

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы _____ **М.Х. Хоконов**

«_____» _____ 20____ г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
_____ **Б.И. Кунижев**

«_____» _____ 20____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ФИЗИКА ТВЕРДОГО И ЖИДКОГО СОСТОЯНИЯ»

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 – ФИЗИКА

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

«Физика конденсированного состояния вещества»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Нальчик 2021

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» /сост. Шебзухова И.Г. – Нальчик: КБГУ, 2021. – 40 с.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Физика конденсированного состояния» в 4 семестре 2 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта ФГОС 3++ высшего образования по направлению 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 7 августа 2020 г. № 891, который зарегистрирован в Минюсте РФ 24 августа 2020 г., регистрационный № 59412.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО	4
3.	Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4.	Содержание и структура дисциплины (модуля)	6
5.	Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	12
6.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	25
7.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	26
7.1.	<i>Нормативно-законодательные акты</i>	26
7.2.	<i>Основная литература</i>	27
7.3.	<i>Дополнительная литература</i>	27
7.4.	<i>Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)</i>	28
7.5.	<i>Интернет-ресурсы</i>	28
7.6.	<i>Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы</i>	30
8.	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	34
9.	Приложения	36

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель курса – ознакомление бакалавров, специализирующихся по физике конденсированного состояния, с терминологией, экспериментальными и теоретическими методами физики твердого и жидкого состояния в равновесных системах.

Задача курса:

- дать прочные знания о структуре и свойствах твердых и жидких тел, включая общие представления о строении кристаллов и аморфных веществ, о дефектах реального кристалла, теориях химической связи и т.д.;

- дать общие сведения о металлах, полупроводниках и аморфных твердых телах, жидких кристаллах и изотропных жидкостях, природу сил связей и типы твердых тел по характеру сил межчастичных взаимодействий;

- рассмотреть тепловые свойства твердых тел, свойства жидких металлов и сплавов и др.;

- опираясь на полученные теоретические знания научить студентов решать задачи.

Основными формами изучения курса «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» являются лекции и практические (семинарские) занятия.

Для усвоения спецкурса «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» студентам необходимо владеть навыками практического применения основных положений разделов: Молекулярная физика, Механика, Электричество, разделов математики:

- Математический анализ – дифференциальное и интегральное исчисления;

- Алгебра – векторные понятия, операции с векторами;

- Дифференциальные уравнения – дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными;

- Аналитическая геометрия – система координат, кривизна, радиус кривизны;

- Программирование – элементы программирования.

Кроме того, подготовка к практическим занятиям требует от бакалавров изучение журнальных статей и переводов с иностранного языка научных статей, выступления с докладами на практических занятиях.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к базовой части и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавров по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: «Молекулярная физика»; «Механика», «Электричество», «Дифференциальные уравнения, вариационное исчисление» и др.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре. Дисциплина преподается посредством чтения лекций и проведения практических занятий.

На лекциях излагаются основные положения теоретического материала.

Практические занятия направлены на закрепление лекционного материала, освоение основных способов решения теоретических и экспериментальных задач по данному курсу.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

Профессиональных (ОПК): способностью применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности (ОПК-1).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: о структуре и свойствах твердых тел и жидкостей, включая общие представления о строении кристаллов и аморфных веществ, о дефектах реального кристалла, теориях химической связи и т.д.

Уметь: рассматривать свойства металлов, полупроводников, диэлектриков и аморфных твердых тел, жидкостей, решать задачи, опираясь на полученные теоретические знания.

Владеть: основными понятиями и методами изучения физики твердого и жидкого состояния в равновесных условиях; методами расчета характеристик твердых и жидких тел.

Приобрести опыт: экспериментальных и теоретических исследований свойств твердых тел и жидкостей, а также интерпретаций полученных результатов.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля) «Элементарная физика твердого и жидкого состояния», перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	Предмет и методы дисциплины «Элементарная физика твердого и жидкого состояния».	Введение. Предмет и задачи физики твердого и жидкого состояния вещества. Основные сведения о физике твердых тел и жидкостей. Агрегатные состояния. Кристаллические и аморфные твердые тела и жидкости. Дальний и ближний порядок во взаимном расположении структурных единиц (атомов, молекул, ионов) в твердых телах и жидкостях. Применение твердых и жидких тела в науке, технике.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р
2	Классификация фазовых переходов.	Классификация фазовых переходов по В. Семенченко. Докритические, критические, закритические фазовые переходы. Детерминант устойчивости, коэффициенты устойчивости. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту. Фазовые переходы первого и второго рода.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р
3	Особенности жидкого состояния вещества.	Особенности жидкого состояния вещества. Классификация жидкостей и молекулярных взаимодействий. Простые и непростые жидкости. Тепловое и диффузионное движение частиц жидкости. Молекулярные теории простых жидкостей. Метод коррелятивных функций. Радиальная функция распределения.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р
4	Растворы и сплавы.	Термодинамическая классификация твердых и жидких растворов. Типы твердых и жидких растворов. Диаграммы состояния однокомпонентных и бинарных систем.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р
5	Элементы кристаллографии. Симметрия твердых тел.	Некоторые сведения о кристаллах. Элементы геометрии кристаллической решетки. Элементы симметрии. Реальные кристаллы. Дефекты кристаллических решеток.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р
6	Методы исследования структуры.	Рентгенография. Закон дифракции Брегга-Вульфа. Метод Дебая-Шеррера. Метод Лауэ. Распределение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей. Дифракция нейтронов и электронов. Упругое и неупругое рассеяние, их осо-	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р

		бенности. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в аморфных веществах.		
6	Типы связи в твердых телах и жидкостях.	Типы связи в молекулах. Классификация твердых тел по типам связи: молекулярные кристаллы, кристаллы с водородной связью, ковалентные и ионные кристаллы, металлы. Классификация жидкостей. Жидкие кристаллы.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р
7	Электронное строение атома.	Электронные слои и состояния. Электронные конфигурации. Принцип Паули. Распределение электронной плотности атомов. Принцип заполнения электронных оболочек и орбиталей. Квантовые ячейки. Образование связей в молекулах, твердых и жидких телах. Гибридизация электронных состояний. Валентность.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р
8	Колебания частиц кристаллической решетки.	Колебания однородной струны. Колебания одноатомной, двухатомной линейных цепочек. Особенности колебаний трехмерной кристаллической решетки с многоатомным базисом. Число акустических и оптических ветвей в трехмерном кристалле.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р
9	Тепловые свойства твердых тел.	Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Классическая теория теплоемкости. Теория теплоемкости по Эйнштейну. Теория теплоемкости по Дебаю. Предельные случаи высоких и низких температур. Тепловое расширение твердых тел. Линейный коэффициент теплового расширения.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р
10	Явления переноса в твердых телах и жидкостях.	Теплопроводность. Закон Видимана-Франца. Механизмы переноса тепла в твердых телах и жидкостях. Диффузия. Законы Фурье и Фика.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р
11	Зонная теория твердых тел.	Основные понятия зонной теории твердых тел. Классификация твердых тел по электропроводности. Классификация твердых тел по структуре зон и положению уровня Ферми. Металлы, полупроводники, диэлектрики, полуметаллы.	ОПК-1	ДЗ, РК, Т, К, Р

В графе 5 приводятся планируемые формы текущего контроля. Выполнение домашнего задания (ДЗ), коллоквиума (К), тестирования (Т), рубежный контроль (РК), реферат (Р) и т.д.

На изучение курса отводится 108 часов (3 з.е.), из них: контактная работа 68 часов, в том числе лекционных – 34 часа; практических (семинарских) – 34 часа; самостоятельная работа студента 31 час; завершается зачетом в 4 семестре.

