

**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**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель ОПОП  
профессор \_\_\_\_\_ М.Х. Хоконов

Директор института физики и математики  
профессор \_\_\_\_\_ Кунижев Б.И.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА»**

**Направление подготовки**

**03.03.02 Физика**

(код и наименование направления подготовки)

**Профиль подготовки:**

**«Медицинская физика»**

(наименование профиля подготовки)

**Квалификация (степень) выпускника**

**Бакалавр**

**Форма обучения**

**Очная**

**Нальчик 2021**

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная физика» / сост. Шебзухова И.Г. – Нальчик: ФГБОУ КБГУ, 2021. - 66 с.

Рабочая программа предназначена для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 03.03.02 Физика профили: «Медицинская физика» 2 семестра, 1 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

	с.
1. Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	5
3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	5
4. Содержание и структура дисциплины .....	6
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	17
6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	46
7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	50
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	61
9. Приложения	63

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Курс общей физики является основным в системе подготовки физиков. Главная **цель** курса является создание фундаментальной базы знаний для изучения всех разделов физики, теоретической физики, специализированных курсов, физпрактикумов. Курс общей физики должен носить мировоззренческую и методологическую направленность, сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира природы. В курсе необходимо рассматривать все основные явления и процессы, происходящие в природе, установить связь между ними, сформулировать основные законы, полученные на основе обобщений экспериментальных результатов. Курс должен содержать количественное рассмотрение конкретных задач, введение элементов статистики, теории вероятностей, квантовых представлений и т.д.

Основные формы изложения материала курса молекулярной физики являются лекции, сопровождаемые демонстрациями физических явлений и процессов, учебных фильмов, компьютерных модельных экспериментов; семинарские (практические) занятия, общий физический практикум на которых рассматриваются методы решения задач, закрепления лекционного материала и др.

Молекулярная физика изучает физические свойства вещества, обусловленные его молекулярным строением, характером движения атомов и молекул и силами, действующими между ними. Объекты изучения молекулярной физики состоят из очень большого числа частиц и совокупность такого большого числа взаимодействующих частиц обладает своими специфическими особенностями. Одинаково существенными являются две стороны изучения молекулярной формы движения:

- 1) изучение особенностей молекулярной формы движения;
- 2) овладение методами изучения систем многих частиц: статистическим и термодинамическим методами.

Конечная **цель** преподавания молекулярной физики это: способствовать развитию у студентов физического мышления, освоению ими современной молекулярной картины мира, формированию мировоззрения.

Для достижения указанных выше целей необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) сообщить студенту основные принципы и законы молекулярной физики, и их математическое выражение;
- 2) ознакомить с основными физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования;
- 3) ознакомить с основными методами измерения физических величин современными физическими приборами, современными методами обработки результатов наблюдений с использованием ЭВМ;
- 4) научить правильно выражать физические идеи, формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин, проводить анализ полученных решений;
- 5) дать представления о границах применимости моделей и гипотез в молекулярной физике и вместе с тем представления и понятие о неисчерпаемости материи;
- 6) развить интерес к изучению физики, организовать самостоятельную работу студентов в аудитории и дома;

Основные требования к знаниям и умениям, которыми должны овладеть студенты.

Студенты после изучения молекулярной физики должны **знать**:

1. Факты и описания физических явлений (в объеме программы).
2. Законы молекулярной физики и их трактовки и границы применимости.
3. Выводы основных соотношений.
4. Историю развития молекулярной физики.
5. Вклад и роль отечественных физиков в развитии молекулярной физики.
6. Основные методы научных исследований, применяемых в молекулярной физике (гипотеза, моделирование и т.д.).
7. Математический аппарат в применении к описаниям явлений молекулярной физики.

8. Методы постановки и проведения экспериментов по молекулярной физике, устройство и общие принципы эксплуатации физических приборов и вспомогательной аппаратуры.
9. Методику решения задач по молекулярной физике.
10. Основные принципы составления рефератов.

Студент, после изучения молекулярной физики, должен **уметь**:

1. Применять полученные знания для решения конкретных производственных, научно-практических, педагогических задач.
2. Пользоваться современными методами изучения и анализа, явлений и процессов молекулярной физики.
3. Самостоятельно формулировать физические задачи исследовательского и прикладного характера, ставить эксперимент и составлять отчеты.
4. Решать стандартные задачи по молекулярной физике.
5. Работать с литературой, реферировать, конспектировать и делать сообщения.
6. Проводить анализ полученных результатов.
7. Пользоваться современным математическим аппаратом.
8. Пользоваться электронно-вычислительной техникой при выполнении расчетов.
9. Использовать современные физические приборы, учебно-лабораторное оборудование.

Для усвоения курса молекулярной физики, студентам необходимо **владеть**: математическим аппаратом и навыками практического применения разделов математики:

- а) математический анализ - дифференциальное и интегральное исчисление;
- б) алгебра - векторные понятия, операции с векторами;
- в) дифференциальные уравнения - дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными;
- г) аналитическая геометрия - система координат, кривизна, радиус кривизны;
- д) физики - II Закон Ньютона;
- е) программирования - элементы программирования.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Учебная дисциплина «Молекулярная физика» входит в базовую часть Блока 1 «Модуль: Общая физика» включенных в учебный план направления подготовки 03.03.02 Физика, профиль «Медицинская физика». Дисциплина изучается на первом курсе во 2 семестре. Дисциплина преподается по средствам чтения лекций и проведения практических занятий.

На лекциях излагаются основные положения теоретического материала.

Практические занятия направлены на освоение основных способов решения задач по данному курсу.

## 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

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

### **общепрофессиональной (ОПК):**

- способен проводить научные исследования физических и живых объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные (ОПК-2);
- способен к организации и проведения учебных занятий, внеаудиторной и воспитательной работы в соответствии с государственными образовательными стандартами (ПКС-3).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:** основные физические величины, их определения, единицы измерения в системе единиц СИ, основные системы координат, физические явления, законы и процессы,

происходящие в природе, связь между ними, основные теоретические представления и модели физики.

**Уметь:** применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, использовать различные методы решения типичных для курса «Молекулярная физика» задач, анализировать полученные результаты и пользоваться основной и дополнительной литературой по курсу.

**Владеть:** приемами постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов; навыками работы с современной измерительной аппаратурой; основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки информации; основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований; математическим аппаратом и навыками практического применения разделов математики:

- математический анализ - дифференциальное и интегральное исчисление;
- алгебра - векторные понятия, операции с векторами;
- дифференциальные уравнения - дифференциальные уравнения с разделяющимися переменными;
- аналитическая геометрия - система координат, кривизна, радиус кривизны;
- физики - II Закон Ньютона; программирования - элементы программирования.

**Приобрести опыт:** самостоятельной работы с основной и дополнительной литературой по курсу; обработки, анализа и оценки, полученных в эксперименте результатов; самостоятельной работы с лекционным материалом, учебниками и учебно-методической литературой и решения домашних заданий.

#### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Таблица 1. Содержание дисциплины (модуля), перечень оценочных средств и контролируемых компетенций

№ раздел а	Наименование раздела	Содержание раздела	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	2	3	4	5
1	Введение	Предмет молекулярной физики. Основные экспериментальные факты, свидетельствующие о дискретном строении вещества. Тепловое движение с точки зрения молекулярных представлений. Масштабы физических величин в молекулярной теории. Массы и размеры молекул. Число Авогадро. Особенности межмолекулярного взаимодействия. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах.	ОПК-2	ДЗ, СР, К, Т, КР
2	Статистический	Статистические закономерности и	ОПК-2	РЗ, ДЗ, Т,

	подход к описанию молекулярных явлений.	описание системы многих частиц. Макроскопическое и микроскопическое состояние систем. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная среда. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия.		К, КР
3	Идеальный газ.	Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Биноминальное распределение (распределение Бернулли). Предельные случаи биномиального распределения: распределения Пуассона и Гаусса. Флуктуации плотности идеального газа. Малость относительных флуктуации. Молекулярная теория давления идеального газа.	ОПК-2	СР, Т, К, РЗ, ДЗ, КР
4	Понятие температуры.	Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева).	ОПК-2	РЗ, ДЗ, СР, Т, К, КР
5	Распределение молекул газа по скоростям.	Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул. Принцип детального равновесия. Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа. Распределение молекул по компонентам скоростей. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, Р, СР, Т, К, КР
6	Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.	Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла-Больцмана и его экспериментальная проверка.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, Т, К, КР
7	Броуновское движение.	Столкновение молекул в газе. Длина свободного пробега. Частота соударений. Газокинетический диаметр. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Броуновское движение. Формула Эйнштейна. Опыты Перрена по определению числа Авогадро.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, РК, Т, К, КР
8	Явления переноса.	Понятие о релаксационных процессах в	ОПК-2	РЗ, ДЗ,

		молекулярных системах. Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона-Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа. Явление переноса в разреженных газах. Вакуум.		СР, Т, К, КР
9	Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.	Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, Т, К, КР
10	Первое начало термодинамики.	Теплоемкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, СР, К, КР
11	Циклические процессы.	Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина. Цикл Карно и его КПД.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, СР, К, Т, КР
12	Второе начало термодинамики.	Две теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур и ее тождественность идеально-газовой шкале. Нестандартные единицы измерения температуры. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики. Формулировка Клаузиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, СР, К, Т, КР
13	Понятие энтропии термодинамической системы.	Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Энтропия и вероятность. Микро- и макро-состояния системы. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Статистическая интерпретация	ОПК-2	РЗ, ДЗ, Т, К, КР



		второго начала термодинамики.		
14	Реальные газы и жидкости.	Реальные газы. Изотермы Амага. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний. Силы молекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда-Джонса. Эффект Джоуля-Томсона. Методы получения низких температур.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, Т, Р, К, КР
15	Поверхностные явления в жидкостях.	Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, СР, К, Т, КР
16	Твердые тела.	Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Элементы точечной симметрии, плоскость симметрии, центр инверсии, инверсионная ось симметрии, зеркально-поворотная ось симметрии. Трансляция и трансляционная симметрия. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Сингонии. Решетка Браве. Индексы Миллера. Изоморфизм и полиморфизм. Фазы переменного состава. Дефекты в кристаллах. Дислокации. Понятие о жидких кристаллах.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, СР, Т, К, Р, КР
17	Фазовые переходы первого и второго рода.	Фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах.	ОПК-2	РЗ, ДЗ, Т, СР, К, КР

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: домашнее задание (ДЗ) написание реферата (Р), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т), самостоятельная работа (СР), решение задач (РЗ), контрольная работа (КР) и т.д.

