


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)

Институт информатики, электроники и робототехники
Кафедра электроники и цифровых информационных технологий


СОГЛАСОВАНО

Руководитель образователь-
ной программы

 Мустафаев Г.А.

« 30 » 05 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
 Тешев Р.Ш.

« 30 » 05 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.05.02.02 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

Направление подготовки
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль

Современные информационные технологии в электронной технике

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Нальчик, 2023

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная физика» /сост. Дышекова А.Х. – Нальчик: КБГУ, 2023 г., 38 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, во 2 семестре, 1 курса.

Рабочая программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 927 от 19.09.2017

Содержание

Разделы дисциплины, изучаемые в семестре.....	8
---	---

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Молекулярная физика», является представление физики как результата наблюдения, эксперимента, размышления и обобщения опыта. Изучая наиболее общие и простые формы движения материи и взаимное превращение этих форм движения, необходимо сформировать в сознании студента такую картину, которая наиболее полно отражала бы свойства реального мира.

Так как наука в значительной части своей носит экспериментальный характер, то одной из целей преподавания ее является ознакомление

обучающихся с основными методами наблюдения, измерения и эксперимента. Полученные знания должны способствовать развитию физического мышления студентов, освоению ими современной физической картины мира, формирование научного мировоззрения и, тем самым, заложить фундамент для изучения специальных дисциплин.

Освоение учебной дисциплины «Молекулярная физика» состоит в том, чтобы, выработать у студентов диалектико-материалистическое понимание природы, сформировать научный метод мышления, воспитать инженерную интуицию, осветить мировоззренческие и методологические проблемы физики, отразить основные черты современной естественно - научной картины мира, показать важную роль современной физики в решении глобальных проблем человечества (энергетической, экологической и др.); подготовить студентов к изучению теоретических и специальных курсов физики.

Задачи:

- дать студентам основные понятия, определения и законы молекулярной физики;
- развить навыки экспериментального исследования и определения основных параметров и свойств тел;
- освоить методику анализа и решения задач.

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при производстве и эксплуатации изделий электроники и нанoeлектроники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными студентами:

- 40.058 «Инженер-технолог по производству изделий микроэлектроники», который утвержден приказом Минтруда России от 03.07.2019 №480н и зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 №55439;
- 40.104 «Специалист по измерению параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур», который утвержден приказом Минтруда России от 07.09.2015 №593н (В редакции, введенной в действие с 20.01.2019

г. приказом Минтруда России от 14.12.2018 №807н) и зарегистрирован Минюстом России 23.09.2015 г. №38983.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к базовой части Б1.Б.16.02 учебного плана 11.03.04 Электроника наноэлектроника.

Для успешного усвоения дисциплины «Молекулярная физика» необходимо знание физики в пределах программы средней школы, а так же параллельное изучение математики, в частности, таких ее разделов, как:

- а) Математический анализ - дифференциальное и интегральное исчисление функций нескольких переменных
- б) Элементы теории вероятности и математической статистики
- в) Дифференциальные уравнения - дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными, дифференциальные уравнения второго порядка.

Освоение дисциплины «Молекулярная физика» должно предшествовать изучению дисциплин: электричество и магнетизм, оптика, физика колебаний и волн.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

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

Категория компетенции	тип	Код и наименование компетенции	Индикаторы (показатели) достижения компетенций
задач			

Системное критическое мышление	и	УК-1.Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1.</p> <p>Знать: - методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа.</p> <p>УК-1.2.</p> <p>Уметь: -применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.</p>
Научное мышление		ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	<p>ОПК -1.1.</p> <p>Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы</p> <p>ОПК-1.2.</p> <p>Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера</p> <p>ОПК-1.3.</p> <p>Владеет навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач</p>
Исследовательская деятельность		ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	<p>ОПК-2.1.</p> <p>Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи</p> <p>ОПК-2.2.</p> <p>Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их</p>

		<p>достоинства и недостатки</p> <p>ОПК-2.3.</p> <p>Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение</p>
--	--	--

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия и законы молекулярной физики, их математическое выражение;
- границы их применимости, применение законов в практических приложениях;
- фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;
- методы экспериментального и теоретического исследования в физике;
- понимать сущность явлений в механике;
- основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;

Уметь:

- правильно понимать и объяснять физические законы явления и свойства тел, отличать гипотезы от научных теорий;
- пользоваться основными физическими приборами, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи;
- видеть физическое явление с разных точек зрения;
- мыслить творчески и самостоятельно;
- пользоваться при работе справочной и учебной литературой;
- оценивать достоверность естественнонаучной информации;

Владеть:

- методами наблюдения и точного измерения, а также основными приемами и методами обработки результатов эксперимента;
- методами решения конкретных задач из различных областей молекулярной физики и термодинамики.

Приобрести опыт деятельности:

- в области проведения физического эксперимента

4. Содержание и структура дисциплины

Наименование разделов (тем) и их содержание приведены в таблице 1.