Структура дисциплины (модуля) «Элементарная физика твердого и жидкого состояния»

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов / зачетных единиц	
	4 семестр	всего
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	108	108
Контактная работа (в часах):	68	68
<i>Лекции (Л)</i>	34	34
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	34
<i>Семинарские занятия (СЗ)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	<i>Не предусмотрены</i>	<i>Не предусмотрены</i>
Самостоятельная работа (в часах):	31	31
Расчетно-графическое задание		
Реферат (Р)		
Эссе (Э)		
Контрольная работа (КР)		
Самостоятельное изучение разделов	22	22
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР)		
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	9	9
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет

Таблица 3. Лекционные занятия

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
		в 4-м семестре
1	Предмет и методы физики твердого и жидкого состояния.	Введение. Предмет и задачи физики твердого и жидкого состояния вещества. Основные сведения. Агрегатные состояния. Дальний и ближний порядок во взаимном расположении структурных единиц (атомов, молекул, ионов) в твердых телах и жидкостях. Кристаллические и аморфные твердые тела. Жидкие кристаллы и изотропная жидкость. Твердые и жидкие тела в науке, технике и технологии. Роль отечественных ученых в развитие физики твердого и жидкого состояния вещества.
2	Фазовые переходы.	Классификация фазовых переходов по В. Семенченко. Докритические, критические, закритические переходы. Детерминант устойчивости, коэффициенты устойчивости. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту. Фазовые переходы первого и второго рода.
3	Особенности жидкого состояния вещества.	Классификация жидкостей и молекулярных взаимодействий. Простые и непростые жидкости. Тепловое и диффузионное

		движение частиц жидкости. Молекулярная теория простых жидкостей. Метод коррелятивных функций. Радиальная функция распределения.
4	Сплавы и растворы.	Основные понятия. Термодинамическая классификация твердых и жидких растворов. Теплота смешения, энтропия смешения. Энергия смешения. Идеальные и реальные растворы. Атомная, молярная, весовая, объемная концентрации и их связь. Твердые растворы (замещения, внедрения, вычитания). Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Диаграммы состояния бинарных систем. Методы построения и типы диаграмм состояния бинарных систем.
5	Твердое тело.	Кристаллическое и аморфное состояния. Некоторые сведения о кристаллах. Элементы геометрии кристаллической решетки. Основные типы кристаллических решеток. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка. Ячейки P, A, B, C, F, I, R. Решетки Браве. Ячейки Вигнера-Зейтца. Параметры решетки. Индексы узлов, направлений, плоскостей (индексы Миллера). Трансляционные группы. Координационные числа, коэффициент упаковки, ретикулярная плотность.
6	Элементы симметрии кристаллов.	Элементы симметрии кристаллической решетки. Линейные преобразования. Трансляция, ротационная симметрия, инверсия, отображение в плоскости.
7	Реальные кристаллы.	Дефекты структуры в твердых телах. Классификация дефектов (нульмерные, линейные, поверхностные, объемные дефекты). Тепловые точечные дефекты по Шоттки и Френкелю. Радиационные дефекты. Равновесная концентрация точечных дефектов. Дислокации (краевая и винтовая). Понятие вектора и контура Бюргерса. Плоскостные дефекты. Границы зерен. Энергия дислокаций и границ зерен. Объемные дефекты. Центры окраски. Сингулярная и вичинальная грани.
8	Электронное строение атома.	Электронные слои и состояния. Волновые функции и распределение электронной плотности атомов. Принцип заполнения электронных оболочек и орбиталей. Квантовые ячейки. Принцип Паули. Принцип минимума энергии. Образование связей в молекулах и твердых телах. Сигма- и пи-связи. Гибридизация электронных состояний.
9	Классификация твердых и жидких тел по типу химической связи.	Типы сил связи в молекулах, твердых телах и жидкостях. Силы Ван-дер-Ваальса. Дисперсионное, ориентационное, индукционное взаимодействия. Молекулярная связь. Водородная связь. Потенциал ионизации. Энергия сродства. Электроотрицательность атомов. Относительная ионность соединения. Энергия взаимодействия. Формула Леннарда-Джонса. Ионная связь. Формула Борна-Майера. Постоянная Маделунга. Ковалентная связь. Природа ковалентной связи. Насыщенность и направленность ковалентной связи. Металлическая связь. Классификация жидкостей. Жидкие кристаллы (сметтики, нематтики, холестерики). Свойства и применение жидких кристаллов.
10	Колебания частиц кристаллической решетки.	Одномерные колебания однородной струны. Колебания одноатомной линейной решетки. Понятие фонона как элементарного возбуждения решетки. Фазовая и групповая скорости упругих волн в линейной цепочке. Плотность колебательных со-

		стояний. Колебания двухатомной линейной цепочки. Акустические и оптические колебательные ветви. Продольные и поперечные колебания в кристалле. Спектральная плотность бинарной цепочки. Дисперсионные соотношения. Особенности колебаний трехмерной кристаллической решетки с многоатомным базисом. Число акустических и оптических ветвей в трехмерном кристалле.
11	Тепловые свойства твердых тел.	Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории. Зависимость теплоемкости твердых тел от температуры. Теория теплоемкости Эйнштейна. Теория теплоемкости Дебая. Фононная теплоемкость решетки. Характеристические температуры Дебая и Эйнштейна. Предельные случаи высоких и низких температур. Тепловое расширение твердых тел. Взаимодействие фононов и тепловое расширение твердых тел. Линейный коэффициент теплового расширения.
12	Явления переноса в твердых телах и жидкостях.	Теплопроводность. Закон Видемана-Франца. Механизмы переноса тепла в твердых телах и жидкостях. Диффузия. Механизмы диффузии. Математическое описание процессов диффузии. Законы Фурье и Фика.
13	Зонная теория твердых тел.	Основные понятия зонной теории твердых тел. Классификация твердых тел по электропроводности. Классификация твердых тел по структуре зон и положению уровня Ферми. Металлы, полупроводники, диэлектрики, полуметаллы.
14	Методы исследования структура твердых и жидких тел.	Рентгенография. Закон дифракции Брегга-Вульфа. Метод Дебая-Шеррера. Метод Лауэ. Распространение волн в кристаллах. Дифракция рентгеновских лучей, нейтронов и электронов в кристалле и аморфных веществах. Упругое и неупругое рассеяние, их особенности.

Таблица 4. Практические занятия (семинарские занятия)

№ раздела	СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЙ
1	Основные сведения о физике твердого и жидкого состояния. Агрегатные состояния. Кристаллические и аморфные твердые тела и жидкости. Дальний и ближний порядок.
2	Элементы кристаллографии. Основные типы кристаллических решеток. Расчеты характеристик кристаллической структуры (координационного числа, коэффициента упаковки, ретикулярной плотности, индексов Миллера и др.).
3	Элементы симметрии кристаллической решетки.
4	Реальные кристаллы. Типы дефектов в твердых телах. Классификация дефектов. Тепловые и радиационные дефекты. Расчет концентрации дефектов типа Шоттки и Френкеля.
5	Фазовые переходы. Классификации фазовых переходов.
6	Особенности жидкого состояния. Классификация жидкостей и молекулярных взаимо-

	действий. Жидкие кристаллы.
7	Растворы и сплавы. Классификация твердых и жидких растворов. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые диаграммы бинарных растворов и сплавов.
8	Электронное строение атома. Квантовые ячейки. Образование связей.
9	Классификация твердых тел и жидкостей по типу связи структурных единиц. Силы Ван-дер-Ваальса. Дисперсионные, ориентационные, индукционные взаимодействия. Особенности ковалентной, ионной, металлической связей. Направленность и насыщенность ковалентной связи. Энергия связи.
10	Колебания частиц кристаллической решетки.
11	Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Классическая теория теплоемкости. Теплоемкости по Эйнштейну и по Дебаю при высоких и низких температурах.
12	Теплопроводность твердых и жидких тел. Диффузия. Законы Фурье и Фика.
13	Зонная теория твердых тел. Классификации твердых тел по электропроводности и по структуре зон и положению уровня Ферми.
14	Методы исследования структуры твердых и жидких тел.

Таблица 5. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены

Таблица 6. Курсовые работы по дисциплине (модулю) – не предусмотрены

Таблица 7. Темы рефератов

№№	Темы
1	Теория химической связи. Гомеоплярная связь. Гибридизация. Построение структуры молекул и полупроводниковых кристаллов на основе sp-гибридизации.
2	Теплопроводность твердых тел. Диффузия в твердых телах. Законы Фурье и Фика.
3	Аморфные твердые тела. Строение аморфных твердых тел. Свойства аморфных металлов и полупроводников.
4	Фазовые переходы 1 рода. Фазовые диаграммы однокомпонентных и бинарных систем.
5	Фазовые переходы 11 рода. Свойства гелия. Фазовая диаграмма.
6	Анизотропия твердых тел.
7	Сверхпроводимость. Сверхпроводящие материалы. Высокотемпературная сверхпроводимость.
8	Особенности жидкого состояния. Классификация жидкостей.
9	Жидкие кристаллы. Типы жидких кристаллов. Свойства. Применение.
10	Методы исследования структуры твердых и жидких тел.

Таблица 7. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)

№№	Содержание занятий
1	Явления переноса в твердых телах и жидкостях.
2	Особенности жидкого состояния. Классификация жидкостей.