#### **Структура дисциплины (модуля) «Молекулярная физика»**

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов
------------	---------------------

	1-ый семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	126	126
<i>Лекции (Л)</i>	54	54
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	72	72
<b>Самостоятельная работа, в том числе контактная работа:</b> (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	<b>27</b>	<b>27</b>
Контрольная работа (КР)	5	5
Самостоятельное изучение разделов	17	17
Реферат	5	5
Подготовка и прохождение промежуточной	27	27
Вид итогового контроля	экзамен	экзамен

Таблица 2. Лекционные занятия

№ лекции	Содержание лекций
<b>1</b>	<p><b>1. Введение. Предмет молекулярной физики.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- потребности производства, возникновение и развитие молекулярной физики;</li> <li>- вклад отечественных ученых в развитие молекулярной физики;</li> <li>- развитие некоторых разделов молекулярной физики на ФФ КБГУ;</li> <li>- основные задачи, предмет молекулярной физики, ее положение в ряду других физических и естественных наук.</li> </ul> <p><b>2. Методы молекулярной физики. Методы рассмотрения системы многих частиц.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- некоторые понятия и определения;</li> <li>- массы атомов и молекул, размеры молекул, количество вещества, число Авогадро;</li> <li>- агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах;</li> <li>- модель идеального газа;</li> <li>- методы рассмотрения системы многих частиц: динамический, статистический, термодинамический.</li> </ul>
<b>2</b>	<p><b>Тема 1. Статистический подход к описанию молекулярных явлений.</b></p> <p><b>3. Математический аппарат статистической теории идеального газа.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- идеальный газ - модель простейшей статистической системы;</li> <li>- случайные события, случайные величины;</li> <li>- теорема умножения вероятностей;</li> <li>- теорема сложения вероятностей.</li> </ul> <p><b>4. Функция распределения вероятностей.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- среднее значение случайной дискретной величины;</li> <li>- среднее значение непрерывно изменяющейся величины;</li> <li>- дисперсия и флуктуация;</li> <li>- функция распределения.</li> </ul>
<b>3</b>	<p><b>5. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- макросостояние;</li> <li>- равновесное состояние;</li> <li>- микросостояние;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- статистический ансамбль системы;</li> <li>- микроканонический ансамбль.</li> </ul> <p><b>6.</b> Постулат равновероятности и эргодическая гипотеза.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- различие микросостояний. Постулат равновероятности;</li> <li>- среднее по ансамблю;</li> <li>- среднее по времени;</li> <li>- эргодическая гипотеза.</li> </ul>
<b>4</b>	<p><b>7.</b> Вероятность макросостояния.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементы комбинаторики;</li> <li>- расчет вероятности макросостояния;</li> <li>- формула Стирлинга;</li> <li>- формула для вероятности макросостояния.</li> </ul> <p><b>8.</b> Биноминальное распределение. Флуктуации.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-биномиальное распределение;</li> <li>- предельные формы биномиального распределения: распределения Пуассона и Гаусса;</li> <li>- флуктуации плотности идеального газа;</li> <li>- малость относительных флуктуаций.</li> </ul>
<b>5</b>	<p><b>9.</b> Распределение молекул по скоростям.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- функция распределения Максвелла по абсолютному значению скорости молекул;</li> <li>- функция распределения молекул по компонентам скоростей;</li> <li>- распределение по кинетической энергии молекул;</li> <li>- графическое изображение функций распределения;</li> <li>- условия нормировки функций распределения.</li> </ul> <p><b>10.</b> Характерные скорости распределения Максвелла.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- средняя арифметическая скорость;</li> <li>- средняя квадратичная скорость;</li> <li>- наименьшая скорость;</li> <li>- формула распределения Максвелла в относительных скоростях;</li> <li>- принцип детального равновесия</li> </ul>
<b>6</b>	<p><b>11.</b> Экспериментальная проверка распределения Максвелла.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- опыт Штерна, (самостоятельно);</li> <li>- опыт Штерна, Истермана, Симпсона.</li> </ul> <p><b>12.</b> Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- атмосфера планет;</li> <li>- барометрическая формула;</li> <li>- распределение Больцмана;</li> <li>- распределение Максвелла-Больцмана и его экспериментальная проверка;</li> <li>- распределение Гиббса.</li> </ul>
<b>7</b>	<p><b>13.</b> Кинетические характеристики молекулярного движения.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- столкновения молекул в газе. Сечение рассеяния (поперечное сечение);</li> <li>- длина свободного пробега;</li> <li>- частота соударений;</li> <li>- газокинетический диаметр;</li> <li>- рассеяние молекулярных пучков в газе. Экспериментальное определение сечения рассеяния.</li> </ul> <p><b>14.</b> Молекулярная теория давления идеального газа.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основное уравнение кинетической теории газов;</li> <li>- уравнение Клапейрона-Менделеева;</li> <li>- закон Дальтона;</li> <li>- закон Авогадро.</li> </ul>