Таблица 1

Разделы дисциплины, изучаемые в семестре						
№ раздела	Наименование и содержание разделов	Количество часов				
		Всего	Контактная работа			СРС
			Л	ПЗ	ЛЗ	
1	2	3	4	5	6	7
1	Элементы молекулярно - кинетической теории Статистический и термодинамический методы исследования. Макроскопическое и микроскопическое состояние термодинамической системы. Масса и размеры молекул Тепловое равновесие. Понятие температуры. Модель идеального газа. Законы, описывающие поведение идеального газа. Уравнение состояния идеального газа - Уравнение Клапейрона - Менделеева		4	3		10.
2	Первое начало термодинамики Внутренняя энергия системы. Первое начало термодинамики. Работа совершаемая телом при изменениях объема. Число степеней свободы молекулы. Закон распределения энергии по степеням свободы. Теплоемкость. Уравнение Майера. Недостатки классической теории теплоемкости. Понятие о квантовой теории теплоемкости.		4	3		10

3	Элементы статистической физики Некоторые понятия из теории вероятности. Характер теплового движения молекул. Число ударов молекул о стенку. Давление газа на стенку. Основное уравнение молекулярно кинетической теории идеальных газов. Закон Максвелла о распределение молекул по скоростям и энергиям. Барометрическая формула. Распределения Больцмана и Максвелла - Больцмана. Среднее число столкновении и средняя длина свободного пробега молекул. Опытное обоснование молекулярно - кинетической теории. Макро - и микросостояние. Статистический вес. Энтропия .	6	3		10	
4	Второе начало термодинамики. Энтропия идеального газа. Некоторые применения энтропии. Термодинамические потенциалы. Адиабатный процесс. Политропный процесс. Обратимые и не обратимые процессы. Круговой процесс (цикл). Второе начало термодинамики. Теорема Нернста. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа.	6	3		7	
5	Газ с межмолекулярным взаимодействием и жидкости. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. Уравнение Ван - дер - Вальса. Изотермы Ван - дер - Вальса и их анализ. Свойство жидкостей. Поверхностное натяжение. Смачивание. Давление под искривленной поверхностью жидкости	4	3		7	
6	Твердое состояние Твердые тела. Моно- и поликристаллы. Типы кристаллических твердых тел. Дефекты в кристаллах. Теплоемкость твердых тел. Модель Эйнштейна и Дебая. Представление о фотонах. Фазовые переходы I и II рода. Кристаллизация, плавление, испарение, сублимация. Фазовые диаграммы.	6			7	
7	Явления переноса. Молекулярно - кинетическая теория явления переноса в газах. Диффузия в газах. Вязкость газов. Теплопроводность газов. Ультраразреженные газы. Эффузия. Тепловая эффузия.	4	2		8	
	Итого	144	34	17	34	59

Структура дисциплины представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	2 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Контактная работа (в часах):	85	85
Лекционные занятия (Л)	34	34
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	34	34
Самостоятельная работа (в часах):	59	59
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа (К)		
Самостоятельное изучение разделов/тем		
Курсовая работа (КР) / Курсовой проект (КП) (КР)	-	-
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации	Зачет, экзамен	

Перечень лекционных занятий приведен в таблице 3.

Таблица 3.

Лекционные занятия

№ п/п	Тема
-------	------

1	<p>1. Статистический и термодинамический методы исследования.</p> <p>2. Макроскопическое и микроскопическое состояние термодинамической системы</p> <p>3. Масса и размеры молекул.</p>
2	<p>1. Тепловое равновесие. Понятие температуры.</p> <p>2. Модель идеального газа. Законы, описывающие поведение идеального газа.</p> <p>3. Уравнение состояния идеального газа – Уравнение Клапейрона – Менделеева.</p>
3	<p><i>Внутренняя энергия системы. Первое начало термодинамики.</i></p> <p><i>Работа совершаемая телом при изменениях объема.</i></p>
4	<p><i>1. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекулы.</i></p> <p><i>2. Теплоемкость. Уравнение Майера.</i></p> <p><i>3. Недостатки классической теории теплоемкости. Понятие о квантовой теории теплоемкости.</i></p>
5	<p><i>1. Некоторые понятия из теории вероятности.</i></p> <p><i>2. Характер теплового движения молекул.</i></p> <p><i>3. Число ударов молекул о стенку. Давление газа на стенку.</i></p>
6	<p>1. Основное уравнение молекулярно кинетической теории идеальных газов.</p> <p>2. Закон Максвелла о распределении молекул по скоростям и энергиям.</p>
7	<p>1. Барометрическая формула. Распределения Больцмана и Максвелла – Больцмана.</p> <p>2. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул.</p> <p>3. Опытное обоснование молекулярно – кинетической теории.</p>
8	<p>1. Макро – и микросостояние. Статистический вес.</p> <p>2. Энтропия</p>
9	<p>1. Энтропия идеального газа. Некоторые применения энтропии.</p>

	2. Термодинамические потенциалы.
10	1. Адиабатный процесс. Политропный процесс. 2. Обратимые и не обратимые процессы. Круговой процесс (цикл).
11	1. Второе начало термодинамики. Теорема Нернста. 2. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа.
12	1. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия. 2. Уравнение Ван – дер – Ваальса. 3. Изотермы Ван – дер – Ваальса и их анализ.
13	1. Свойство жидкостей. Поверхностное натяжение. 2. Смачивание. 3. Давление под искривленной поверхностью жидкости.
14	1. Твердые тела. Моно- и поликристаллы 2. Типы кристаллических твердых тел 3. Дефекты в кристаллах.
15	1. Теплостойкость твердых тел. Модель Эйнштейна и Дебая. 2. Испарение, сублимация, плавление и кристаллизация. Аморфные тела
16	1. Фазовые переходы I и II рода. Кристаллизация, плавление, испарение, сублимация. 2. Фазовые диаграммы.
17	1. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах. 2. Вакуум и методика его получения. Свойства ультраразреженных газов.