3	Элементы кристаллографии. Расчет характеристик кристаллической структуры: координационного числа, коэффициента упаковки, ретикулярной плотности, индексов Миллера и др. Элементы симметрии.
4	Теория химической связи. Гомеоплярной связи. Гибридизация. Построение структуры молекул и полупроводниковых кристаллов на основе sp-гибридизации.
5	Дефекты в твердых телах. Структурные и тепловые дефекты. Вакансии, дислокации, границы зерен. Расчет концентрации дефектов типа Шоттки и Френкеля.
6	Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Классическая теория теплоемкости. Теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая. Вывод формул для теплоемкости.
7	Теплопроводность твердых и жидких тел. Диффузия. Законы Фурье и Фика.
8	Аморфные твердые тела. Строение аморфных твердых тел. Свойства аморфных металлов и полупроводников.
9	. Фазовые переходы 1 рода. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. Диаграммы состояния бинарных систем.
10	Классификация твердых тел по типам связи атомов, молекул, ионов.
11	Классификация жидких кристаллов.
12	Методы исследования структуры твердых и жидких тел.

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В ходе изучения дисциплины предусматриваются *текущий, рубежный контроль и промежуточная аттестация*.

5.1. Оценочные материалы для текущего контроля. Цель текущего контроля – оценка результатов работы в семестре и обеспечение своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающегося. Объектом текущего контроля являются конкретизированные результаты обучения (учебные достижения) по дисциплине

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» и включает: ответы на теоретические вопросы на практическом занятии, решение практических задач и выполнение заданий на практическом занятии, самостоятельное выполнение индивидуальных домашних заданий (например, решение задач) с отчетом (защитой) в установленный срок.

Оценка качества подготовки на основании выполненных заданий ведется преподавателем (с обсуждением результатов), баллы начисляются в зависимости от сложности задания.

5.1.1. Вопросы по темам дисциплины «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» для устного опроса (контролируемые компетенции ОПК-1):

Тема 1. Введение.

1. Естественные науки и методы физики твердого и жидкого состояния.
2. Фаза и компонента.
3. Агрегатные и фазовые состояния.
4. Правила фаз Гиббса.
5. Ближний и дальний порядок.
6. Кристаллические и аморфные твердые тела и жидкости.
7. Твердые и жидкие тела в науке, технике и технологии.
8. Роль отечественных ученых в развитие физики твердого и жидкого состояния вещества.

Тема 2. Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов.

- 1.Классификация фазовых переходов по В. Семенченко. Детерминант устойчивости и коэффициенты устойчивости.
- 2.Предкритические, критические и закритические фазовые переходы.
- 3.Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту.
- 4.Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Примеры.
- 5.Фазовые переходы второго рода. Свойства гелия. Фазовая диаграмма.

Тема 3. Особенности жидкого состояния.

- 1.Классификация жидкостей и молекулярных взаимодействий.
- 2.Молекулярная теория простых жидкостей.
- 3.Жидкие кристаллы.

Тема 4. Растворы и сплавы.

- 1.Классификация твердых и жидких растворов.
- 2.Теплота смешения, энтропия смешения, энергия смешения.
- 3.Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
- 4.Фазовые диаграммы бинарных растворов и сплавов.
- 5.Методы построения диаграмм состояния.
- 6.Типы диаграмм бинарных систем.
- 7.Типа ситары, двух ситар.
- 8.Типа простой эвтектики.
- 9.Эвтектического типа.
- 10.Перитектического типа.
- 11.Диаграммы с образованием химических соединений.

Тема 5. Твердые тела кристаллические и аморфные.

- 1.Элементы геометрии кристаллической решетки.
- 2.Основные типы кристаллических решеток.
- 3.Элементарная ячейка.
- 4.Примитивная ячейка. Ячейки P, A, B, C, F, I, R.
- 5.Ячейки Браве.
- 6.Трансляционные группы.
- 7.Ячейки Вигнера-Зейтца.
- 8.Индексы узлов, узловой прямой, узловой плоскости (индексы Миллера).
- 9.Координационные числа, коэффициент упаковки, ретикулярная плотность.

Тема 6. Элементы симметрии кристаллов.

- 1.Линейные преобразования.
- 2.Элементы симметрии:
 - трансляция,
 - ротационная симметрия,
 - инверсия,
 - отображение в плоскости.

Тема 7. Реальные кристаллы.

1. Дефекты кристаллической решетки.
- 2.Точечные тепловые дефекты, дефекты по Френкелю, по Шотки.
3. Радиационные дефекты.
- 4.Линейные дефекты. Краевая и винтовая дислокации.
- 5.Плоскостные и объемные дефекты.

Тема 8. Электронное строение атома.

- 1.Принцип заполнения электронных оболочек и орбиталей.
- 2.Кватовые ячейки.
- 3.Принцип Паули.
- 4.Принцип минимума энергии.
- 5.Образование связей в молекулах, твердых телах и жидкостях.
- 6.Сигма-и пи-связи. Гибридизация электронных состояний.

Тема 9. Классификация твердых и жидких тел по типам связи структурных единиц.

1. Типы связи в молекулах.
2. Классификация твердых тел по типам связи.
3. Молекулярные кристаллы.
4. Кристаллы с водородной связью.
5. Ковалентные кристаллы.
6. Ионные кристаллы.
7. Металлы.

Тема 10. Колебания частиц кристаллической решетки.

1. Колебания однородной струны.
2. Колебания одноатомной линейной решетки.
3. Фазовая и групповая скорости упругих волн в линейной цепочке.
4. Колебания двухатомной линейной цепочки.
5. Особенности колебаний трехмерной кристаллической решетки с многоатомным базисом.
6. Число акустических и оптических ветвей в трехмерном кристалле.

Тема 11. Тепловые свойства твердых тел.

1. Теплоемкость твердых тел.
2. Закон Дюлонга и Пти.
3. Классическая теория теплоемкости.
4. Теория теплоемкости Эйнштейна. Характеристическая температура Эйнштейна.
5. Теория теплоемкости Дебая. Характеристическая температура Дебая.
6. Тепловое расширение твердых тел.
7. Линейный коэффициент теплового расширения.

Тема 12. Явления переноса в твердых телах и жидкостях.

1. Теплопроводность. Закон Видемана-Франца.
2. Механизмы переноса тепла в твердых телах и в жидкостях. Закон Фурье.
3. Диффузия в твердых телах и жидкостях. Механизмы диффузии.
4. Математическое описание процессов диффузии. Закон Фика.

Тема 13. Зонная теория твердых тел.

1. Классификация твердых тел по электропроводности.
2. Классификация твердых тел по структуре зон и положению уровня Ферми.

Тема 14. Методы исследования структуры твердых тел и жидкостей.

1. Дифракционные методы:
 - рентгеновских лучей,
 - нейтронов,
 - электронов и др.

Критерии формирования оценок (оценивания) устного опроса

Устный опрос является одним из основных способов учёта знаний обучающегося по дисциплине «Элементарная физика твердого и жидкого состояния». Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения.

В результате устного опроса знания, обучающегося оцениваются по следующей шкале: 5 баллов, ставится, если обучающийся:

- 1) полно излагает изученный материал, даёт правильное определение основных понятий физики твердого и жидкого состояния;

- 2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные;
- 3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

4 балла, ставится, если обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для балла «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочёта в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

3 балла, ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:

- 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий;
- 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- 3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

0 баллов, ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего раздела изучаемого материала, допускает ошибки в формулировке.

Баллы могут ставиться не только за единовременный ответ, но и за рассредоточенный во времени, т.е. за сумму ответов, данных студентом на протяжении занятия

5.1.2. Оценочные материалы для самостоятельной работы обучающегося (контролируемые компетенции ОПК-1):

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» сформирован в соответствии с тематикой самостоятельных занятий.

1. Основные понятия и определения физики твердого и жидкого состояния.
2. Кристаллические и аморфные твердые тела и жидкости.
3. Дальний и ближний порядок во взаимном расположении структурных единиц в твердых телах и жидкостях.
4. Твердые и жидкие тела в науке, технике и технологии.
5. Агрегатные состояния вещества. Фаза.
6. Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов по В. Семенченко.
7. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту.
8. Фазовые переходы первого и второго рода.
9. Элементы геометрии кристаллической решетки.
10. Расчет характеристик кристаллической структуры:
 - координационного числа;
 - коэффициента упаковки;
 - ретикулярной плотности;
 - индексов Миллера и др.
12. Элементы симметрии.
13. Реальные кристаллы. Дефекты кристаллической структуры.
14. Особенности жидкого состояния.
15. Растворы и сплавы. Классификация твердых и жидких растворов.
16. Фазовые диаграммы вещества. Тройная точка. Полиморфизм.
16. Диаграммы состояния бинарных сплавов.
17. Типы сил связи в молекулах.
18. Классификация твердых тел по типам связи структурных единиц.
19. Колебания частиц кристаллической решетки.
20. Теплоемкость твердых тел.