8	<p><b>15.</b> Понятие температуры.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- термометрическое тело, термометрическая величина;</li> <li>- эмпирические шкалы температур;</li> <li>- шкала температур на основе свойств идеального газа;</li> <li>- термометры;</li> <li>- термодинамическая шкала температур и ее тождественность шкале идеального газа.</li> </ul>
9	<p><b>16.</b> Распределение энергии по степеням свободы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- число степеней свободы молекул;</li> <li>- теорема о равнораспределении энергии по степеням свободы.</li> </ul> <p><b>17.</b> Броуновское движение.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- качественное объяснение явления;</li> <li>- теория Эйнштейна - Смолуховского;</li> <li>- опыт Перрена по определению числа Авогадро.</li> </ul> <p><b>Тема 2. Явления переноса.</b></p> <p><b>18.</b> Диффузия.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- явление диффузии;</li> <li>- закон Фика;</li> <li>- нестационарная диффузия</li> </ul>
10	<p><b>19.</b> Стационарная диффузия.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стационарная диффузия. Коэффициент диффузии;</li> <li>- самодиффузия;</li> <li>- взаимная диффузия;</li> </ul> <p><b>20.</b> Внутреннее трение газов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- опытное обоснование вязкости газов;</li> <li>- закон Ньютона;</li> <li>- вывод формулы для коэффициента вязкости;</li> <li>- независимость коэффициента вязкости от давления</li> </ul>
11	<p><b>21.</b> Нестационарная теплопроводность.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- явление теплопроводности в газах;</li> <li>- закон Фурье;</li> <li>- нестационарная теплопроводность;</li> </ul> <p><b>22.</b> Стационарная теплопроводность. Коэффициент теплопроводности.</p> <p><b>23.</b> Связь между коэффициентами переноса</p>
12	<p><b>24.</b> Физические явления в разреженных газах.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вакуум;</li> <li>- явления переноса при малых давлениях;</li> <li>- сосуд Дьюара.</li> </ul> <p><b>25.</b> Явления переноса в твердых телах и жидкостях (самостоятельно, кинофильм).</p> <p><b>26.</b> Основы вакуумной техники (самостоятельно, кинофильм).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принцип работы форвакуумного насоса;</li> <li>- принцип работы диффузионного насоса;</li> <li>- принцип работы высоковакуумных насосов;</li> <li>- манометр Мак-Леода;</li> <li>- электрический манометр;</li> <li>- ионизационный манометр.</li> </ul> <p><b>Тема 3. Термодинамический метод.</b></p> <p><b>27.</b> Первое начало термодинамики.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- термодинамические параметры;</li> <li>- понятие термодинамического равновесия. Нулевое начало термодинамики;</li> <li>- элементарная работа. Работа - функция процесса;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие термодинамического равновесия;</li> <li>- теплота;</li> <li>- внутренняя энергия. Внутренняя энергия как функция состояния.</li> </ul>
<b>13</b>	<p><b>28.</b> Дифференциальные формы и полные дифференциалы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дифференциальные формы;</li> <li>- полные дифференциалы.</li> </ul> <p><b>29.</b> Обратимые и необратимые процессы. Квазистатические процессы.</p> <p><b>30.</b> Теплоемкость.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теплоемкость системы;</li> <li>- теплоемкость идеального газа при постоянном объеме;</li> <li>- теплоемкость идеального газа при постоянном давлении. Уравнение Майера;</li> <li>- связь теплоемкости идеального газа с числом степеней свободы</li> </ul>
<b>14</b>	<p><b>31.</b> Процессы в идеальных газах. Работа при изопроцессах.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изобарический процесс;</li> <li>- изохорический процесс;</li> <li>- изотермический процесс;</li> <li>- адиабатический процесс;</li> </ul> <p><b>32.</b> Политропический процесс.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнение политропы;</li> <li>- показатель политропы;</li> <li>- работа при политропическом процессе</li> </ul>
<b>15</b>	<p><b>33.</b> Цикл Карно. Циклические процессы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обратимые и необратимые процессы;</li> <li>- равновесные и неравновесные процессы;</li> <li>- преобразование теплоты в работу;</li> <li>- нагреватель, рабочее тело, холодильник;</li> <li>- коэффициент полезного действия;</li> <li>- тепловой двигатель и холодильная машина;</li> <li>- цикл Карно и его КПД.</li> </ul> <p><b>34.</b> Теоремы Карно.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обратный цикл Карно;</li> <li>- первая теорема Карно;</li> <li>- вторая теорема Карно.</li> </ul>
<b>16</b>	<p><b>35.</b> Второе начало термодинамики.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приведенная теплота и неравенство Клаузиуса;</li> <li>- энтропия;</li> <li>- математическое выражение II-го начала термодинамики.</li> </ul> <p><b>36.</b> Вычисление изменения энтропии в различных процессах.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свободная энергия системы;</li> <li>- изменение энтропии при фазовых превращениях;</li> <li>- выражение для изменения энтропии идеального газа при изопроцессах.</li> </ul>
<b>17</b>	<p><b>37.</b> Связь энтропии и термодинамической вероятности.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе;</li> <li>- статистический характер II начала термодинамики;</li> <li>- формула Больцмана;</li> <li>- объективный характер статистических закономерностей;</li> <li>- границы применения II начала термодинамики и критика «тепловой смерти вселенной».</li> </ul> <p><b>38.</b> Термодинамические потенциалы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внутренняя энергия;</li> <li>- свободная энергия;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- энтальпия;</li> <li>- свободная энтальпия;</li> <li>- большой термодинамический потенциал;</li> <li>- критерии устойчивости системы.</li> </ul>
<b>18</b>	<p><b>Тема 4. Реальные газы и жидкости.</b></p> <p><b>39.</b> Реальные газы. Переход из газообразного состояния в жидкое.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда-Джонса;</li> <li>- экспериментальные изотермы реального газа. Бинодаль.</li> </ul> <p><b>40.</b> Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- температурная зависимость плотности газа;</li> <li>- критическая опалесценция.</li> </ul> <p><b>41.</b> Уравнение Ван-дер-Ваальса.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изотермы Амага, их объяснение;</li> <li>- температура Бойля;</li> <li>- физический смысл параметров, входящих в уравнение состояния;</li> <li>- уравнение Ван-дер-Ваальса для одного моля и для любого количества газа.</li> </ul>
<b>19</b>	<p><b>42.</b> Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изотермы Ван-дер-Ваальса;</li> <li>- сравнение экспериментальных и Ван-дер-Ваальсовых изотерм;</li> <li>- критические параметры и их связь с постоянными в уравнении Ван-дер-Ваальса;</li> <li>- уравнении Ван-дер-Ваальса в приведенных параметрах», закон соответственных состояний.</li> </ul>
<b>20</b>	<p><b>43.</b> Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- внутренняя энергия моля реального газа;</li> <li>- адиабатическое расширение реального газа;</li> <li>- эффект Джоуля-Томсона;</li> <li>- кривая инверсии.</li> </ul> <p><b>44.</b> Сжижение газов. Получение низких температур (самостоятельно, кинофильм).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- метод противоточного обмена;</li> <li>- метод магнитного охлаждения.</li> </ul> <p><b>45.</b> Объемные свойства жидкостей.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- реальный газ и жидкость. Модель жидкости;</li> <li>- вязкость;</li> <li>- сжимаемость.</li> </ul>
<b>21</b>	<p><b>46.</b> Поверхностные свойства жидкости.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коэффициент поверхностного натяжения и свободной поверхностной энергии;</li> <li>- механизм возникновения поверхностного натяжения;</li> <li>- проявление поверхностного натяжения.</li> </ul> <p><b>47.</b> Условия равновесия на границе двух сред.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- граница между текучими фазами;</li> <li>- граница между жидкостью и твердым телом;</li> <li>- давление под искривленной поверхностью жидкости. Уравнение Лапласа;</li> <li>- капиллярные явления;</li> <li>- Поверхностно-активные вещества</li> </ul>
<b>22</b>	<p><b>48.</b> Испарение и кипение жидкости.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- давление насыщенных паров над искривленной поверхностью. Формула Томсона;</li> <li>- испарение и кипение жидкости;</li> <li>- уравнение Клапейрона-Клаузиуса;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- фазовая диаграмма системы жидкость-пар;</li> <li>- метастабильные состояния;</li> <li>- пузырьковая камера. Камера Вильсона (самостоятельно).</li> </ul> <p><b>49.</b> Растворы. Жидкие растворы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия. Идеальные и реальные растворы. Термодинамическая классификация жидких растворов;</li> <li>- законы Рауля;</li> <li>- закон Генри;</li> <li>- особенности кипения жидких растворов.</li> </ul>
<b>23</b>	<p><b>50.</b> Жидкие кристаллы (самостоятельно, кинофильм).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- смектики;</li> <li>- нематики;</li> <li>- холестерики;</li> <li>- свойства и применение жидких кристаллов.</li> </ul> <p><b>51.</b> Осмотическое давление (самостоятельно).</p> <p><b>52.</b> Химический потенциал и равновесие фаз.</p> <p><b>53.</b> Правила фаз Гиббса.</p>
<b>24</b>	<p><b>54.</b> Фазовые переходы I и II рода. Фазовые диаграммы однокомпонентной системы.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту;</li> <li>- фазовые переходы первого рода;</li> <li>- уравнение Клапейрона-Клаузиуса;</li> <li>- плавление и кристаллизация. Скрытая теплота перехода;</li> <li>- испарение жидкостей и конденсация пара;</li> <li>- испарение твердых тел (сублимация);</li> <li>- тройная точка, критическая точка;</li> <li>- фазовые переходы II рода;</li> <li>- свойства жидкого гелия;</li> <li>- аномалии теплового расширения при фазовых переходах первого рода.</li> </ul>
<b>25</b>	<p><b>Тема 5. Сплавы.</b></p> <p><b>55.</b> Сплавы. Диаграммы состояний бинарных систем.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- сплавы;</li> <li>- диаграммы плавления;</li> <li>- эвтектика;</li> <li>- типы диаграмм состояния бинарных систем;</li> <li>- твердые растворы. Фазы переменного состава</li> </ul>
<b>26</b>	<p><b>Тема 6. Твердое тело.</b></p> <p><b>56.</b> Элементы геометрии кристаллической решетки. Элементы симметрии кристаллов.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- кристаллические и аморфные состояния вещества;</li> <li>- пространственные решетки кристаллов;</li> <li>- элементарная ячейка. Решетки Браве;</li> <li>- сингонии;</li> <li>- индексы узла, направления, плоскости в кристаллах. Индексы Миллера;</li> <li>- симметрия кристаллов;</li> <li>- элементы точечной симметрии: ось симметрии, плоскость симметрии, центр инверсии, инверсионная ось симметрии, зеркально-поверхностная ось симметрии;</li> <li>- трансляция и трансляционная симметрия;</li> <li>- изоморфизм и полиморфизм;</li> <li>- реальные кристаллы. Дефекты в кристаллах. Дислокации.</li> </ul>
<b>27</b>	<p><b>57.</b> Теплоемкость твердых тел.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- зависимость теплоемкости от температуры;</li> <li>- теплоемкость по модели Эйнштейна;</li> <li>- теплоемкость по модели Дебая.</li> </ul>
--	--

*Таблица 3. Практические занятия (семинары)*

№ занятия	Тема
1	2
1	Свойства идеальных газов. 1) температура, тепловое расширение; 2) законы идеальных газов. Процессы в идеальных газах; 3) масса атомов и молекул. Количество вещества.
2	Кинетическая теория газов
3	Явление переноса. Диффузия, вязкость, теплопроводность
4	Первое начало термодинамики
5	Второе начало термодинамики
6	Циклические процессы. КПД циклов
7	Реальные газы. Критическое состояние
8	Молекулярные силы в жидкостях
9	Свойства паров. Влажность воздуха, свойства растворов
10	Твердое тело.

*Таблица 4. Лабораторные работы по дисциплине (модулю) — составлена отдельная рабочая программа по общему физическому практикуму по молекулярной физике.*

*Таблица 5. Курсовой проект (учебным планом не предусмотрен)*

*Таблица 6. Самостоятельное изучение разделов дисциплины (модуля)*

№ раздела	Темы для самостоятельной работы
1	Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Опыт Штерна.
2	Распределение Гиббса.
3	Основы вакуумной техники. Ионизационный манометр.
4	Сжижение газов. Получение низких температур.
5	Пузырьковая камера. Камера Вильсона.
6	Жидкие кристаллы.
7	Осмотическое давление
8	Свойства жидкого гелия
9	Теплоемкость твердых тел

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

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации обучающихся по ОПОП ВО КБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.