Практические занятия, их содержание и объем в часах.

Каждое семинарское (практическое), занятие предполагает закрепление теоретических знаний по теме дисциплины. Для успешного решения задачи на практическом занятии, студенту

необходимо хорошо ориентироваться (знать материал - явления, теоремы, рабочие формулы) по теме, по которой решаются задачи. Студент должен понять условие задачи, что требуется определить в задаче, кратко выписать данные задачи. Успех в решении той или иной задачи зависит (процентов на 50 и более) от того насколько правильно будет составлена схема (рисунок) к задаче, с учетом направления силы, действующей на данное тело (частицу и т. д.).

Ниже приводятся задачи, решаемые на занятиях и дома по соответствующим темам курса (лит. №:4)

Тема 1. Молекулярно - кинетическая теория идеальных газов (6ч.)

Номера заданий - 2.1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10;

На дом: -2.11, 12, 13, 14.

Номера заданий 2.16, 17, 18, 19,20,21,22.23,24,25;

Разделы дисциплины, изучаемые в семестре

8

Перечень лабораторных работ.

1. Определение универсальной газовой постоянной методом откачки.
2. Определение молекулярной массы и плотности газа методом откачки.
3. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.
4. Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул воздуха.
5. Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом.
6. Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и объеме методом Клемана - Дезорма.
7. Определение теплоемкости металлов методом охлаждения.
8. Определение относительной влажности воздуха психрометрическим методом и постоянной психрометра.
9. Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса.

Самостоятельное изучение разделов дисциплины (Таблица 4).

Самостоятельная работа студентов - важнейшая составная часть общего процесса обучения. Планомерная организация этого вида работы является одним из путей повышения успеваемости студентов. В учебном плане на каждый семестр предусмотрены различные формы контроля за самостоятельной работой: обязательные консультации, коллоквиумы, отчет о подготовке к лабораторным и практическим занятиям.

Таблица 4.

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
1	Время релаксации. Уравнение состояния идеального газа. Условия, при которых модель идеального газа не пригодна. Математический аппарат в термодинамике. Теплоемкость тела при постоянном объеме. Теплоемкость тела при постоянном давлении. Формула Майера. Адиабатический процесс. Уравнение адиабаты в переменных P-V. Уравнение адиабаты в переменных T-V. Работа политропического процесса.	22
2	Статистический вес. Энтропия как мера беспорядка термодинамической системы. Энтропия как мера вероятности перехода термодинамической системы. Соотношения Максвелла. Понятия термодинамических потенциалов.	22
3	Уравнение Лапласа для избыточного давления создаваемого искривленной поверхностью жидкости. Классификация кристаллов. Симметрия кристаллов. Теория теплоемкости Дебая. Основные предположения теории теплоемкости Дебая. Учет конечности размеров молекул реального газа и их взаимодействия. Законы диффузии, переноса, теплопроводности.	15
Итого:		59

5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Формы контроля текущих, промежуточных и итоговых знаний студентов по дисциплине определяются в соответствии с учебным планом образовательной программы и в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ. Положение о балльно-рейтинговой системе аттестации обучающихся в КБГУ размещено на сайте kbsu.@mail.ru Локальные нормативные акты КБГУ. Тестовые задания по дисциплине «Термодинамика межфазных границ в макро- и наносистемах» находятся на сайте open.kbsu.ru по адресу [http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=4295 /](http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=4295/)

От обучающихся требуется посещение занятий, выполнение практических, семинарских заданий, знакомство с рекомендованной литературой.

При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях (умение вести дискуссию, способность четко и ёмко формулировать свои мысли), уровень подготовки к самостоятельной деятельности, качество выполнения заданий (презентаций, докладов, выполнение практических работ и др.). Контролируемые разделы (темы) дисциплины и критерии оценки приведены в таблице 4 и таблице 5.