21. Зависимость теплоемкости твердых тел от температуры.
22. Явления переноса в твердых телах и в жидкостях.
23. Классификация твердых тел по электропроводности.
24. Классификация твердых тел по структуре зон и положению уровня Ферми.
25. Методы исследования структуры твердых тел и жидкостей.

Задачи по дисциплине:

1. Определить параметр a решетки и d между ближайшими соседними атомами кристалла кальция (ГЦК решетка). Плотность D кристалла кальция равна $1,5 \cdot 10^3$.
2. Определить радиус частицы, которая может быть размещена в центре простой кубической ячейки. Вычислить коэффициент упаковки такой ячейки. Параметр ячейки a .
3. Определить коэффициент упаковки (относительный объем, занимаемый твердыми-атомами) в структуре ГЦК, параметр решетки a .
4. Найти индексы плоскостей, проходящих через узловые точки кристаллической решетки с координатами $//9000//$, $//0100//$, $//0030//$, если параметры решетки $a_1=3$, $a_2=5$, $a_3=6$.
5. Вычислить угол ϕ между двумя направлениями в кубической решетке кристалла, которые заданы кристаллографическими индексами $/110/$ и $/111/$.
6. Вычислить угол ϕ между плоскостями (111) и (102) тетрагонального кристалла галлия с параметрами решетки $a=4,5$ А; $c=7,64$ А.
7. Для образования вакансии в алюминии требуется энергия примерно $0,75$ эВ. Сколько существуют вакансий на один атом кристалла в состоянии термодинамического равновесия при комнатной температуре? При 600 С?
8. Рассчитать отношение числа дефектов по Шоттки к числу дефектов по Френкелю при комнатной температуре, если энергия для образования вакансии $0,75$ эВ; а для образования дефекта внедрения 3 эВ.
9. Определить расстояние между ближайшими и вторыми соседями в простой кубической и ОЦК структуре.
10. Определить поверхностную плотность частиц на гранях (100) , (110) в ГЦК структуре.
11. Определить индексы Миллера плоскостей в простой кубической решетке, если они проходят через точки с координатами отрезки $//121//$, $//211//$ и $//231//$.
12. Написать электронные конфигурации $C1$ ($Z=17$), Rb (37) и Cd (48).
13. Используя закон Дюлонга и Пти, определите удельную теплоемкость: 1) натрия, 2) алюминия. $M(Na)=23 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, $M(Al)=27 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.
15. Вычислить значение энергии кристаллической решетки $NaCl$, если постоянная n характеризующая, потенциал сил отталкивания равна $9,4$, а постоянная Маделунга $1,75$.
16. Написать электронные конфигурации B ($Z=5$), Ca ($Z=20$) и Sn ($Z=50$).
17. Вычислить энергию сил отталкивания для KCl , если энергия диссоциации равна $-4,40$ эВ. Принять $r=2,79$ А.

Критерии формирования оценок по заданиям для самостоятельной работы студента (типовые задачи):

«отлично» (5 баллов) - обучающийся показал глубокие знания материала по поставленным вопросам, грамотно, логично его излагает, структурировал и детализировал информацию, избегая простого повторения информации из текста, информация представлена в переработанном виде;

«хорошо» (4 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает;

«удовлетворительно» (3 балла) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей;

«неудовлетворительно» (менее 2 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы.

5.2. Оценочные материалы для контроля. Рубежный контроль осуществляется по более или менее самостоятельным разделам – учебным модулям курса и проводится по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится **три таких контрольных мероприятия по графику.**

В качестве форм рубежного контроля можно использовать тестирование (письменное или компьютерное), проведение коллоквиума или контрольных работ. Выполняемые работы должны храниться на кафедре в течение учебного года и по требованию предоставляться в Управление контроля качества. На рубежные контрольные мероприятия рекомендуется выносить весь программный материал (все разделы) по дисциплине.

5.2.1. Вопросы на коллоквиумах по дисциплине «Элементарная физика твердого и жидкого состояния»

Коллоквиум № 1

по темам: «Введение», «Фазовые переходы и их классификация», «Особенности жидкого состояния», «Растворы и сплавы», «Элементы кристаллографии».

1. Основные понятия и определения физики твердого и жидкого состояния (фаза, компонент, агрегатные и фазовые состояния, ближний и дальний порядок и т.д.).

2. Фазовые переходы:

- фазовые переходы I рода;
- удельная теплота фазового перехода;
- уравнение Клапейрона-Клаузиуса;
- фазовые переходы II рода.

3. Особенности жидкого состояния:

- классификация жидкостей и молекулярных взаимодействий;
- жидкие кристаллы;
- молекулярные теории простых жидкостей.

4. Растворы и сплавы:

- термодинамическая классификация твердых и жидких растворов;
- фазовые диаграммы однокомпонентных систем;
- диаграммы состояния бинарных сплавов;
- методы построения диаграмм состояния;
- типы диаграмм бинарных систем.

5. Элементы геометрии кристаллической решетки:

- кристаллические и аморфные тела, анизотропия кристаллов;
- элементарные ячейки, узловые прямые и плоскости в решетке, индексы Миллера;
- основные характеристики кристаллической решетки (число частиц, координационное число, плотность упаковки, атомный радиус, ионный радиус);

6. Элементы симметрии:

- Линейные преобразования;
- трансляция;
- ротационная симметрия;
- инверсия;
- отображение в плоскости.

7. Реальные кристаллы. Дефекты кристаллической структуры:

- тепловые точечные дефекты,
- радиационные дефекты,
- линейные дефекты, краевая и винтовая дислокации,
- плоскостные и объемные дефекты.

Коллоквиум № 2

по темам: «Электронное строение атома», «Классификация твердых и жидких тел по типам связи структурных единиц».

1. Электронное строение атома:
 - электронные слои и состояния;
 - принцип заполнения электронных оболочек и орбиталей;
 - квантовые ячейки;
 - принцип Паули;
 - принцип минимума энергии;
 - образование связей в молекулах и твердых телах;
 - сигма- и пи-связи;
 - гибридизация электронных состояний.
2. Типы связи в твердых телах и жидкостях:
 - потенциал ионизации;
 - энергия сродства;
 - электроотрицательность атомов;
 - молекулярная связь;
 - дисперсионное, ориентационное, индукционное взаимодействия;
 - формула Леннарда-Джонса;
 - водородная связь;
 - ионная связь, формула Борна-Майера, постоянная Маделунга;
 - ковалентная связь, природа ковалентной связи;
 - насыщенность и направленность ковалентной связи;
 - металлическая связь.

Коллоквиум № 3

по темам: «Колебания частиц кристаллической решетки», «Тепловые свойства твердых тел», «Явления переноса в твердых телах и жидкостях», «Зонная теория твердых тел», «Методы исследования структуры твердых и жидких тел».

1. Колебание частиц кристаллической решетки:
 - одномерные колебания однородной струны;
 - колебания одноатомной линейной решетки;
 - фазовая и групповая скорости упругих волн в линейной цепочке;
 - колебания двухатомной линейной цепочки;
 - акустические и оптические колебательные ветви;
 - продольные и поперечные колебания в кристалле;
 - особенности колебаний трехмерной кристаллической решетки с многоатомным базисом;
 - число акустических и оптических ветвей в трехмерном кристалле.
2. Тепловые свойства твердых тел:
 - теплоемкость твердых тел;
 - закон Дюлонга и Пти,
 - классическая теория теплоемкости;
 - зависимость теплоемкости твердых тел от температуры;
 - теория теплоемкости Эйнштейна, характеристическая температура Эйнштейна;
 - теория теплоемкости Дебая, характеристическая температура Дебая;
 - теплоемкости твердых тел при высоких и низких температурах;
 - тепловое расширение твердых тел;
 - линейный коэффициент теплового расширения.
3. Явления переноса в твердых телах и жидкостях:
 - теплопроводность;
 - механизмы переноса тепла в твердых телах;
 - диффузия в твердых телах и жидкостях;

- механизмы диффузии;
 - математическое описание процессов диффузии;
 - Законы Фика и Фурье.
4. Зонная теория твердых тел:
- классификация твердых тел по электропроводности;
 - классификация твердых тел по структуре зон и положению уровня Ферми.
5. Методы исследования структуры твердых и жидких тел.

5.2.2. Оценочные материалы для контрольной работы по дисциплине «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» (контролируемые компетенции: ОПК-1)

Типовые варианты контрольных работ:

Вариант 1.