Полная оценка по дисциплине определяется по результатам ответа студента на экзамене. Контроль текущей успеваемости проводится по действующей в КБГУ рейтинговой системе в соответствии с утвержденными положениями и нормативными актами. Промежуточные аттестации проводятся три раза в семестре по календарным графикам института. Для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы студента проводятся 3 контрольные работы (по 15 вариантов в каждой), 3 устных коллоквиума. Составлены и используются 376 тестовых заданий для автоматической системы тестирования (АСТ) по всем темам курса «Молекулярная физика».

В зависимости от успешности обучения студенту каждый раз назначаются количество баллов, максимальные значения которых следующие: 1 рейтинг – 23; 2 рейтинг – 23; 3 рейтинг – 24. При подсчете баллов учитываются посещаемость занятий, результаты компьютерного тестирования, средний балл на занятиях, результаты контрольных работ и иные формы. Перечень вариантов контрольных работ, вопросов по коллоквиумам, перечень экзаменационных вопросов и задач по дисциплине (72 вопроса и 36 задач) приводятся ниже.

Тестовые задания имеются в системе АСТ КБГУ и в учебно-методическом комплексе по дисциплине «Молекулярная физика» на кафедре.

### **5.1.1. Оценочные материалы для выполнения рефератов (контролируемая компетенция ОПК-2):**

*Таблица 7. Темы рефератов*

<i>№</i>	<i>Темы</i>
1.	Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Опыт Штерна.
2.	Распределение Гиббса.
3.	Основы вакуумной техники. Ионизационный манометр.
4.	Сжижение газов. Получение низких температур.
5.	Пузырьковая камера. Камера Вильсона.
6.	Жидкие кристаллы.
7.	Осмотическое давление.
8.	Свойства жидкого гелия.
9.	Теплоемкость твердых тел.

#### **Методические рекомендации по написанию реферата**

**Реферат** – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Изложенное понимание реферата как целостного авторского текста определяет критерии его оценки: новизна текста; обоснованность выбора источника; степень раскрытия сущности вопроса; соблюдения требований к оформлению.

**Требования к реферату:** Общий объем реферата 20 листов (шрифт 14 Times New Roman, 1,5 интервал). Поля: верхнее, нижнее, правое, левое – 20мм. Абзацный отступ – 1,25; Рисунки должны создаваться в циклических редакторах или как рисунок Microsoft Word (сгруппированный). Таблицы выполнять табличными ячейками Microsoft Word. Сканирование рисунков и таблиц не допускается. Выравнивание текста (по ширине страницы) необходимо выполнять только стандартными способами, а не с помощью пробелов. Размер текста в рисунках и таблицах – 12 кегль

Обязательно наличие: содержания (структура работы с указанием разделов и их начальных номеров страниц), введения (актуальность темы, цель, задачи), основных разделов реферата, заключения (в кратком, резюмированном виде основные положения

работы), списка литературы с указанием конкретных источников, включая ссылки на Интернет-ресурсы.

В тексте ссылка на источник делается путем указания (в квадратных скобках) порядкового номера цитируемой литературы и через запятую – цитируемых страниц.

**Уровень оригинальности текста – 60%**

***Критерии оценки реферата:***

За подготовку и защиту реферата студент может набрать 6 баллов (по 2 балла за 3 контрольные рейтинговые точки). При подготовке реферата студент должен ознакомиться с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Необходимо составить аннотации к прочитанным литературным источникам. Структуру реферата студент определяет сам. Оценивание проводится с учетом количества обработанных литературных источников, качества оформления реферата, ответа на вопросы по реферату. Тему для реферата студент может предложить сам либо выбрать из предложенных.

**5.1.2. Вопросы для коллоквиума по темам дисциплины**  
**(контролируемая компетенция ОПК-2):**

***Коллоквиум № 1***

1. Предмет молекулярной физики.
2. Термодинамическая система.
3. Относительная молекулярная масса.
4. Единичная атомная масса.
5. Число Авогадро.
6. Молярная масса.
7. Молярные и удельные величины, их взаимосвязь.
8. Агрегатные состояния вещества.
9. Методы описания вещества.
10. Макроскопическое и микроскопическое состояния системы.
11. Случайные величины. Вероятность.
12. Статистический ансамбль. Вероятности по ансамблю, по времени. Эргодическая гипотеза.
13. Вероятность наступления одного из несовместимых событий. Вероятность одновременного наступления независимых событий А и В.
14. Плотность вероятности. Условие нормировки вероятности дискретной и непрерывной величины.
15. Функция распределения. Нормировка функции распределения.
16. Вероятность макросостояния идеального газа.
17. Формула Стирлинга.
18. Биноминальное распределение. Предельные формы биномиального распределения.
19. Распределение Пуассона.
20. Распределение Гаусса.
21. Формулы Среднего непрерывной и дискретной случайных величин.
22. Теоремы о средних ( $X_A + X_B$ ;  $\alpha X$ ;  $X_A \cdot X_B$ ).
23. Дисперсия.
24. Флуктуация. Относительная флуктуация.
25. Термодинамическая вероятность.
26. Стационарное состояние системы.
27. Равновесное состояние системы. Нулевое начало термодинамики.
28. Распределение Максвелла: по абсолютному значению скорости молекул, по проекциям скорости молекул; по кинетической энергии молекул.

29. Характерные скорости распределения Максвелла - средняя арифметическая, средняя квадратичная, наивероятнейшая скорости.
30. Соотношение между характерными скоростями.
31. Число молекул в различных участках распределения Максвелла.
32. Распределение Максвелла для относительных скоростей.
33. Сечение процесса рассеяния.
34. Эффективный диаметр частицы. Средняя длина свободного пробега молекул, частота столкновений.
35. Давление газа. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.
36. Средняя кинетическая энергия молекул газа.
37. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
38. Закон Дальтона. Компонента.
39. Закон Авогадро. Число Лошмидта.
40. Барометрическая формула.
41. Термометрическое тело и термометрическая величина.
42. Абсолютная температура. Международная практическая шкала температур. Шкала Кельвина. Нуль Кельвина. Шкала Цельсия. Абсолютная термодинамическая шкала температур. Термометры.
43. Распределение Больцмана. Соотношение между распределениями Максвелла и Больцмана.
44. Атмосфера планет.
45. Степени свободы атомов, молекул.
46. Теорема о распределении энергии по степеням свободы.
47. Сущность Броуновского движения. Расчет движения броуновской частицы.
48. Явления переноса. Диффузия. Закон Фика.
49. Стационарная диффузия. Коэффициент диффузии. Коэффициент взаимной диффузии.
50. Явления переноса. Вязкость газов. Сила внутреннего трения. Закон Ньютона. Динамическая и кинематическая вязкость газов.
51. Явления переноса. Теплопроводность. Закон Фурье.
52. Стационарная теплопроводность. Коэффициент теплопроводности.
53. Связь коэффициентов переноса.
54. Вакуум. Диффузия, теплопроводность, вязкость в условиях вакуума.
55. Зависимость коэффициента вязкости и теплопроводности от давления.
56. Явления переноса в твердых телах и жидкостях.

### ***Коллоквиум № 2***

57. Предмет термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.
58. Работа, теплота, внутренняя энергия. Физическое содержание первого начала термодинамики.
59. Функция процесса. Функции состояния и полные дифференциалы. Внутренняя энергия как функция состояния.
60. Процессы. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы.
61. Внутренняя энергия идеального газа.
62. Теплоемкость системы. Молярная теплоемкость. Удельная теплоемкость.
63. Теплоемкость идеальных газов. Уравнение Майера. Теплоемкость при  $P, V = \text{const}$ .
64. Качественное объяснение зависимости теплоемкости молекулярного водорода от температуры.
65. Процессы в газах. Изобарический, изохорический, изотермический, адиабатический, политропический процессы. Уравнения изопроцессов, графики процессов.
66. Уравнение Пуассона. Показатель адиабаты.
67. Уравнение политропического процесса. Показатель политропы.
68. Элементарная работа. Работа в изопроцессах.

69. Первое начало термодинамики при изопроцессах.
70. Циклические процессы. Работа цикла. Коэффициент полезного действия.
71. Цикл Карно. КПД цикла Карно.
72. Формулировка Кельвина второго начала термодинамики. Формулировка Клаузиуса.
73. Формулировка второго начала термодинамики с помощью энтропии.
74. Статистический характер второго начала термодинамики. Формула Больцмана для энтропии.
75. Расчет изменения энтропии идеального газа в изопроцессах.
76. Изменение энтропии при фазовых переходах первого рода.
77. Термодинамические потенциалы.
78. Третье начало термодинамики.