Таблица 5

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Контрольные точки	Контролируемые дисциплины*	разделы (темы)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства

1.	Тема 1. Основные понятия молекулярно кинетической теории. Тема 2. Закон Авогадро. Идеальный газ и его уравнение состояния. Тема 3. Изопроцессы. Объединенный газовый закон. Тема 4. Внутренняя энергия идеального и реального газов.	УК-1 ОПК-1 ОПК-2	1. Устный опрос по темам 2. Решение задач по темам 3. Тестирование 4. Выполнение и защита лаб. раб.
2	Тема 1. Закон равнораспределения энергии по степеням свободы. Тема 2. Распределение Максвелла. Тема 3. Энтропия. Второй закон термодинамики. Тема 4. КПД тепловой машины.	УК-1, ОПК -1, ОПК-2	1. Устный опрос по темам 2. Решение задач по темам 3. Тестирование 4. Выполнение и защита лаб. раб.
3	Тема 1. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста. Тема 2. Капиллярные явления. Краевой угол смачивания. Тема 3. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Тема 4. Явления переноса. Диффузия.	УК-1 ОПК-1 ОПК-2	1. Устный опрос по темам 2. Решение задач по темам 3. Тестирование 4. Выполнение и защита лаб. раб.

Перечень оценочных средств для текущего контроля.

Для определения качества освоения обучающимися учебного материала по дисциплине используются следующие оценочные средства.

Коллоквиумы

В течение семестра проводятся три коллоквиума. Вопросы, выносимые на этапы коллоквиума приведены в таблице 6

Таблица 6

№ коллоквиума	№ темы	тема	Компетенции и (шифр)	Этапы формирования компетенции
1	1	1. Статистический и термодинамический методы исследования. 2. Макроскопическое и микроскопическое состояние термодинамической системы 3. Масса и размеры молекул.	УК-1 ОПК-1 ОПК-2	Первый этап Знать: основные понятия и законы, их математическое выражение; границы их применимости; -фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; методы экспериментального и теоретического исследования в физике; - основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; Уметь: правильно понимать и объяснять физические законы явления и свойства тел, отличать гипотезы от научных теорий; -анализировать поставленную задачу и грамотно применять физические законы и формулы для его решения; Владеть:
	2	1. Тепловое равновесие. Понятие температуры. 2. Модель идеального газа. Законы, описывающие поведение идеального газа. 3. Уравнение состояния идеального газа – Уравнение Клапейрона – Менделеева.		
	3	<i>Внутренняя энергия системы. Первое начало термодинамики.</i> <i>Работа совершаемая телом при изменениях объема.</i>		
	4	<i>1. Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекулы.</i> <i>2. Теплоемкость. Уравнение Майера.</i> <i>3. Недостатки классической теории теплоемкости. Понятие о квантовой теории теплоемкости.</i>		
	5	<i>1. Некоторые понятия из теории вероятности.</i> <i>2. Характер теплового движения молекул.</i> <i>3. Число ударов молекул о стенку.</i>		

		<i>Давление газа на стенку.</i>		- методами наблюдения и точного измерения, а также основными приемами и методами обработки результатов эксперимента; - методами решения конкретных задач из различных областей.
	6	1. Основное уравнение молекулярно кинетической теории идеальных газов. 2. Закон Максвелла о распределение молекул по скоростям и энергиям.		
2	7	1. Барометрическая формула. Распределения Больцмана и Максвелла – Больцмана. 2. Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул. 3. Опытное обоснование молекулярно – кинетической теории.	УК-1 ОПК-1 ОПК-2	Второй этап Знать: основные понятия и законы изученных разделов, их математическое выражение; границы их применимости; -методы экспериментального и теоретического исследования в физике; - основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; Уметь: правильно понимать и объяснять физические законы явления и свойства тел, отличать гипотезы от научных теорий; -анализировать поставленную задачу и грамотно применять физические законы и формулы для его решения; Владеть: - методами наблюдения и
	8	1. Макро – и микросостояние. Статистический вес. 2. Энтропия		
	9	1. Энтропия идеального газа. Некоторые применения энтропии. 2. Термодинамические потенциалы.		
	10	1. Адиабатный процесс. Политропный процесс. 2. Обратимые и не обратимые процессы. Круговой процесс (цикл).		
	11	1. Второе начало термодинамики. Теорема Нернста. 2. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа.		
	12	1. Силы и потенциальная		

		<p>энергия межмолекулярного взаимодействия.</p> <p>2. Уравнение Ван – дер – Ваальса.</p> <p>3. Изотермы Ван – дер – Ваальса и их анализ.</p>		<p>точного измерения, а также основными приемами и методами обработки результатов эксперимента;</p> <p>- методами решения конкретных задач из различных областей.</p>
3	13	<p>1. Свойство жидкостей. Поверхностное натяжение.</p> <p>2. Смачивание.</p> <p>3. Давление под искривленной поверхностью жидкости.</p>	<p>УК-1</p> <p>ОПК-1</p> <p>ОПК-2</p>	<p>Третий этап</p> <p>Знать:</p> <p>основные понятия и законы механики жидкостей и газов, их математическое выражение;</p> <p>границы их применимости, применение законов в практических приложениях;</p> <p>-понимать сущность явлений в механике;</p> <p>- основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;</p> <p>Уметь:</p> <p>выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе решения физических задач, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p>Владеть:</p> <p>- методами наблюдения и точного измерения, а также основными приемами и методами обработки результатов эксперимента;</p> <p>- методами решения конкретных задач из различных областей.</p>
	14	<p>1. Твердые тела. Моно- и поликристаллы</p> <p>2. Типы кристаллических твердых тел</p> <p>3. Дефекты в кристаллах.</p>		
	15	<p>1. Теплостойкость твердых тел. Модель Эйнштейна и Дебая.</p> <p>2. Испарение, сублимация, плавление и кристаллизация. Аморфные тела</p>		
	16.	<p>1. Фазовые переходы I и II рода. Кристаллизация, плавление, испарение, сублимация.</p> <p>2. Фазовые диаграммы.</p>		
	17.	<p>1. Явления переноса в термодинамически неравновесных системах.</p> <p>2. Вакуум и методика его получения. Свойства ультраразреженных газов.</p>		
	18.			