1. Термодинамическая классификация твердых и жидких растворов.
2. Классификация фазовых переходов по В. Семенченко.
3. Выберите правильный ответ.
 1. Плазма - состояние вещества, при котором оно находится всостоянии.
 - а) жидком,
 - б) твердом,
 - в) газообразном,
 - г) ионизированном.
 2. В твердых телах количество основных типов дефектов кристаллической структуры может достигать ...
 - а) 1
 - б) 2
 - в) 3
 - г) 4
 3. Макроскопически однородная по своим физико-химическим свойствам система называется ...
 - а) компонентой
 - б) фазой
 - в) примесью
 - г) замкнутой

Вариант 2.

1. Классификация фазовых переходов по Эренфесту.
2. Радиационные дефекты.
3. Выберите правильный ответ.
 1. Второстепенной или близкой к сингулярной грани плоскость принято называть...
 - а) ретикулярной
 - б) ротационной
 - в) вицинальной
 - г) приповерхностной
 2. В методе дифракции электронов низкой энергии для исследования поверхностей кристаллов энергия электронов в зондирующей пучке составляет...
 - а) от нескольких тысячных эВ до нескольких сотых эВ
 - б) от нескольких эВ до сотен эВ
 - в) от нескольких сотен эВ до сотен тысяч эВ

г) от нескольких МэВ до десятков МэВ

3. Сингулярные грани – это грани...

- а) с малыми индексами и максимальными энергиями
- б) с малыми индексами и минимальной свободной энергией
- в) с большими индексами и максимальными энергиями
- г) с большими индексами и минимальной энергией

Вариант 3.

1. Сплавы. Методы построения диаграмм состояния бинарных сплавов.

2. Фазовые переходы 1 рода. Удельная теплота перехода. Примеры.

3. Выберите правильный ответ.

1. Сингулярная грань обычно является....

- а) шероховатой
- б) гладкой
- в) ступенчатой
- г) сетчатой

2. Ретикулярная плотность – это число частиц, приходящиеся на.... – объем одной элементарной ячейки кристалла с гранецентрированной кубической структурой

- а) на единицу площади грани
- б) на всю площадь поверхности, ограничивающую объем элементарной ячейки кристалла
- в) объем одной элементарной ячейки кристалла с гранецентрированной кубической структурой

3. При низких температурах на сингулярных гранях кристалла концентрация автоадсорбированных атомов и вакансий на поверхности обычно...

- а) исчезающе малая
- б) малая
- в) большая
- г) огромная

Вариант 4.

1. Линейные дефекты. Краевая и винтовая дислокации.

2. Теплоемкость твердых тел по Эйнштейну в области высоких и низких температур.

3. Выберите правильный ответ.

1. Для приповерхностных слоев молекулярных кристаллов характерно...

- а) уменьшение межплоскостного расстояния в приповерхностной области, усиливающегося с глубиной
- б) уменьшение межплоскостного расстояния в приповерхностной области
- в) увеличение межплоскостного расстояния в приповерхностной области, возрастающее с глубиной
- г) увеличение межплоскостного расстояния в приповерхностной области, уменьшающееся с глубиной.

2. Межатомные расстояния на изолированной плоской сетке молекулярных кристаллов больше, чем в объеме, примерно на

- а) на 0.1 – 0.5 %
- б) на 0.5 – 1.5 %
- в) на 5 – 10 %
- г) на 10 – 15 %

3. Грани с малыми индексами называют ...
- а) вицинальной гранью
 - б) гранью с большой элементарной ячейкой
 - в) термодинамически неустойчивой гранью
 - г) сингулярной гранью

Вариант 5.

1. Явления переноса в твердых телах и жидкостях.
2. Классификация твердых тел по электропроводности.
3. Выберите правильный ответ.
 1. Молярная теплоемкость твердых тел при низких температурах по классической теории ...
 - а) пропорциональна температуре
 - б) равна $3R$
 - в) равна $3R/2$
 - г) равна $5R/2$.
 2. Дисперсионное взаимодействие происходит между ...
 - а) частицами с мгновенными диполями
 - б) полярной частицей и частицей с мгновенным диполем
 - в) полярными частицами
 3. В изотропной жидкости ... порядок между структурными единицами.
 - а) дальний
 - б) ближний
 - в) ближний и дальний
 - г) отсутствует.

5.2.3. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» (контролируемые компетенции ОПК-1):

Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – open.kbsu.ru

Тест – система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений студента.

Выберите правильный ответ:

1. Состояние вещества, при котором отсутствует упругость к сдвигу, называется ...
 - : жидким
 - : твердым
 - +: газообразным
 - : аморфным
2. По В.К. Семенченко, число основных типов фазовых превращений составляет ...
 - : 1
 - : 2
 - +: 3
 - : 4
3. К фазовым переходам I-го рода относятся ...
 - : критические переходы
 - +: предкритические переходы
 - : закритические переходы
 - : любые фазовые переходы
4. Состояние вещества, при котором тело обладает упругостью к сдвигу называется...

- + : твердым
- : жидким
- : газообразным
- : плазмой

5. Состояние вещества, при котором упругость к сдвигу крайне мала, называется...

- : твердым
- + : жидким
- : газообразным
- : плазмой

6. Состояние вещества, при котором отсутствует упругость к сдвигу, называется...

- : твердым
- : жидким
- + : газообразным
- : плазмой

7. Ионизированное состояние газа, характеризующееся той или иной степенью ионизации, называется...

- : твердым
- : жидким
- : газообразным
- + : плазмой

8. Какие из этих дефектов можно считать точечными?

- + : вакансии
- + : атомы в междоузлиях
- + : чужеродные атомы
- : винтовые дислокации
- : поверхность кристалла
- : микротрещины

9. Какие из этих дефектов являются линейными?

- : вакансии
- + : винтовые дислокации
- + : краевые дислокации смещения
- : поры
- : границы зерен в поликристалле
- : чужеродные атомы

10. Какие из этих дефектов являются плоскостными?

- + : поверхность кристалла
- + : границы зерен в поликристалле
- + : дефекты упаковки
- : вакансии
- : винтовые дислокации смещения
- : поры

11. Винтовые дислокации относятся к ... дефектам

- : точечным
- + : линейным
- : плоскостным

12. Краевые дислокации относятся к ... дефектам

-: точечным

+: линейным

-: плоскостным

13. При теплообмене энергия передается

+: при помощи неупорядоченного движения частиц

-: ориентированным перемещением внешних тел

-: в следствии обмена системы частицами с окружающей средой

Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:

(4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 100 % предложенных тестовых вопросов;

(3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 80 –99 % от общего объема заданных тестовых вопросов;

(2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 60 –79% от общего объема заданных тестовых вопросов;

(1 балл) – получают обучающиеся правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 40-59 % от общего объема заданных тестовых вопросов.

5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины. Осуществляется в конце семестра и представляет собой итоговую оценку знаний по дисциплине «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» в виде проведения зачета в 4 семестре.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 25 баллов.

**5.3.1. Вопросы, выносимые на зачет в 4 семестр
(контролируемые компетенции ОПК-1):**

1. Предмет и задачи физики твердого и жидкого состояния вещества.
2. Основные сведения (агрегатные состояния, фаза, компонента, ближний и дальний порядок во взаимном расположении структурных единиц в твердых телах и жидкостях).
3. Кристаллические и аморфные твердые тела, изотропная жидкости и жидкие кристаллы.
4. Научное значение и практическое применение твердых и жидких (конденсированных) веществ.
5. Фазовое состояние вещества. Модификации твердых и жидких веществ.
6. Фазовые переходы. Правило фаз Гиббса.
7. Классификации фазовых переходов по В. Семенченко. Детерминант устойчивости, коэффициенты устойчивости. Докритические, критические, за критические переходы.
8. Классификация фазовых переходов по П. Эренфесту.
9. Фазовые переходы первого рода. Фазовые диаграммы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
10. Фазовые переходы второго рода. Примеры фазовых переходов второго рода.
11. Особенности жидкого состояния вещества. Классификация жидкостей и молекулярных взаимодействий. Простые и непростые жидкости Тепловые и диффузионные движения частиц жидкости.
12. Молекулярные теории простых жидкостей. Радиальная функция распределения.
13. Сплавы и растворы. Термодинамическая классификация твердых и жидких растворов. Теплота смешения. Энтропия смешения. Энергия смешения.