### *Коллоквиум № 3*

79. Реальные газы. Силы межмолекулярного взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал межмолекулярного взаимодействия.
80. Ионная связь. Ковалентная связь. Металлическая связь.
81. Зависимость плотности жидкости и его насыщенного пара от температуры (график).
82. Фаза. Фазовый переход первого рода. Примеры. Теплота фазового перехода.
83. Зависимость упругости пара от температуры. Уравнение Клапейрона -Клаузиуса. Фазовая диаграмма системы жидкость-пар.
84. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критические параметры и константы уравнения Ван-дер-Ваальса.
85. Внутренняя энергия реального газа. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса.
86. Эффект Джоуля-Томсона. Положительный и отрицательный эффект Джоуля-Томсона. Уравнение инверсии.
87. Поверхностное натяжение, свободная поверхностная энергия жидкостей и твердых тел. Межфазная энергия.
88. Давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа.
89. Краевой угол смачивания.
90. Условия равновесия на границе жидкость-жидкость, твердое тело-жидкость.
91. Капилляры. Капиллярные явления. Высота поднятия жидкости в капилляре.
92. Поверхностно-активные вещества. Эффект Ребендера.
93. Испарение и кипение жидкостей. Температура кипения жидкости.
94. Насыщенный пар. Давление насыщенных паров вблизи искривленной поверхности жидкости. Формула Томсона.
95. Жидкие кристаллы. Виды жидких кристаллов. Свойства жидких кристаллов.
96. Осмос. Осмотическое давление. Экспериментальное определение осмотического давления.
97. Твердое тело. Кристаллическое и аморфное.
98. Идеальные и реальные кристаллы. Дефекты структуры.
99. Элементы геометрии кристаллической решетки. Примитивная решетка. Обозначение узлов, направлений и плоскостей кристаллической решетки.
100. Элементы симметрии твердых тел. Оси симметрии n-го порядка. Плоскость симметрии. Центр симметрии.
101. Сплавы, растворы. Идеальные растворы, реальные растворы.
102. Растворимость. Теплота растворения. Закон Рауля. Закон Генри. Зависимость растворимости от температуры.
103. Диаграммы состояний бинарных сплавов. Эвтектическая точка.
104. Фазовые диаграммы вещества. Тройная точка.
105. Полиморфизм.
106. Фазовые переходы второго рода. Свойства жидкого гелия.

- 107.Теплоемкость твердых тел. Теплоемкость по Дюлонгу и Пти. Классическая теория теплоемкости.
- 108.Теплоемкость твердых тел. Зависимость теплоемкости от температуры (экспериментальная кривая).
- 109.Теплоемкость твердых тел. Теплоемкость по Эйнштейну.
- 110.Теплоемкость твердых тел. Теплоемкость по Дебаю.

### ***Критерии формирования оценок (оценивания) коллоквиума по темам дисциплины***

Данный опрос является одним из основных способов учёта знаний студентов по дисциплине «Молекулярная физика», который может быть осуществлен, как в письменной, так и в устной форме. Развёрнутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения. При оценке ответа студента следует руководствоваться следующими критериями, учитывать:

- полноту и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа.

### ***В результате коллоквиума обучающихся оценивают по следующим критериям:***

«отличный (высокий) уровень компетенции» - ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов; обучающийся демонстрирует знание теоретического и практического материала по теме;

«хороший (нормальный) уровень компетенции» - ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов;

«удовлетворительный (минимальный, пороговый) уровень компетенции» – ставится за работу, если бакалавр правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой.

«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции» – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

Итоговый балл, в соответствии с установленными критериями, определяется преподавателем. Максимальное количество баллов за данный вид контроля может составлять от **0 – 8 баллов**.

### ***5.1.3. Оценочные материалы для самостоятельной работы (типовые задачи) обучающегося (контролируемая компетенция ОПК-2):***

*Контрольные работы для каждого этапа рейтинга*

#### ***Контрольная работа №1***

#### ***Вариант 1.1.***

1. Посередине откаченного и запаянного с обоих концов горизонтального капилляра находится столбик ртути длиной 20 см. Если капилляр поставить вертикально, то столбик ртути переместится на расстояние 10 см. До какого давления (в мм.рт.ст.) был откачан капилляр? Длина капилляра 1м.  $\rho_{\text{Hg}} = 13.6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .
2. Определить среднюю кинетическую энергию поступательного движения молекул, содержащихся в 1 г азота, и энергию вращательного движения молекул при температуре 300 К.
3. Определить среднюю арифметическую скорость молекул газа, если известно, что их средняя квадратичная скорость равна 1 км/с.

4. Коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях равен  $1,31 \text{ см}^2/\text{с}$ . Определить величину коэффициента внутреннего трения при этих же условиях.

**Вариант 1.2.**

1. Каково давление смеси газов емкостью 2 л, если в ней находится  $10^{15}$  молекул кислорода и  $10^{-7}$  г азота, а температура смеси  $50^\circ\text{C}$ ?
2. Найти среднюю длину свободного пробега и эффективный диаметр молекулы углекислого газа при нормальных условиях, если число столкновений каждой молекулы с другими в среднем за 1 с равно  $9,12 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1}$ .
3. Определить температуру газа, если средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул  $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ .
4. Взвешенные в воздухе мельчайшие пылинки движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Какова средняя квадратичная скорость пылинки массой  $10^{-10} \text{ г}$ , если температура воздуха  $300 \text{ К}$ .

**Вариант 1.3.**

1. В узкой запаянной с одного конца стеклянной трубке находится воздух, отделенный от наружного воздуха столбиком ртути длиной 2 см. Когда трубка расположена вертикально, открытым концом вниз, длина воздушного столба 0,39 м. Когда же трубка расположена вертикально открытым концом вверх, длина столба воздуха 0,37 м. Определить атмосферное давление, если температура воздуха  $5^\circ\text{C}$ .
2. Найти отношение числа молекул  $N_1$ , скорости которых лежат в интервале от 2000 до 2010 м/с, к числу молекул  $N_2$ , имеющих скорости в пределах от 1000 до 1010 м/с, если температура азота равна  $500 \text{ К}$ .
3. Найти диаметр молекулы кислорода, если известно, что для кислорода коэффициент внутреннего трения при  $0^\circ\text{C}$  равен  $18,8 \cdot 10^{-6} \text{ Н/м}^2$ .
4. В баллоне емкостью 0,5 л содержится смесь газов, состоящих из  $10^{15}$  молекул кислорода,  $4 \cdot 10^{15}$  молекул азота и  $3,3 \cdot 10^{-7} \text{ г}$  аргона. Определите: а) давление смеси; б) молярную массу смеси; в) среднюю энергию поступательного движения молекул смеси. Температура смеси  $127^\circ\text{C}$ .

**Вариант 1.4.**

1. Некоторая масса азота заключена в сосуде, емкость которого 2 л. Температура азота  $27^\circ\text{C}$ , давление азота на стенки сосуда  $10^{-6} \text{ мм.рт.ст.}$ . Определите: сколько молекул азота содержится в сосуде, Массу азота в сосуде, внутреннюю энергию данного газа.
2. Колба емкостью 4 л содержит некоторый газ массой 0,6 г под давлением 200 кПа. Определить среднюю квадратичную скорость молекул газа.
3. Средняя длина свободного пробега молекулы углекислого газа при нормальных условиях равна 40 нм. Сколько столкновений в секунду испытывает молекула?
4. Определите минимальное давление, при котором теплопроводность воздуха заключенного между двойными стенками сосуда, еще не зависит от давления. Расстояние между стенками  $L=5 \text{ мм}$ , температура газа  $t=15^\circ\text{C}$ .

**Варианта 1.5.**

1. Газ при давлении 980 Па и температуре  $20^\circ\text{C}$  имеет объем  $164 \text{ м}^3$ . Каков объем той же массы газа при нормальных условиях?
2. Какую максимальную концентрацию молекул углекислого газа, газокинетический диаметр которых равен  $3,2 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ , можно образовать в сферическом сосуде диаметром  $D=1 \text{ м}$ , чтобы средний свободный пробег превосходил величину диаметра сосуда?

3. Чему равна энергия вращательного движения двухатомного газа, находящегося под давлением  $10^5$  Па в сосуде объемом 1л? Считать, что вращательные степени свободы полностью возбуждены.
4. Вероятность того, что молекула, пройдя без столкновения путь  $x$  испытает соударение на отрезке  $x+dx$ , равна  $dw(x) = Ae^{-x/\lambda} dx$  (где  $A$  - постоянный коэффициент,  $\lambda$  - длина свободного пробега). Определить относительное число молекул, длина свободного пробега которых менее  $0,5 \lambda$ .

#### **Вариант 1.6.**

1. Определить плотность смеси, состоящей из 4 г водорода и 32 г кислорода при температуре  $7^\circ\text{C}$  и давлении 93 кПа.
2. Некоторая масса азота ( $\text{N}_2$ ) находится при температуре  $T=300\text{K}$  и давлении  $10^5$  Па. Запас средней кинетической энергии поступательного движения молекул газа составляет  $W=6,3$  Дж. Найти число молекул газа, его массу и объем.
3. Определить долю молекул водорода, модули скоростей которых при температуре  $27^\circ\text{C}$  лежат в интервале от 1098 м/с до 1903 м/с.
4. Коэффициент теплопроводности азота при температуре  $0^\circ\text{C}$  равен  $1,3$  Дж/м·с·К. Определить газокинетический диаметр эффективного сечения молекул при этих условиях (нормальные условия).

#### **Вариант 1.7.**

1. Сколько молекул кислорода находится в объеме 1л при температуре  $0^\circ\text{C}$  и давлении 133,3 Па?
2. Считая газокинетический диаметр молекулы углекислого газа равным  $3,2 \cdot 10^{-10}$  м, определить длину пробега его молекулы при температуре  $50^\circ\text{C}$  и давлении 133,3 Па.
3. В сосуде объем, которого 5 л, находится кислород массой 4 г при температуре  $13^\circ\text{C}$ . Определить внутреннюю энергию газа и давление газа на стенки сосуда.
4. Наружная поверхность бетонной стены имеет температуру  $t_1=-10^\circ\text{C}$ , а внутренняя -  $t_2=10^\circ\text{C}$ . Толщина стены  $L=25$  см. Сколько теплоты проходит через  $1\text{м}^2$  поверхности стены за 1 мин? Коэффициент теплопроводности бетона  $\kappa=0,817$  Дж/м с К.