--	--	--	--	--

Критерии оценивания на коллоквиумах

Во время устного опроса на каждом коллоквиуме студент может получить до 10 баллов. При этом оценивается :

- владение терминами, понятиями, принципами термодинамики дисперсных систем;
- ясность, четкость и доказательность изложения ответов на вопросы;
- системность знаний, умений и навыков по теме.

По итогам устного опроса на коллоквиуме студенту выставляется :

а) 8-10 баллов, если владеет в полном объеме программным материалом, вынесенным на коллоквиум, достаточно глубоко осмысливает тему (раздел), исчерпывающе отвечает на все вопросы, выделяет при этом самое существенное, умеет анализировать, сравнивает, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать программный материал, четко формирует ответы;

б) 5-7 баллов, если владеет учебным материалом, вынесенным на коллоквиум почти в полном объеме (имеются пробелы в знаниях только в некоторых, особенно сложных вопросах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенное, не допускает серьезных ошибок в ответах.

в) 1 – 4 баллов, если владеет основным объемом знаний по темам коллоквиума, проявляет затруднения в самостоятельных ответах, допускает неточные формулировки, в процессе ответа допускает ошибки по существу вопроса.

г) 0 баллов, если не освоил обязательный минимум знаний предмета, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах.

На практических занятиях, если студент усвоил методику решения задач, знает законы и формулы по пройденным темам, свободно пользуется

ими и проявляет активность и самостоятельность, то он может получить до 15 баллов за семестр.

За посещение занятий студенты могут получить от 0- 10 баллов за семестр

Оценка «отлично» выставляется студенту, если набрано 86 - 100 баллов;

оценка «хорошо» выставляется, если набрано 71-85 баллов

оценка «удовлетворительно» выставляется, если набрано 56 -70 баллов;

оценка «неудовлетворительно» выставляется, если набрано меньше 56 баллов (баллы приведены с учетом посещаемости, в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ)

Рубежный и промежуточный контроль освоения студентом дисциплины осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы. Распределение баллов в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ приведено в таблице:

Таблица 7

№ рейтинговой точки	Коллоквиум	Практические занятия	Посещаемость	Тестирование
1	10	5	3	5
2	10	5	3	5
3	10	5	4	5

Критерии формирования оценок (баллов) по тестовым заданиям.

По результатам каждого тестирования студент может получить до 5 баллов (всего 15 баллов в течение семестра).

При этом студенту выставляется:

5 баллов при правильном выполнении 91-100% от общего числа тестовых заданий,

4 балла при 81-90%

3 балла при 61-80%

2 балла при 36-60%

1 балл при 25-36%

При количестве правильных решений меньше 25% от общего числа тестовых заданий студент не получает баллов.

В течение семестра трижды проводится компьютерное тестирование студентов (через каждого 1/3 семестра). На тестирование выносятся основные вопросы, рассмотренные за отчетный период. Тестовые задания в полном объеме по дисциплине размещены по адресу <http://open.kbsu.ru/moodele/course/view.php?id=4295/>

Оценка «отлично» выставляется студенту, если набрано 86 - 100 баллов;

оценка «хорошо» выставляется, если набрано 71-85 баллов

оценка «удовлетворительно» выставляется, если набрано 56 -70 баллов;

оценка «неудовлетворительно» выставляется, если набрано меньше 56 баллов (баллы приведены с учетом посещаемости, в соответствии с действующим Положением о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов КБГУ)

Образцы тестовых заданий

Основные термодинамические параметры. Параметры и уравнения состояния термодинамической системы

I: 1

S: Температура является мерой ... движения молекул

-: беспорядочного

-: хаотического

-: теплового

+: Все ответы правильные

I: 2.

S: Температуры по шкале Цельсия и Кельвина связаны уравнением ...

-: $T - 1$

-273,15

+: $T = t + 273,1$

- $T = t / 273,15$

-: $t - 273,15 = T$

I: 3

S: Критической температурой называется ...

-: температура кипения

-: температура фазового перехода

-: температура, при которой прекращается поступательное движение молекул

+: температура', выше которой никаким повышением давления нельзя
превратить газ в

жидкость

-: температура, выше которой реальный газ подчиняется законам
идеального газа

I: 4

S: Уравнение состояния устанавливает связь между ...

-: температурой и давлением

+: температурой и давлением и объемом

-: температурой и давлением и энтропией

-: давлением и объемом I: 5

S: Уравнение состояния одного моля идеального газа это ...