14. Идеальные и реальные растворы.
15. Атомная, молярная, весовая, объемная концентрации и их связь.
16. Твердые растворы замещения, внедрения и вычитания.
17. Фазовые диаграммы однокомпонентных систем. Полиморфизм.
18. Диаграммы состояния бинарных систем. Методы построения диаграмм состояния бинарных растворов и сплавов.
19. Типы диаграмм состояния бинарных систем. Типа ситары, двух ситар с максимумом (минимумом).
20. Диаграммы состояния типа простой эвтектики, Эвтектического типа. Перитектического типа.
21. Диаграммы состояния бинарных систем с образованием химических соединений.
22. Основные типы кристаллических решеток твердых тел (сингонии). Решетки Браве. Трансляционные группы.
23. Элементарная ячейка. Примитивная ячейка. Ячейки P, A, B, C, F, I, R.
24. Узловые прямые и плоскости в решетке. Индексы узлов, направлений, плоскостей, индексы Миллера.
25. Координационные числа. Ретикулярная плотность. Коэффициент упаковки.
26. Ячейки Вигнера-Зейтца.
27. Элементы симметрии кристаллических решеток. Линейные преобразования.
28. Оси симметрии. Центр симметрии. Плоскость симметрии. Трансляционная симметрия.
29. Определители матриц линейных преобразований при трансляции, вращении, инверсии, отображении в плоскости.
30. Реальные кристаллы. Дефекты кристаллической структуры. Нульмерные дефекты. Тепловые дефекты по Шоттки и Френкелю. Радиационные дефекты. Равновесная концентрация точечных дефектов.
31. Линейные дефекты. Краевая и винтовая дислокации. Вектор и контур Бюргерса.
32. Плоскостные дефекты. Границы зерен. Энергия дислокаций и границ зерен.
33. Объемные дефекты. Центры окраски. Сингулярная и вицинальная грани. Дефекты на вицинальной грани равновесного кристалла.
34. Особенности поверхности равновесного кристалла (соотношение Кюри-Вульфа). Естественная шероховатость поверхности равновесного кристалла, равновесная поверхность поликристалла.
35. Электронное строение атома. Электронные слои и состояния. Принцип заполнения электронных оболочек и орбиталей. Квантовые ячейки. Принцип Паули. Принцип минимума энергии.
36. Образование связей в молекулах, твердых телах, жидкостях. Гибридизация электронных состояний.
37. Типы связи в молекулах. Классификация твердых тел по типам сил связи структурных единиц.
38. Молекулярные кристаллы. Ван-дер-Ваальсова связь (дисперсионное, ориентационное, индукционное взаимодействия).
39. Энергия взаимодействия. Формула Леннарда-Джонса.
40. Кристаллы с водородной связью.
41. Потенциал ионизации. Энергия сродства. Электроотрицательность атомов. Относительная ионность.
42. Ионные кристаллы. Ионная связь. Формула Борна-Майера. Постоянная Маделунга.
43. Ковалентная связь. Природа ковалентной связи. Направленность и насыщенность ковалентной связи. Ковалентные кристаллы.
44. Металлы. Особенность металлической связи.
45. Особенности структуры поверхности раздела ионных, молекулярных, ковалентных и металлических кристаллов на границе с собственным паром. Смещение частиц в нормальном и тангенциальном направлениях.
46. Аморфные твердые тела. Строение аморфных твердых тел. Физические свойства аморфных твердых тел.

47. Жидкие кристаллы. Структура и классификация жидких кристаллов. Фазовые превращения жидких кристаллов.
48. Физические свойства жидких кристаллов. Применение жидких кристаллов.
49. Жидкие металлы, полупроводники и диэлектрики. Свойства жидких металлов, полупроводников и диэлектриков.
50. Колебания частиц кристаллической решетки.
51. Одномерные колебания однородной струны.
52. Колебания одноатомной линейной решетки.
53. Понятие фонона как элементарного возбуждения решетки. Фазовая и групповая скорости упругих волн в линейной цепочке. Акустические фононы. Закон дисперсии.
54. Колебания линейной цепочки, состоящей из атомов двух типов. Акустические и оптические колебательные волны. Продольные и поперечные колебания в кристалле.
55. Особенности колебаний в трехмерной кристаллической решетке с многоатомным базисом. Число акустических и оптических ветвей в трехмерном кристалле.
56. Тепловые свойства твердых тел. Теплоемкость твердых тел. Закон Дюлонга и Пти.
57. Классическая теория теплоемкости. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы в классической физике. Границы справедливости классической теории.
58. Зависимость теплоемкости твердых тел от температуры.
59. Теория теплоемкости Эйнштейна. Характеристическая температура Эйнштейна.
60. Теория теплоемкости Дебая. Характеристическая температура Дебая.
61. Предельные случаи теплоемкостей Эйнштейна и Дебая (случаи высоких и низких температур).
62. Тепловое расширение твердых тел. Линейный коэффициент теплового расширения.
63. Явления переноса в твердых телах и жидкостях.
64. Теплопроводность. Закон Видемана-Франца. Диффузия. Механизмы переноса тепла и диффузии. Законы Фурье и Фика.
65. Зонная теория твердых тел. Основные понятия зонной теории твердых тел.
66. Классификация твердых тел по электропроводности.
67. Классификация твердых тел по структуре зон и положению уровня Ферми. Металлы, полупроводники, диэлектрики, полуметаллы.
68. Экспериментальные методы изучения структуры твердых тел и жидкостей.

Критерии оценок по промежуточной аттестации:

Зачет (25 баллов) – получают обучающиеся, которые свободно ориентируются в материале и отвечают без затруднений. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий, постановке целей и выборе путей их реализации. Работа выполнена полностью без ошибок.

«незачет» – получают обучающиеся, которые допускают значительные ошибки. Обучающийся имеет лишь начальную степень ориентации в материале. В работе число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Максимальная сумма баллов (100 баллов), набираемая студентом по дисциплине, включает две составляющие:

– *первая составляющая* – оценка регулярности, своевременности и качества выполнения студентом учебной работы по изучению дисциплины в течение периода изучения дисциплины (семестра, или нескольких семестров) (сумма – не более 70 баллов). Баллы, характеризующие успеваемость студента по дисциплине, набираются им в течение всего периода обучения за изучение отдельных тем и выполнение отдельных видов работ.

– *вторая составляющая* – оценка знаний студента по результатам промежуточной аттестации (не более 25 –баллов).

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» в 4 семестре является зачет.

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2. В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания.

Целью промежуточных аттестаций по дисциплине является оценка качества освоения дисциплины обучающимися.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции ОПК-1 представлены в таблице 7

Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

<i>Результаты обучения (компетенции)</i>	<i>Основные показатели оценки результатов обучения</i>	<i>Вид оценочного материала, обеспечивающие формирование компетенций</i>
ОПК-1: способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности. ОПК-1.1: способен применять базовые знания, полученные в области математических и (или) естественных наук. ОПК-1.2: способен использовать при решении профессиональных задач знания, полученные в области математических и (или) естественных наук. ОПК-1.3: способен выбирать физические модели и методы решения задач профессиональной деятельности.	Знать: терминологию, экспериментальные и теоретические методы физики твердого и жидкого состояния.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые оценочные материалы для коллоквиума (раздел 5.2.1.); типовые оценочные материалы для контрольной работы (раздел 5.2.2); типовые тестовые задания (раздел 5.2.3.); типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3)
	Уметь: уметь выбирать способы определения параметров, характеризующих вещества в твердом и жидком состояниях.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые оценочные материалы для коллоквиума (раздел 5.2.1.); типовые оценочные материалы для контрольной работы (раздел 5.2.2); типовые тестовые задания (раздел 5.2.3.); типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3.)
	Владеть: основными понятиями и методами изучения веществ в твердом жидком состоянии.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые оценочные материалы для коллоквиума (раздел 5.2.1.); типовые оценочные материалы для контрольной работы (раздел 5.2.2); типовые тестовые задания (раздел 5.2.3.); типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.2.)

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит обеспечить способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ОПК-1).

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

7.1. Нормативно-законодательные акты

1. Приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 N 891 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата)" (Зарегистрировано в Минюсте России 24.08.2020г. N 59412).