#### **Вариант 1.8**

1. Определить сколько молекул содержится в  $1\text{мм}^3$  воды? Какова масса молекулы воды?  $\rho(\text{H}_2\text{O})=10^3$  кг/м<sup>3</sup>.
2. Определить плотность разреженного водорода, если: средняя длина свободного пробега молекул  $\lambda=1$  см.,  $d(\text{H}_2)=0,28$  нм.
3. Найти среднюю кинетическую энергию вращательного движения одной молекулы кислорода при температуре  $13^\circ\text{C}$ , а также среднюю кинетическую энергию вращательного движения всех молекул, содержащихся в 4 г кислорода.
4. Какая часть молекул газа имеет скорости, не превышающие наиболее вероятную скорость?

#### **Вариант 1.9.**

1. В цилиндре под поршнем находится 500 г воздуха, этот воздух бесконечно медленно переводят из одного состояния в другое. Определите наибольшую температуру, которую достигает воздух, если зависимость давления от объема задана уравнением  $p=2 \cdot 10^6 (V-V^2)$ , где объем  $V$  выражен в кубических метрах, а давление  $P$  в Паскалях.
2. Какое количество частиц находится в 1г пароводяного йода, если степень диссоциации его равна 50%. Масса 1 кмоль йода 254 кг/кмоль.
3. Давление газа равно  $10^4$  Па, а средняя квадратичная скорость равна 500 м/с. Найти плотность этого газа.
4. Можно ли считать вакуум с давлением  $p=100$  мкПа высоким, если он создан в колбе диаметром  $D=20$  см, содержащей азот при температуре  $T=280\text{K}$ ? ( $d(\text{N}_2)=0,38$  нм).

### **Вариант 1.10.**

1. Найти массу киломоля смеси 25 г кислорода и 75 г азота.
2. Какую долю составляет кинетическая энергия вращательного движения молекул от полной кинетической энергии молекул одноатомного, двухатомного и многоатомного газа?
3. На какой высоте над поверхностью Земли атмосферное давление вдвое меньше, чем на поверхности? Считать, что температура воздуха равна 290 К и не изменяется с высотой.
4. Через площадку, равную  $100 \text{ см}^2$  за 10 с вследствие диффузии проходит некоторое количество азота. Градиент плотности в направлении, перпендикулярном площадке  $S$ , равен  $1,26 \text{ кг/м}^4$ . Процесс идет при температуре  $27^\circ\text{C}$ , средняя длина свободного пробега молекул азота  $10^{-5} \text{ см}$ , эффективный диаметр его молекул  $d=3,75 \cdot 10^{-8} \text{ см}$ . Определить величину коэффициента внутреннего трения при этих условиях и количество азота, прошедшего за указанное время через площадку  $S$ .

### **Вариант 1.11.**

1. В сосуде объёмом 20 л находится 4 г водорода при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Найти давление водорода.
2. Идеальный газ находится в цилиндре, закрытом поршнем. Газ занимает объем  $V=10 \text{ м}^3$  при температуре  $T=250 \text{ К}$  и давление  $9,8 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . При переходе газа в новое состояние, давление повысилось до  $1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , а объем увеличился до  $10,5 \text{ м}^3$ . Во сколько раз изменилась при этом средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул и какой она стала?
3. На сколько уменьшится атмосферное давление 100 кПа при подъеме наблюдателя над поверхностью Земли на высоту 100 м? Считать: что температура 290 К и не изменяется с высотой.
4. Коэффициент теплопроводности воздуха при температуре  $0^\circ\text{C}$  и нормальном давлении равен  $2,2 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/(К} \cdot \text{с} \cdot \text{см)}$ . Определите величину коэффициента теплопроводности при температуре  $40^\circ\text{C}$  и при том же давлении.

### **Вариант 1.12.**

1. Сколько молекул ртути содержится в  $1 \text{ см}^3$  воздуха в помещении, заряженном ртутью, при температуре  $20^\circ\text{C}$ , если давление паров ртути при этой температуре равно  $0,645 \text{ Па}$ ? Число Авогадро  $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ .
2. Наивероятнейшая скорость молекул некоторого газа  $v_v=1820 \text{ м/с}$ . Какой это газ? Каковы средняя арифметическая и средняя квадратичная скорости молекул, если температура газа  $127^\circ\text{C}$ .
3. Коэффициент внутреннего трения азота при температуре  $0^\circ\text{C}$  равен  $1,68 \cdot 10^{-4} \text{ г/см} \cdot \text{с}$ . Определить значение средней длины свободного пробега молекул азота при нормальном давлении.
4. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу  $m=10^{-18} \text{ г}$ . Во сколько раз уменьшится их концентрация  $n$  при увеличении высоты на  $\Delta h = 10 \text{ м}$ ? Температура воздуха  $T=300 \text{ К}$ .

### **Вариант 1.13.**

1. В теплоизолированном цилиндре под поршнем находится 20 г. гелия. При бесконечно медленном перемещении поршня газ переводится из состояния, которому соответствует объем  $32 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  и давлением  $4 \cdot 10^5 \text{ Па}$  в состояние, при котором  $9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  и давление  $15,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Какова будет наибольшая температура газа в этом процессе, если давление газа является линейной функцией объема.



2. Какова наиболее вероятная скорость молекул водорода при температуре 400К?
3. В кабине вертолета барометр показывает давление 90 кПа. На какой высоте летит вертолет, если на взлетной площадке барометр показывает давление 100 кПа? Считать, что температура воздуха 290 К и не изменяется с высотой.
4. Азот находится при давлении  $P=10^5$ Па и температуре 10<sup>0</sup>С. Определите коэффициенты диффузии, внутреннего трения и теплопроводности.

#### **Вариант 1.14.**

1. Определить давление смеси газов, состоящей из 10 г кислорода и 10 г азота, которые занимают объем 20 л при температуре 150<sup>0</sup>С.
2. При какой температуре средняя квадратичная скорость атомов гелия станет равной второй космической скорости  $U_2=11,2$  км/с?
3. Температура водорода 550 К. Определить отношение числа молекул этого газа, компоненты скоростей которых лежат в интервале от 3000 до 3010 м/с, к числу молекул, компоненты скоростей которых лежат в интервале от 1500 до 1510 м/с.
4. Два сосуда, объемом  $V=1$  л каждый, соединены трубкой длиной  $L=10$  см и площадью поперечного сечения  $S=1$  см<sup>2</sup>. один сосуд наполнен влажным воздухом, а другой сухим воздухом. Приняв, коэффициент диффузии паров воды в воздухе при атмосферном давлении равным  $D=0,23$  см<sup>2</sup>/с и пренебрегая вязкостью определите, через сколько времени разность концентраций паров воды уменьшится в  $e$  раз.

#### **Вариант 1.15.**

1. В баллоне объемом 10 л находится гелий под давлением 10<sup>6</sup>Па и при температуре 27<sup>0</sup>С. После того как из баллона было взято 10 г гелия, температура в баллон понизилась до 17<sup>0</sup>С. Определить давление гелия, остающегося в баллоне.
2. Плотность некоторого многоатомного газа при давлении  $4 \cdot 10^3$  Па составляет  $5 \cdot 10^{-2}$  кг/м<sup>3</sup>. Определите среднюю квадратичную скорость молекул газа и среднюю кинетическую энергию молекул в единице объема этого газа.
3. Считая, что воздух на поверхности Земли находится при нормальных условиях, определить отношение давления воздуха на высоте 2 км к давлению на дне шахты глубиной 2 км. Считая, что температура воздуха от высоты не зависит.
4. Давление воздуха между стенками сосуда Дьюара шаровой формы при комнатной температуре  $T=20^0$ С равна  $P=10^3$  мм.рт.ст. Площадь внутренней поверхности сосуда  $S=600$  см<sup>2</sup>, расстояние между стенками  $d=0,5$  см. Определить массу жидкого воздуха  $q=2,02 \cdot 10^5$  Дж/кг, а его температура  $T_2=80$  К.

### **Контрольная работа №2**

#### **Вариант 2.1.**

1. Сколько теплоты поглощает 200 г водорода, нагреваясь от 0<sup>0</sup>С до 100<sup>0</sup>С при постоянном давлении? Каков прирост внутренней энергии газа? Какую работу совершает газ?
2. Под действием высокой температуры 40% молекул водорода распались на атомы. Найти удельные теплоёмкости  $C_p$  и  $C_v$  такого частично диссоциированного водорода.
3. Холодильная машина, работающая по циклу Карно, поддерживает в камере температуру  $T_1=260$ К. За каждый цикл машина отводит из холодильной камеры  $Q_1=40$  кДж энергии и передаёт эту энергию окружающей среде, имеющей температуру  $T_2=300$ К. Определите мощность потребляемую холодильной машиной, если продолжительность цикла  $t=1.5$ с.
4. Камень массой 10 кг упал с высоты 20 м на землю. Температура камня и окружающей среды 20<sup>0</sup>С. Определить изменение энтропии системы камень-земля.

#### **Вариант 2.2.**

1. Вычислить отношение теплоемкостей  $\gamma=c_p/c_v$  для смеси 3 моль аргона и 5 моль кислорода.