$PV = RTN$, где P, V, R, T, NA - давление, объем, газовая постоянная,
температура и число Авогадро $PVR = T NA$
 $PVRT = NA$

+: $PV=RT$

Полный перечень тестов приводится в банке тестовых заданий КБГУ

Критерии оценивания на экзамене

По итогам экзамена студенту, из максимального количества баллов, которое составляет 30, выставляется:

1) от 27 до 30 баллов, если владеет программным материалом по дисциплине в полном объеме; достаточно глубоко осмысливает дисциплину, исчерпывающе отвечает на все вопросы; умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, устанавливать причинно-следственные связи; четко формирует ответы;

2) от 24 до 26 баллов, если владеет программным материалом почти в полном объеме (имеются пробелы только в некоторых особенно сложных разделах); самостоятельно и отчасти при наводящих вопросах дает полноценные ответы на вопросы; не всегда выделяет наиболее существенные, не допускает вместе с тем серьезных ошибок в ответах;

3) от 15 до 23 баллов, если владеет основным объемом программного материала по дисциплине; проявляет затруднения в самостоятельных ответах, оперирует неточными формулировками; в процессе ответов допускает ошибки по существу вопросов.

В случаях, когда обучающийся не освоил обязательный минимум программного материала по дисциплине, не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах, выставляется 0 баллов.

Вопросы, выносимые на экзамен.

1. Статистический и термодинамические методы исследования.

Макроскопические и микроскопические методы исследования.

2. Фазовые переходы I и II рода.

3. Масса и размеры молекул.

4. Испарения, сублимация, плавления и кристаллизация

5. Тепловое равновесие. Понятие температуры.

6. Теплоемкость твердых тел. Модель Эйнштейна и Дебая

7. Модель идеального газа. Законы, описывающие поведение идеального газа.

8. Дефекты в кристаллах

9. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Клапейрона - Менделеева .

10. Типы кристаллических твердых тел: а) кристаллографический признак кристаллов; б) физический признак кристаллов

11. Твердые тела. Моно - и поликристаллы.

12. Внутренняя энергия системы. Первое начало термодинамики

13. Работа, совершаемая телом при изменениях объема.

14. Капиллярные явления

15. Число степеней свободы молекулы. Закон распределения энергии по степеням свободы.

16. Давление под искривленной поверхностью жидкости

17. Теплоемкость. Уравнение Майера.

18 Испарения, сублимация, плавления и кристаллизация

19 Недостатки классической теории теплоемкости.

20 Смачивание

21 Свойство жидкостей. Поверхностное натяжение.

22 Некоторые понятия из теории вероятности.

23 Число ударов молекул о стенку. Давление газа на стенку.

24 Изотермы Ван - дер - Вальса и их анализ.

25 Основное уравнение молекулярно - кинетической теории идеальных газов.

- 26 Уравнение Ван - дер - Вальса.
- 27 Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения.
- 28 Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия
- 29 Барометрическая формула. Распределение Больцмана и Максвелла - Больцмана.
- 30 Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа.
- 31 Среднее число столкновения и средняя длина свободного пробега молекул.
- 32 Второе начало термодинамики. Теорема Нернста.
- 33 Опытное обоснование молекулярно - кинетической теории: Броуновское движение, опыт Штерна, опыт Ламмерта, опытное определение постоянной Авогадро.
- 34 Обратимые и не обратимые процессы. Круговой процесс (цикл).
- 35 Макро- и микросостояния. Статистический вес.
- 36 Адиабатный процесс. Политропный процесс
- 37 Энтропия, ее статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью
- 38 Дефекты в кристаллах.
- 39 Энтропия идеального газа. Некоторые применения энтропии.
- 40 Давление под искривленной поверхностью жидкости.
- 41 Термодинамические потенциалы: внутренняя энергия, свободная энергия, энтальпия, термодинамический потенциал Гиббса.
- 42 Капиллярные явления.
- 43 Испарения, сублимация, плавления и кристаллизация.
- 44 Второе начало термодинамики.
- 45 Теорема Нернста
46. Типы кристаллических твердых тел: а) кристаллографический

признак кристаллов;б) физический признак кристаллов.

47. Силы и потенциальная энергия межмолекулярного взаимодействия.

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

Результаты освоения учебной дисциплины, основные показатели оценки результатов обучения и виды оценочного материала приведены в таблице 8.

Таблица 8.

Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1).	Планирует собственную работу в рамках самообразования. Использует результаты самообразования для решения профессиональных задач. Понимание значения самообразования для профессиональной деятельности. Использование результатов самообразования в профессиональной деятельности. Умение планировать и реализовывать план работы.	Коллоквиум Выполнение лабораторных работ Тестирование
способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности (ОПК-1)	Знает основные понятия и законы молекулярной физики, их математическое выражение, границы их применимости, применение законов в практических приложениях, а так же основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения. Понимает фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки. Освоил методы экспериментального и теоретического исследования в физике.	Коллоквиум Выполнение лабораторных работ Тестирование
Способность самостоятельно	Имеет представление о роли и месте математики в современной цивилизации и мировой культуре. Умеет правильно	Коллоквиум Выполнение лабораторных работ

<p>проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных (ОПК - 2).</p>	<p>понимать и объяснять физические законы, явления и свойства тел, отличать гипотезы от научных теорий, пользоваться основными физическими приборами, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи. Знает и понимает физическую сущность явлений и процессов. Умеет логически мыслить, оперировать с абстрактными объектами и быть корректным в употреблении математических понятий и символов для выражения количественных и качественных отношений; Владеет терминологией, методами решения систем линейных и алгебраических уравнений, основами векторной алгебры и аналитической геометрии, методами дифференциального интегрального исчисления, методами исследования функции и построения графиков, методами решения дифференциальных уравнений и систем.</p>	<p>Тестирование</p>
---	---	---------------------

Оценочные средства для контроля знаний студентов по дисциплине определяются в соответствии с учебным планом образовательной программы и в соответствии с положением об балльно- рейтинговой системе аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, и магистратуры Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова (<https://kbsu.ru/>). При аттестации обучающихся оценивается качество работы на занятиях, уровень подготовки к самостоятельной деятельности и качество выполнения заданий.

7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Никеров В.А. Физика для вузов. Механика и молекулярная физика. Учебник (книга). Издательство Дашков и К., 2015 г .
(<http://www.iprbookshop.ru/14630.html>)

2. Ташлыкова-Бушкевич И.И. Физика. Часть 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Учебник (книга). Высшая школа., 2014 г .
(<http://www.iprbookshop.ru/35562.html>)
3. Трофимова Т.И. Основы физики. Механика: Учебное пособие. М: КНОРУС, 2011г.
4. Дубровский В.Г., Харламов Г.В. Механика, термодинамика и молекулярная физика. Сборник задач и примеры их решения. Учебник (книга). Новосибирский государственный технический университет, 2010 г .
(<http://www.iprbookshop.ru/35562.html>)

Дополнительная литература

5. Сивухин Д.В. Общий курс физики В 5 т. Том 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Учебное пособие (книга). Новосибирский государственный технический университет, 2014 г .
(<http://www.iprbookshop.ru/45392.html>)
6. Пинский А.А., Яворский Б.М. Основы физики: Учебник в 2 т. Том 1. Механика. Молекулярная физика. Электродинамика. Издательство ФИЗМАТЛИТ, 2011г. [http: / /www. knigafund. ru](http://www.knigafund.ru)
7. Т.И. Трофимова, З.Г. Павлова "Сборник задач по курсу физики". Москва, ВШ, 2007 г.
8. Савельев И.В. Сб. вопросов и задач по общей физики. Санкт-Петербург-Москва- Краснодар, 2005.
9. Азизов И.К., Апеков А.М., Кумахов А.М., Тлупова М.М., Ципинова А.Х., Шебзухова М.А. МЕХАНИКА, МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА Лабораторный практикум. Нальчик.: КБГУ, 2016.
10. Савельев И.В. Курс физики, в 3х томах. С - П . Изд. "Лань", 2006г

Периодические издания

1. Журнал «Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования» (Россия)
2. Международный журнал «*Surface Science*» (Голландия).
3. Коллоидный журнал (Россия).
4. Физика твердого тела (Россия)

Интернет-ресурсы

1. <http://www.uksaf.org/>
2. <http://www.omicron.de/en/home>
3. <http://www.rusnanonet.ru/equipment/>
4. http://www.nanoobr.ru/training/courses/detail.php&ELEMENT_ID=769
5. ЭБС IPR books ([www/iprbookshop.ru](http://www.iprbookshop.ru)), лицензионный договор №2749/17 от 20.03.2018 г.
6. ЭБС «Консультант студента» (Договор №122 СЛ/09-18 от 17.09.2018 г.)
7. Современные профессиональные базам данных

№ п/п	Наименование электронного ресурса	Краткая характеристика	Адрес сайта	Условия доступа
1.	ЭБД РГБ	Электронные версии 885898 полных текстов диссертаций и авторефератов из фонда Российской государственной библиотеки	http:// www.diss.rsl.ru	Авторизованный доступ из библиотеки (к. 112-113)
2.	«Web of Science» (WOS)	Авторитетная политематическая реферативно- библиографическая и наукометрическая база данных, в которой индексируются около 12,5 тыс. журналов	http:// www.isiknowledge.com/	Доступ по IP-адресам КБГУ
3.	Sciverse Scopus	Реферативная и аналитическая		Доступ по IP-адресам

	издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	база данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	http:// www.scopus.co m	КБГУ
4.	Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)	Электронная библиотека научных публикаций - полнотекстовые версии около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тысяч журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций. 2800 российских журналов на безвозмездной основе	http:// elibrary.ru	Полный доступ
5.	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	Авторизов анный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикациях ученых КБГУ, имеющихся в РИНЦ
6.	Национал ьная 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	Доступ с электронного читального зала библиотеки КБГУ

Методические указания по проведению различных занятий

Методические указания приводятся в описании всех лабораторных работ, предусмотренных настоящим курсом. Доступ к описаниям лабораторных работ реализован на сайте информационной системы КБГУ (<http://open.kbsu.ru/>).