7.2. Основная литература

1. Делоне Н.Б. Основы физики конденсированного вещества [Электронный ресурс] / Делоне Н.Б. - М.:ФИЗМАТЛИТ,2011.-ISBN978-5-9221-1261-1Режим доступа:<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922112611.html>
- 2.Матухин В.Л., Ермаков В.Л. Физика твердого тела.1-е изд. ISBN: 978-5-8114-0923-5. 2010. 224 с. <http://www.lanbook.com>.
- 3.Епифанов Г.И. Физика твердого тела.2011. 4-е изд. 288 с.<http://www.lanbook.com>.
- 4.Жиляев Ф.Р., Пшеничнюк А.И. Сверхпластичность и границы зерен в ультрамелкозернистых материалах.-М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008.-320 С.www.studentlibrary.ru
- 5.Андрижьевский А.А. Механика жидкости и газа.(Электронный ресурс): учеб.пособие/ А.А. Андрижьевский – Минск: Высш. шк.,2014.-206 с.-ISBN 978-985-06-2509-0-Режим доступа:<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850625090.html>

7.3. Дополнительная литература

№	Автор	Название	Издат-во	Год
	Павлов П.Х., Хохлов А.Ф.	Физика твердого тела.	М.:Высшая школа	2000
	Киттель Ч.	Введение в Физику твердого тела.	М.:Наука	1978
	Займан Дж.	Принципы теории твердого тела.	М.:Наука	1974
1.	Кацнельсон А.	Введение в физику твердого тело.	М.:Высшая школа	1984.
2.	Несис Е.И.	Фазовые переходы в равновесных и неравновес- ных системах.	Ставрополь: Изд-во СГУ.	2006.
3.	Варикаш В.М.	Избранные задачи по физике твердого состояния.	Высшая школа, Минск	1969
4.	Маделунг О.	Теория твердого тела.	М.: Наука	1978
5.	Ашкрофт Н., Мермин Н.	Физика твердого тела.	М.: Мир.	1979
6.	Зиненко В.И., Со- рокин Б.П., Тур- чин П.П.	Основы физики твердого тела.	М.: Физмат- лит.	2001
7	Блекмор Дж	Физика твердого тела.	М.: Мир	1988
8	Васильев Д.Н.	Физическая кристаллография		1972
9	Гольдмид Г.Дж.	Задачник по физике твердого тела.	М.: Наука	1976
10	Фишер И.З.	Статистическая теория жидкости.	М.: Физмат- лит	1961
11	Френкель Я.И.	Кинетическая теория жидкости.	М.: Наука	1975
12	Крокстон К.	Физика жидкого состояния.	М: Наука	1978
13	Сонин А.Н.	Введение в физику жидких кристаллов.	М.: Высшая школа	1983
14	Жен П.Ж.	Физика жидких кристаллов.	М.: Мир	1977
15	Татаринова Л.И.	Структура твердых аморфных и жидких веществ.	М.: Наука. 151 с.	1983
16	Ашкрофт Н.	Жидкие металлы (перев. с англ.)	УФН. Т.101.В.3.	1970
17	Пригожин И.Р.	Молекулярная теория растворов. Пер. с англ.	М.: Изд-во	1990

			Металлургия. 360 с.	
18	Шахпаронов М. И.	Введение в современную теорию растворов.	М.: Изд-во Высшая школа, 296 с.	1976

7.4. Периодические издания (газета, вестник, бюллетень, журнал)

Журналы

Журналы РАН: ЖФХ (Журнал физической химии), Расплавы, ФММ (Физика металлов и металловедение), ПТЭ (Приборы и техника эксперимента), Поверхность, Успехи ФН (физических) наук, ЖТФ, Журнал технической физики, Перспективные материалы и т.д.

7.5. Интернет-ресурсы

При изучении дисциплины «Введение в физику межфазных явлений» студентам полезно пользоваться следующими Интернет – ресурсами:

1. <http://elibrary.ru>
2. www.studentlibrary.ru
3. <http://www.mathnet.ru>
4. <http://www.iprbookshop.ru>
5. www.ufn.ru
6. <http://lib.kbsu.ru>
7. <http://www.scopus.com>

общие информационные, справочные и поисковые:

1. Справочная правовая система «Гарант». URL: <http://www.garant.ru>.
2. Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>

Перечень актуальных электронных информационных баз данных, к которым обеспечен доступ пользователям КБГУ (2021-2022 уч.г.)

№п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Наименование организации-владельца; реквизиты договора	Условия доступа
1.	«Web of Science» (WOS)	Политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов	http://www.isiknowledge.com/	Компания Thomson Reuters Сублицензионный договор № WoS/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
2.	Sciverse Scopus издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	Реферативная и аналитическая база данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжных серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	http://www.scopus.com	Издательство «Elsevier. Наука и технологии» Сублицензионный договор № Scopus/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ

3.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ»	Полный доступ
4.	База данных Science Index (РИНЦ)	Национальная информационно-аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	http://elibrary.ru	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2021 от 12.07.2021 г. Активен до 01.08.2022г.	Авторизованный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющих в РИНЦ
5.	ЭБС «Консультант студента»	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	http://www.studmedlib.ru http://www.medcollegelib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №310СЛ/08-2021 От 30.09.2021 г. Активен до 30.09.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
6.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	http://www.studmedlib.ru	ООО «Политехресурс» (г. Москва) Договор №288СЛ/04-2021 От 20.04.2021 г. Активен до 20.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
7.	ЭБС «Лань»	Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №12ЕП/223 от 09.02.2021 г. Активен до 28.02.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)

8.	Национальная электронная библиотека РГБ	Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний	https://нэб.рф	ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Сроком на 5 лет	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ
9.	ЭБС «IPRbooks»	107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий.	http://iprbookshop.ru/	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) Договор №7821/21 от 02.04.2021 г. Активен до 02.04.2022г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
10.	ЭБС «Юрайт» для СПО	Электронные версии учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для СПО и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://www.biblio-online.ru/	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №192/ЕП-223 От 29.10.2021 г. Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
11.	Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье	Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	http://polpred.com	ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора)	Доступ по IP-адресам КБГУ
12.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	http://www.prilib.ru	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Сроком на 5 лет (с дальнейшей пролонгацией)	Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №214)

7.6 Методические рекомендации по изучению дисциплины «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» для обучающихся

Цель курса «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» - ознакомление бакалавров, специализирующихся по физике твердого и жидкого (конденсированного) состояния, с терминологией, экспериментальными и теоретическими методами физики межфазных явлений в равновесных системах.

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины обучающиеся выполняют следующие задания: изучают рекомендованную учебную и научную

литературу; пишут контрольные работы, готовят доклады и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельные творческие работы, участвуют в выполнении практических заданий. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий

Курс изучается на лекциях, семинарах, при самостоятельной и индивидуальной работе обучающихся. Обучающийся для полного освоения материала должен не пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы и основные вопросы теории и практики. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям. Кроме того, подготовка к практическим занятиям требует от бакалавров изучение журнальных статей и переводов с иностранного языка научных статей.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов практических занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по определенным темам. Обучающиеся должны регулярно готовиться к семинарским занятиям и участвовать в обсуждении вопросов. При подготовке к занятиям следует руководствоваться конспектом лекций и рекомендованной литературой. Тематический план дисциплины, учебно-методические материалы, а также список рекомендованной литературы приведены в рабочей программе.

Методические рекомендации при работе над конспектом во время проведения лекции

В процессе лекционных занятий целесообразно конспектировать учебный материал. Для этого используются общие и утвердившиеся в практике правила и приемы конспектирования лекций.

Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля, на которых делаются пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Целесообразно записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Практические (семинарские) занятия – составная часть учебного процесса, групповая форма занятий при активном участии студентов. Практические занятия способствуют углубленному изучению наиболее сложных проблем науки и служат основной формой подведения итогов самостоятельной работы обучающихся. Целью практических занятий является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем практические задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы.

Желательно при подготовке к практическим занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

На практических занятиях обучающиеся учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профес-

сиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к практическому занятию зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений. Это может быть написание доклада, эссе, реферата (с последующим их обсуждением), коллоквиум.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа (по В.И. Далю «самостоятельный – человек, имеющий свои твердые убеждения») осуществляется при всех формах обучения: очной и заочной.

Самостоятельная работа обучающихся - способ активного, целенаправленного приобретения студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия в этом процесса преподавателей. Повышение роли самостоятельной работы обучающихся при проведении различных видов учебных занятий предполагает:

- оптимизацию методов обучения, внедрение в учебный процесс новых технологий обучения, повышающих производительность труда преподавателя, активное использование информационных технологий, позволяющих обучающемуся в удобное для него время осваивать учебный материал;
- широкое внедрение компьютеризированного тестирования;
- совершенствование методики проведения практик и научно-исследовательской работы обучающихся, поскольку именно эти виды учебной работы в первую очередь готовят обучающихся к самостоятельному выполнению профессиональных задач;
- модернизацию системы курсового и дипломного проектирования, которая должна повышать роль студента в подборе материала, поиске путей решения задач.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений. Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;
- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературы);
2. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
3. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
4. Выполнение итоговой контрольной работы.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

Необходимо отметить, что некоторые задания для самостоятельной работы по курсу имеют определенную специфику. При освоении курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в учебно-методическом комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала. Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом и выполняется в обязательном порядке. Задания предложены по каждой изучаемой теме и могут готовиться индивидуально или в группе. По необходимости студент может обращаться за консультацией к преподавателю. Выполнение заданий контролируется и оценивается преподавателем.

