Л1.3	Тимакова Е. В., Казакова А. А.	Физическая химия: неравновесные явления в растворах электролитов: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575066">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575066</a> )	Новосибирск : Новосибирский государственный и технический университет, 2017	ЭБС
Л1.4	Тимакова Е. В.	Физическая химия: химическая термодинамика: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576766">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=576766</a> )	Новосибирск : Новосибирский государственный и технический университет, 2016	ЭБС
Л1.5	Борщевский А.Я.	Физическая химия: энергия, работа, теплота: учебное пособие ( <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=447616">https://znanium.ru/catalog/document?id=447616</a> )	Москва : ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2024	ЭБС
Л1.6	Борщевский А.Я.	Физическая химия: энтропия: учебное пособие ( <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=453672">https://znanium.ru/catalog/document?id=453672</a> )	Москва : ООО "Научно- издательский центр ИНФРА- М", 2024	ЭБС
Л1.7	Истомина Е.Е.	Физическая химия: учебник ( <a href="https://znanium.ru/catalog/document?id=452852">https://znanium.ru/catalog/document?id=452852</a> )	Вологда : Инфра -Инженерия, 2024	ЭБС
Л1.8	Конюхов В. Ю., Гребенник А. В., Крюков А. Ю., Воробьева О. И.	Сборник примеров и задач по физической химии. Электрохимия, химическая кинетика: учебное пособие для вузов ( <a href="https://e.lanbook.com/book/426224">https://e.lanbook.com/book/426224</a> )	Санкт- Петербург : Лань, 2024	ЭБС
Л1.9	Рудой В. М., Останина Т. Н., Мурашова И. Б., Даринцева А. Б.	Электрохимия. Методика исследования кинетики электродных процессов: учебник для вузов ( <a href="https://urait.ru/bcode/564203">https://urait.ru/bcode/564203</a> )	Москва : Юрайт, 2025	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Каур И., Густ В.	Диффузия по границам зерен и фаз: Пер. с англ.	Москва : Машиностроени е, 1991	



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.2	Бокштейн Б. С.	Диффузия в металлах: учебное пособие для студентов вузов по специальности "Физико-химические исследования металлургических процессов", "Физика металлов", "Металловедение, оборудование и технология термической обработки металлов"	Москва : Металлургия, 1978	
Л2.3	Чеботин В. Н.	Физическая химия твердого тела	Москва : Химия, 1982	
Л2.4	Жуховицкий А. А., Шварцман Л. А.	Краткий курс физической химии: учебник для металлургических специальностей вузов	Москва: Металлургия, 1979	
Л2.5	Тимакова Е. В., Казакова А. А.	Физическая химия: сборник заданий с примерами решений: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575086">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575086</a> )	Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018	ЭБС

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Лань [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. URL: <a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>
Э2	Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. URL: <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
Э3	Юрайт [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. URL: <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>
Э4	eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] : электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. URL: <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader
WinDjView
LMS Moodle
Adobe Connect Acrobat
OpenOffice
LibreOffice
ПО Kaspersky

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Электронный каталог научной библиотеки ЧелГУ [Электронный ресурс] : база данных / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 1992.
2. APS JOURNALS. Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics : журналы American Physical Society : сайт. – URL: <a href="http://journals.aps.org/about">http://journals.aps.org/about</a> – Яз. англ. – Режим доступа: только из сети университета. – Текст : электронный.
3. Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
4. Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
5. Springer Link : [сайт]. – URL: <a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины осуществляется в учебной аудитории первого корпуса, рассчитанной на 25 студентов. Если занятия ведутся для потока студентов, то дисциплина ведется в лекционной аудитории первого корпуса, рассчитанной на 100 студентов.



Для успешного освоения дисциплины аудитория должна быть оборудована мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций.

Используются электронный читальный зал научной библиотеки ЧелГУ (аудитория 206) и учебная лаборатория вычислительной физики кафедры теоретической физики (аудитория 222) для самостоятельной работы студента, оснащенные персональными компьютерами, мультимедийной аппаратурой. В аудиториях обеспечен доступ к различной справочной литературе, энциклопедиям, библиографическим и полнотекстовым базам данных, информационным ресурсам «Интернет».

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с применением следующего специального оборудования:

а) для лиц с нарушением слуха (акустический усилитель и колонки, мультимедийный проектор);

б) для лиц с нарушением зрения (мультимедийный проектор (использование презентаций с укрупненным текстом);

в) для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата (персональные мобильные компьютеры – нетбуки).

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При изучении данной дисциплины используются лекционные, практические занятия и самостоятельная работа студентов. Изучать материал нужно последовательно, согласно лекционному материалу, руководствуясь программой курса с использованием рекомендованных учебников и пособий. Если в процессе изучения материала возникают вопросы, то необходимо обратиться за консультацией к преподавателю.

На практических занятиях рассматриваются основные методы и приемы решения задач по физико-химическим основам материаловедения. Рекомендуется перед каждым практическим занятием выполнить домашнее задание, что позволит лучше усвоить предыдущий материал, и изучать соответствующий лекционный материал перед очередным практическим занятием.

Важным моментом при изучении любой дисциплины является организация самостоятельной работы. Это даст возможность студенту самому оценить уровень сформированности расчетных умений, развить познавательную активность. При выполнении индивидуальных заданий студенту рекомендуется использовать не только предложенный список литературы, но и провести самостоятельный поиск источников.

В освоении дисциплины (модуля) инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету является важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MS Office365, форумы, электронная почта и др.).

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании «Положения о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», «Положения о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ». В исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

## 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по



запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