Методические рекомендации к чтению лекций.

Основными формами организации учебных (аудиторных) занятий являются лекции и практические занятия.

При подготовке лекционных занятий преподаватель должен определить цели и задачи лекции, разработать план проведения лекции, осуществить подбор литературы (ознакомление с периодическими изданиями по теме лекций), отбор необходимого и достаточного по содержанию учебного материала. Лектор определяет методы, приемы и средства поддержания интереса, внимания, стимулирования творческого мышления студентов.

Лекция должна включать в качестве этапов формулировку темы лекций, перечень вопросов, изложение вводной части, основной части, краткие выводы по каждому рассмотренному вопросу и рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам. Если очередное занятие является продолжением предыдущей лекции, целесообразно кратко сформулировать полученные ранее результаты, необходимые для понимания и усвоения изучаемых вопросов. В заключительной части лекции желательно обобщить наиболее важные и существенные моменты лекции, сделать выводы, а также сформулировать задачи для самостоятельной работы студентов и указать рекомендуемую литературу. Целесообразно также оставить время для ответа на вопросы студентов и возможную дискуссию по изложенному материалу на лекции.

Содержание лекции по данной дисциплине должно соответствовать дидактическим принципам, которые обеспечивают соответствие излагаемого материала научно-методическим основам педагогической деятельности. Основными из них являются целостность, научность, доступность, систематичность и наглядность.

Эффективность лекции может быть повышена за счет рационального использования технических средств. Комплекты технических средств необходимо готовить к каждой лекции заблаговременно, не перегружая ими аудиторию.

Существует классификация лекций по типам и методам их проведения (вводная, установочная, программная, обзорная, итоговая и др.). При изложении программного материала по данной дисциплине на лекциях рекомендуется широкое использование средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и аудио-видеотехники. Подготовка видео – лекции состоит в перекодировании, переконструировании учебной информации по теме в визуальную форму для предъявления студентам через технические средства обучения или схемы, рисунки, чертежи.

Методические рекомендации по проведению практических занятий.

Практические занятия должны обеспечивать формирование, прежде всего, компонентов «уметь» заданных дисциплинарных компетенций. Практические занятия по дисциплине должны быть ориентированы, как правило, на решение типовых (базовых) задач, в будущей профессиональной деятельности с использованием методов, методик, формул, подходов, алгоритмов, моделей и прочих, изложенных на лекциях в материалах, вынесенных на самостоятельную работу.

В ходе проведения практических занятий преподаватель помогает студентам овладеть научной терминологией, свободно оперировать ею, применять ее при анализе физических задач. Успех практических занятий

по дисциплине зависит от качества подготовки к нему преподавателя и студентов. Подготовка к практическим занятиям предусматривает составление продуманных планов их проведения с указанием рекомендованной литературы и подбор наглядных пособий.

На практических занятиях преподаватель должен создавать непринужденную обстановку в аудитории и организовать оживленный обмен мнениями, полемику и дискуссию по основным вопросам практических занятий. Необходимо развивать и поощрять активность обучающихся, добиваться их внимательного и критического отношения к выступлению сокурсников

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные аудитории, в которых имеется необходимое оборудование для чтения лекций: мультимедийные доски, проекторы, ноутбуки, набор таблиц и слайдов, комплект оборудования для проведения демонстраций физических опытов. Физические лаборатории по общему курсу физики. Лаборатории оборудованы приборами и установками, необходимыми для выполнения студентами лабораторных работ, предусмотренных в физическом практикуме. По всем разделам механики имеются учебные пособия и методические указания к лабораторным работам.

Перечень программных продуктов включает :

- Продукты MICROSOFT (Desktop Education ALNG LicSaPk OLVS Academic Edition Enterprise) подписка (Open Value Subscription) № V 2123829;
- Kaspersky Endpoint Security Стандартный Russian Edition № лицензии 17E0-180427-050836-287-197;
- Academic MathCAD License
- Архиватор 7z (бесплатное ПО)

- Программа для работы с pdf публикациями Adobe Reader (бесплатное ПО)
- Пакет математического анализа SMath Studio (бесплатное ПО)
- Система построение графиков SciDAVis (бесплатное ПО)
- Среда разработки виртуальных приборов MyOpenLab (бесплатное ПО)

Система локальной сети КБГУ предоставляет возможность одновременной работы большого количества пользователей как в локальной сети вуза, так и через сеть «Интернет» с соблюдением требований информационной безопасности и ограничением доступа к информации. Электронная информационно – образовательная среда КБГУ позволяет осуществлять работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне вуза.

9. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям инвалидов и лиц с ограниченными возможностями

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) присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; 3) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху - дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации. 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, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины
 «Молекулярная физика»
 по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
 на 2022 – 2023 учебный год

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
 физических основ микро- и наноэлектроники,
 протокол № _____ от « ____ » _____ 2022 г.

Заведующий кафедрой _____ /Р.Ш.Тешев/ _____
 подпись расшифровка подписи дата