Для успешного самостоятельного изучения материала сегодня используются различные средства обучения, среди которых особое место занимают информационные технологии разного уровня и направленности: электронные учебники и курсы лекций, базы тестовых заданий и задач. Электронный учебник представляет собой программное средство, позволяющее представить для изучения теоретический материал, организовать апробирование, тренаж и самостоятельную твор-

ческую работу, помогающее студентам и преподавателю оценить уровень знаний в определенной тематике, а также содержащее необходимую справочную информацию. Электронный учебник может интегрировать в себе возможности различных педагогических программных средств: обучающих программ, справочников, учебных баз данных, тренажеров, контролирующих программ.

Для успешной организации самостоятельной работы все активнее применяются разнообразные образовательные ресурсы в сети Интернет: системы тестирования по различным областям, виртуальные лекции, лаборатории, при этом пользователю достаточно иметь компьютер и подключение к Интернету для того, чтобы связаться с преподавателем, решать вычислительные задачи и получать знания. Использование сетей усиливает роль самостоятельной работы студента и позволяет кардинальным образом изменить методику преподавания.

Студент может получать все задания и методические указания через сервер, что дает ему возможность привести в соответствие личные возможности с необходимыми для выполнения работ трудозатратами. Студент имеет возможность выполнять работу дома или в аудитории. Большое воспитательное и образовательное значение в самостоятельном учебном труде студента имеет самоконтроль. Самоконтроль возбуждает и поддерживает внимание и интерес, повышает активность памяти и мышления, позволяет студенту своевременно обнаружить и устранить допущенные ошибки и недостатки, объективно определить уровень своих знаний, практических умений. Самое доступное и простое средство самоконтроля с применением информационно-коммуникационных технологий - это ряд тестов «on-line», которые позволяют в режиме реального времени определить свой уровень владения предметным материалом, выявить свои ошибки и получить рекомендации по самосовершенствованию.

Методические рекомендации по работе с литературой

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными программой.

При работе с литературой необходимо учитывать, что имеются различные виды чтения, и каждый из них используется на определенных этапах освоения материала.

Предварительное чтение направлено на выявление в тексте незнакомых терминов и поиск их значения в справочной литературе. В частности, при чтении указанной литературы необходимо подробнейшим образом анализировать понятия.

Сквозное чтение предполагает прочтение материала от начала до конца. Сквозное чтение литературы из приведенного списка дает возможность студенту сформировать свод основных понятий из изучаемой области и свободно владеть ими.

Выборочное – наоборот, имеет целью поиск и отбор материала. В рамках данного курса выборочное чтение, как способ освоения содержания курса, должно использоваться при подготовке к практическим занятиям по соответствующим разделам.

Аналитическое чтение – это критический разбор текста с последующим его конспектированием. Освоение указанных понятий будет наиболее эффективным в том случае, если при чтении текстов студент будет задавать к этим текстам вопросы. Часть из этих вопросов сформулирована в ФОС в перечне вопросов для собеседования. Перечень этих вопросов ограничен, поэтому важно не только содержание вопросов, но сам принцип освоения литературы с помощью вопросов к текстам.

Целью *изучающего* чтения является глубокое и всестороннее понимание учебной информации. Есть несколько приемов изучающего чтения:

1. Чтение по алгоритму предполагает разбиение информации на блоки: название; автор; источник; основная идея текста; фактический материал; анализ текста путем сопоставления имеющихся точек зрения по рассматриваемым вопросам; новизна.

2. Прием постановки вопросов к тексту имеет следующий алгоритм:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.

3. Прием тезирования заключается в формулировании тезисов в виде положений, утверждений, выводов.

К этому можно добавить и иные приемы: прием реферирования, прием комментирования.

Важной составляющей любого солидного научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к списку относящейся к ней литературы. В этом случае вся проблема как бы разбивается на составляющие части, каждая из которых может изучаться отдельно от других. При этом важно не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали, потому что таким образом можно не увидеть главного.

Подготовка к экзамену должна проводиться на основе лекционного материала, материала практических занятий с обязательным обращением к основным учебникам по курсу. Это позволит исключить ошибки в понимании материала, облегчит его осмысление, прокомментирует материал многочисленными примерами.

Методические рекомендации для подготовки к зачету

Зачет в 4 семестре являются формой итогового контроля знаний и умений обучающихся по данной дисциплине, полученных на лекциях, практических занятиях и в процессе самостоятельной работы. Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимися материала, предусмотренного данной рабочей программой. К зачету допускаются студенты, набравшие 36 и более баллов по итогам текущего и промежуточного контроля. На зачете студент может набрать 25 баллов.

В период подготовки к зачету обучающиеся вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к зачету включает три этапа:

- самостоятельная работа в течение семестра;
- непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса;
- подготовка к ответу на зачетные вопросы.

При подготовке к зачету обучающимся целесообразно использовать материалы лекций, учебно-методические комплексы, нормативные документы, основную и дополнительную литературу.

На зачет выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Зачет проводится в устной форме.

В аудитории, где проводится устный зачет, должно одновременно находиться не более шести студентов на одного преподавателя, принимающего зачет. На подготовку ответа на билет на зачете отводится 30 минут.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Требования к материально-техническому обеспечению

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия. По дисциплине «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» имеются презентации по отдельным темам курса, позволяющие наиболее эффективно освоить представленный учебный материал.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

лицензионное программное обеспечение:

- Продукты Microsoft (Desktop EducationALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription);

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition;

свободно распространяемые программы:

- Academic MarthCAD License - математическое программное обеспечение, которое позволяет выполнять, анализировать важнейшие инженерные расчеты и обмениваться ими;
- WinZip для Windows - программ для сжатия и распаковки файлов;
- Adobe Reader для Windows – программа для чтения PDF файлов;
- Far Manager - консольный файловый менеджер для операционных систем семейства Microsoft Windows.

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: ЭБС «АйПиЭрбукс», ЭБС «Консультант студента», СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

8.2. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
 - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;
 - задания для выполнения на зачете /экзамене зачитываются ассистентом;
 - письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;
3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):
 - на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
 - зачет/экзамен проводится в письменной форме;
4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию студента зачет/экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Приложение 1**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)**

в рабочую программу по дисциплине «Элементарная физика твердого и жидкого состояния» по направлению подготовки 03.03.02 Физика; Профиль Физика конденсированного состояния вещества на 2021-2022 учебный год.

№п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание
1.			

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры теоретической и экспериментальной физики протокол № ____ от "____" _____ 2021 ____ г.

Заведующий кафедрой _____ / М.Х. Хоконов /

Распределение баллов текущего и рубежного контроля

№п/п	Вид контроля	Сумма баллов			
		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3-я точка
1-	Посещение занятий	до 10 баллов	до 3 б.	до 3б.	до 4б.
2-	Текущий контроль:	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	Ответ на 5 вопросов	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
	Полный правильный ответ	до 15 баллов	5 б.	5 б.	5 б.
	Неполный правильный ответ	от 3 до 15 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.	от 1 до 5 б.
	Ответ, содержащий неточности, ошибки	0б.	0б.	0б.	0б.
	Выполнение самостоятельных заданий (решение задач, написание рефератов, доклад, эссе)	от 0 до 15 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.	от 0 до 5 б.
1.	Рубежный контроль	до 30 баллов	до 10 б.	до 10 б.	до 10 б.
	тестирование	от 0- до 12б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.	от 0- до 4б.
	коллоквиум	от 0 до 18б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.	от 0 до 6 б.
	Итого сумма текущего и рубежного контроля	до 70баллов	до 23б.	до 23б	до 24б
	Первый этап (базовый)уровень) – оценка «удовлетворительно»	не менее 36 б.	не менее 12 б.	не менее 12 б	не менее 12 б
	Второй этап (продвинутый)уровень) – оценка «хорошо»	менее 70 б. (51-69 б.)	менее 23 б	менее 23 б	менее 24б
	Третий этап (высокий уровень) - оценка «отлично»	не менее 70 б.	не менее 23 б.	не менее 23 б	не менее 24б

Критерии оценки качества освоения дисциплины (для зачетной дисциплины)

Баллы (рейтинговой оценки)	Результат освоения	Требования уровню сформированности компетенций
62-70	Зачтено (без проце- дуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав ком- петенций: ОПК-1: способен применять базовые знания области физико- математических наук и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи заче- та)	Обучающийся проявляет компетенции ОПК-1, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить неко- торые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении мате- риала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не зачтено	Компетенции не сформированы.

«Зачтено» выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию.

При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

«Не зачтено» может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.

Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
5	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий, ответы на коллоквиуме на оценки «отлично».

Промежуточная аттестация

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворительно (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
5	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. При решении задач показывает глубокие знания материала, свободно использует необходимые.