2. При изменении состояния кислорода в политропическом процессе удельная теплоёмкость этого газа  $0,3 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{К)}$ . Масса кислорода  $4 \text{ кг}$ . Определить совершенную работу, если начальные параметры – давление и температура соответственно равны  $5\cdot 10^5 \text{ Па}$  и  $350 \text{ К}$  и в рассматриваемом процессе к газу было подведено  $100 \text{ кДж}$  теплоты.
3. Один моль идеального двухатомного газа, находящегося под давлением  $0,1 \text{ МПа}$  при температуре  $300 \text{ К}$ , нагревают при постоянном объёме до давления  $0,2 \text{ МПа}$ . После этого газ изотермически расширился до начального давления и затем изобарически был сжат до начального объёма. Начертить график цикла. Определить температуру газа для характерных точек цикла и его термический КПД.
4. Определить изменение энтропии, при изотермическом сжатии,  $1 \text{ моль}$  кислорода от объёма  $V_0$  до объёма  $1/3 V_0$ .

### **Вариант 2.3.**

1. Смешано  $m_1=40 \text{ г}$  водорода ( $\text{H}_2$ ) с  $m_2=32 \text{ г}$  кислорода ( $\text{O}_2$ ). Удельные теплоёмкости этих газов соответственно равны:  $C_p(\text{H}_2)=14,2\cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$  и  $C_p(\text{O}_2)=912 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ .  
Определите удельную теплоёмкость смеси  $C_p$ .
2. Расширяясь,  $1 \text{ моль}$  водорода совершил работу равную  $10 \text{ Дж}$ . Какое количество теплоты было подведено к газу, если газ расширялся: а) изобарически; б) изотермически.
3. Водород массой  $100 \text{ г}$  был изобарически нагрет так, что объём его увеличился в  $n$  раз, затем, водород был изохорически охлажден так, что давление его уменьшилось в  $n$  раз. Найти изменения энтропии для  $n=3$ .
4. Макроскопическая система поглощает  $\Delta E=10^{-20} \text{ Дж}$  энергии. При этом число доступных состояний системы увеличивается на  $10\%$ . Какова температура этой системы.

### **Вариант 2.4.**

1. На сколько больше теплоты нужно сообщить  $12 \text{ г}$  кислорода ( $\text{O}_2$ ), чтобы нагреть его от  $20^\circ\text{C}$  до  $70^\circ\text{C}$ , при постоянном давлении, чем для нагрева этой массы кислорода при, постоянном объёме?
2. Некоторая масса двухатомного газа подвергается сжатию: один раз изотермически, другой раз адиабатно. Начальные температура и давление сжимаемого газа оба раза одинаковы. Конечное давление оба раза в  $n$  раз больше начального. Найдите отношение работ сжатия при адиабатном и изотермическом процессах. Рассмотрите случаи: а)  $n = 2$ ; б)  $n = 100$ .
3. В результате кругового процесса газ совершил работу  $A=1 \text{ Дж}$  и передал охладителю теплоту  $Q=4,2 \text{ Дж}$ . Определите термический коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла.
4. Кислород массой  $2 \text{ кг}$  увеличил свой объём в  $n=5$  раз, один раз изотермически, другой - адиабатически. Каково будет изменение энтропии в этих двух случаях?

### **Вариант 2.5.**

1. Один грамм кислорода (газ идеальный) нагревается от  $10^\circ\text{C}$  до  $60^\circ\text{C}$  различными способами: а) изобарически; б) изохорически; в) адиабатически. 1. Проверить для указанных процессов теоретическое положение о том, что изменение внутренней энергии идеального газа не зависит от процесса перехода, а зависит только от начальной и конечной температуры. 2. Определить изменение внутренней энергии кислорода при его нагревании от  $T_1$  до  $T_2$ .
2. Для некоторого политропического процесса, в котором участвует многоатомный газ, показатель политропы  $n=1,7$ . Какова молярная теплоёмкость газа в этом процессе?
3. Лед массой  $2 \text{ кг}$  при температуре  $0^\circ\text{C}$  был превращен в воду той же температуры при помощи пара, имеющего температуру  $100^\circ\text{C}$ . Определить массу израсходованного пара. Каково изменение энтропии системы лед - пар при таянии льда?
4. Один моль идеального двухатомного газа совершил цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Наименьший объём  $V_{\min}=10 \text{ л}$ , наибольший  $V_{\max}=20 \text{ л}$ , наименьшее давление

$P_{\min}=246$  кПа, наибольшее давление  $P_{\max}=410$  кПа. Начертить график цикла. Определить температуру  $T$  газа для характерных точек цикла и его термический КПД  $\eta$ .

#### **Вариант 2.6.**

1. Отношение молярных теплоемкостей для двухатомного газа  $\gamma=1,4$ . Определите удельные теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$ : а) кислорода; б) азота.
2. В четырехтактном двигателе дизеля засосанный атмосферный воздух в объеме 10 л подвергается 12 - кратному сжатию. Начальное давление - атмосферное, начальная температура  $10^\circ\text{C}$ . Процесс сжатия адиабатический, газ идеальный. Определить конечное давление, конечную температуру и работу сжатия.
3. Смешано 5 кг воды при температуре 280 К с 8 кг воды при температуре 350 К. Найти: 1) температуру смеси; 2) изменение энтропии, происходящее при смешении.
4. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя  $T_1=470$  К, температура охладителя  $T_2=280$  К. При изотермическом расширении газ совершает работу  $A=100$  Дж. Определить термический КПД цикла, а также теплоту  $Q_2$ , которую газ отдает охладителю при изотермическом сжатии.

#### **Вариант 2.7.**

1. Для трехатомного газа, имеющего удельную теплоемкость при постоянном давлении,  $C_p=725$  Дж/(кг·К). Определите: а) молярную массу этого газа; б) отношение молярных теплоемкостей.
2. Два моля идеального газа при давлении  $10^5$  Па и температуре  $20^\circ\text{C}$ , обратимо изотермически сжимается до давления  $10^6$  Па. Определить работу, совершенную над газом в процессе его сжатия.
3. Газ совершает цикл Карно. Температура охладителя  $T_2=290$  К. Во сколько раз увеличится КПД цикла, если температура нагревателя повысится от  $T_1'=400$  К до  $T_1''=600$  К?
4. Смешанно  $m_1=5$  кг воды при температуре  $T_1=280$  К с  $m_2=8$  кг воды при температуре  $T_2=350$  К. Найти: 1) температуру  $\theta$  смеси; 2) изменение  $\Delta S$  энтропии происходящее при смешивании.

#### **Вариант 2.8.**

1. При политропическом расширении 1 моль идеального одноатомного газа его температура уменьшается на 1 К. Показатель политропы  $n=1,5$ . Определите: а) молярную теплоемкость газа в этом процессе; б) количество теплоты, отданной или полученной газом; в) работу, совершаемую газом.
2. Некоторое количество идеального воздуха нужно сжать от давления  $10^3$ - гПа до давления  $10^5$ - гПа.  $C_p/C_v=1,4$ . Определить аналитически, как выгоднее вести сжатие адиабатически или изотермически, т.е. при каком сжатии будет затрачена меньшая работа.
3. Газ совершает цикл Карно. Абсолютная температура  $T_1$  нагревателя в три раза выше, чем температура  $T_2$  охладителя. Нагреватель передал газу теплоту  $Q_1=42$  кДж. Какую работу  $A$  совершил газ?
4. Кусок льда массой  $m=200$  г, взятый при температуре  $t_1 = -10^\circ\text{C}$ , был нагрет до  $t_2 = 0^\circ\text{C}$  и расплавлен, после чего образовавшаяся вода была нагрета до температуры  $t_3 = 10^\circ\text{C}$ . Определить изменение  $\Delta S$  энтропии льда.

#### **Вариант 2.9.**

1. В политропном процессе энтропия одного кг азота увеличилась на 140 Дж/К: при этом температура газа изменилась от  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 120^\circ\text{C}$ . Определить показатель политропы.
2. Некоторая масса азота при давлении  $10^5$  Па имела объем 5 л, а при давлении  $3 \cdot 10^5$  Па объем 2 л. Переход из первого состояния во второе происходил в два этапа: сначала по

изохоре, затем по изобаре. Газ считать идеальным. Определить количество теплоты, израсходованное при переходе из первого во второе состояние.

3. Нагреватель тепловой машины, работающей по обратимому циклу Карно, имеет температуру 200 °С. Какова температура охладителя, если за счет каждого 1 кДж тепла, полученного от нагревателя, машина совершает работу 170 Дж? Потери на трение и теплоотдачу не учитываются.
4. Найти изменение  $\Delta S$  энтропии при изобарическом расширении азота массой  $m=4$  г от объема  $V_1=5$  л до объема  $V_2=9$  л.

#### **Вариант 2.10.**

1. Чему равен показатель политропы для одноатомного газа, в адиабатическом, изохорическом, изотермическом и изобарическом процессах.
2. В баллоне объемом 500 л находится воздух под давлением  $50 \cdot 10^5$  Па, температура воздуха в баллоне равна температуре окружающей среды  $t=20^\circ\text{C}$ . Какую максимальную работу может совершить сжатый воздух при его изотермическом расширении? Атмосферное давление равно  $10^5$  Па.
3. Наименьший объем газа, совершающего цикл Карно,  $V_1 = 153$  л. Определить наибольший объем  $V_i$  если объем газа в конце изотермического расширения  $V_2=189$  л, а в конце изотермического сжатия  $V_4=600$  л.
4. Найти изменение энтропии при погружении 100 г железа, нагретого до  $300^\circ\text{C}$  в воду массой 1 кг. при температуре  $15^\circ\text{C}$  (удельная теплоемкость  $C_{\text{Fe}}=460$  Дж/кг К).

#### **Вариант 2.11.**

1. Вычислить удельные теплоемкости  $C_V$  и  $C_P$ : 1) гелия; 2) водорода; 3) углекислого газа, принимая эти газы за идеальные.
2. Два моля кислорода очень медленно переводят из состояния 1 в состояние 2. Какое количество теплоты необходимо подвести к газу, если в координатах давление-объем процесс изображается прямой линией. В состоянии 1 газ характеризуется параметрами: давлением  $10^5$  Па, объемом -  $24,6 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>, температурой - 300 К, а в состоянии 2- давление в 3 раза больше, а объем в 2 раза больше.
3. Цикл Карно осуществляется в интервале температур  $T_1=600$  К и  $T_2=200$  К. Давление в конце изотермического расширения и в конце адиабатического сжатия одинаковы и равны  $P=2 \cdot 10^5$  Па. Рабочим телом является воздух. Определите параметры точек цикла и полезную работу, совершаемую 1 кг воздуха за цикл.
4. В процессе политропического расширения воздуха к нему было подведено 90 кДж тепла, и все же его температура снизилась от  $t_1=25^\circ\text{C}$  до  $t_2=-37^\circ\text{C}$ , Масса воздуха  $m=4$  кг, начальное давление воздуха  $P_1=4 \cdot 10^5$  Па. Определите изменение энтропии в этом процессе.

#### **Вариант 2.12.**

1. Углекислый газ, начальная температура которого 360 К, адиабатически сжимается до  $1/20$  своего первоначального объема. Определить изменение внутренней энергии и совершенную при этом работу, если масса газа 20 г.
2. Определить теплоту  $Q$ , необходимую для нагревания водорода, массой 100 т на  $\Delta T=200$  К, если нагревание происходит: 1) при постоянном объеме; 2) при постоянном давлении.
3. Идеальный многоатомный газ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар, причем наибольшее давление газа в два раза больше наименьшего, а наибольший объем в 4 раза больше наименьшего. Определить термический КПД цикла  $\eta$ .
4. В медном калориметре массой 1 кг содержится вода при температуре  $7^\circ\text{C}$ . Масса воды 3 кг. В калориметр погружили кусок алюминия массой 0,5 кг, имеющий температуру  $77^\circ\text{C}$ . Найдите изменение энтропии при установлении равновесной температуры.

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}; \quad C_{\text{Al}} = 0,89 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}; \quad C_{\text{Cu}} = 0,994 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}.$$

### **Вариант 2.13.**

1. Влажный воздух содержит 20% водяного пара. Принимая сухой воздух за двухатомный газ с молярной массой  $29 \cdot 10^{-3}$  кг/моль, определите: а) удельную теплоемкость влажного воздуха при постоянном объеме; б) отношение молярных теплоемкостей  $\gamma$ .
2. Политропический процесс может быть представлен прямой линией, продолжение которой проходит через начало координат на плоскости давление-объем. Начальные давления и объем газа равны  $4 \cdot 10^4$  Па и  $10^{-3}$  м<sup>3</sup>. Масса газа равна 1 моль. В результате расширения газа его объем увеличился в 3 раза. Определить работу газа. Газ - двухатомный.
3. Какая часть количества теплоты, подводимой к идеальному газу при изобарическом процессе, расходуется на увеличение внутренней энергии газа и какая часть - на работу, совершаемую газом при расширении, если газ: а) одноатомный; б) двухатомный; в) многоатомный.
4. Найти изменение энтропии при нагревании 100 г воды от 0 °С до 100 °С и последующем превращении воды в пар той же температуры.  $C_{\text{H}_2\text{O}} = 4,19 \cdot 10^3$  Дж/кг·К;  $\lambda = 2/3$  МДж/кг.

### **Вариант 2.14.**

1. Кислород массой 2 кг занимает объем 1 м<sup>3</sup> и находится под давлением 2 атм. Газ был нагрет сначала при постоянном давлении до объема 3 м<sup>3</sup>, а затем при постоянном объеме до давления 5 атм. Найти теплоту, переданную газу, изменение внутренней энергии газа и совершенную им работу. Построить график процессов.
2. Найти отношение  $C_p/C_v$  для смеси газов, содержащих  $m_1 = 10$  г гелия и  $m_2 = 4$  г водорода.
3. Вычислить изменения энтропии при смешении одноатомного идеального газа массы  $m_1$ , имеющего начальную температуру  $T_1$  и давление  $P_1$  и двухатомного газа массы  $m_2$ , имеющего начальную температуру  $T_2$  и давление  $P_2$ . Молярные массы  $\mu_1$  и  $\mu_2$ .
4. В результате изохорического нагревания водорода массой  $m=1$  г, давление  $P$  газа увеличилось в 2 раза. Определить изменение  $\Delta S$  энтропии газа.

### **Вариант 2.15.**

1. Разность удельных теплоемкостей  $C_p - C_v$  некоторого двухатомного газа, при постоянном давлении и постоянном объеме равна 260 Дж/(кг·К). Найти массу киломоля  $\mu$  газа и его удельные теплоемкости  $C_p$  и  $C_v$ .
2. В цилиндре под поршнем находится водород массой 0,02 кг при температуре 27°С. Водород начал расширяться адиабатически, увеличив свой объем в 5 раз и затем был сжат изотермически, причем объем газа уменьшился в 5 раз. Найти совершенную газом работу.
3. При совершении цикла Карно, газ получил от нагревателя 17 кДж энергии и совершил 6 кДж работы. Во сколько раз температура нагревателя выше температуры холодильника.
4. Рабочим телом в цикле Карно является воздух, масса которого  $m=8$  кг. Состояние 1 характеризуется параметрами  $p_1 = 20 \cdot 10^5$  Па и  $T_1 = 500$  К, а состояние 3 - параметрами  $p_3 = 3 \cdot 10^4$  Па и  $T_3 = 250$  К. Определить: изменение энтропии нагревателя и холодильника; коэффициент полезного действия.

## **Контрольная работа №3**

### **Вариант 3.1.**

1. Один моль некоторого газа находится в сосуде объемом 0,25 л. При температуре 300 К давление газа 90 атм., а при 350 К давление 110 атм. Найти постоянные Ван-Дер-Ваальса для этого газа.

2. Как велико поверхностное натяжение  $\sigma$  жидкости, если петля из резинового шнура длиной  $L$  с поперечным сечением  $S$ , положенная на пленку этой жидкости растянулась в окружность радиуса  $R$  после того, как пленка была проколота внутри петли? Считать, что при малых растяжениях для резины справедлив закон Гука и модуль Юнга резины равен  $E$ .
3. Найти вес  $1 \text{ м}^3$  влажного воздуха при температуре  $29^\circ\text{C}$ , относительной влажности  $60\%$  и нормальном давлении. ( $P_{\text{нас}}(29^\circ\text{C}) = 4,23 \cdot 10^3 \text{ Па}$ ).
4. Осмотическое давление раствора при температуре  $27^\circ\text{C}$  равно  $0,2 \text{ МПа}$ . Сколько частиц растворенного вещества находится в растворе объемом  $1 \text{ м}^3$ ?

### **Вариант 3.2.**

1. Какому давлению необходимо подвергнуть углекислый газ при температуре  $300 \text{ К}$ , чтобы его плотность оказалась равной  $\rho = 500 \text{ г/л}$ ? Расчет провести как для идеального газа, так и для газа Ван-дер-Ваальса  $a = 0,361 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$ ;  $b = 4,28 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{моль}$ .
2. Определить приращение энтропии при плавлении льда в количестве  $1 \text{ моль}$ , если известно, что при увеличении внешнего давления на  $10 \text{ МПа}$ , температура плавления льда изменяется на  $1 \text{ К}$ .
3. Определить давление воздуха (в мм. рт. ст) в воздушном пузырьке диаметром  $0,01 \text{ мм}$ , находящемся на глубине  $20 \text{ см}$  под поверхностью воды. Внешнее давление  $765 \text{ мм.рт.ст.}$ . Принять плотность воды  $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$  а поверхностное натяжение воды  $70 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ .
4. Относительная влажность воздуха при температуре  $t_1 = 15^\circ\text{C}$ , равна  $70\%$ . Какой станет относительная влажность, если температуру повысить до  $30^\circ\text{C}$  и объем при этом уменьшится в  $2$  раза?

### **Вариант 3.3.**

1. При температуре  $T = 310 \text{ К}$   $1 \text{ кмоль}$  азота занимает объем  $V = 2,5 \text{ м}^3$ . Используя критические параметры азота, определить давление.  
 $P_{\text{кр}} = 33,9 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ;  $T_{\text{кр}} = 126,1 \text{ К}$ .
2. Разность удельных объемов льда и воды при  $0^\circ\text{C}$  приблизительно равно  $\Delta V = 9,1 \cdot 10^{-2} \text{ см}^3/\text{г}$ . Используя уравнение Клапейрона-Клаузиуса, определите изменение точки плавления льда при увеличении давления на  $\Delta P = 10^5 \text{ Па}$ .
3. При какой температуре  $T$  гелий в опыте Джоуля-Томсона начнет охлаждаться, если известно, что критическая температура гелия  $T_{\text{кр}} = 5,1 \text{ К}$ ? Считать, что состояние гелия описывается уравнением Ван-дер-Ваальса.
4. Стекланную капиллярную трубку, внутренний диаметр которой  $d_1 = 1,5 \text{ мм}$ , а длина  $L = 20 \text{ см}$ , опускают в горизонтальном положении в ртуть. При этом имеющиеся в трубке воздух полностью остается в ней. Какова длина столбика воздуха в трубке после ее погружения в ртуть на глубину  $h = 10 \text{ см}$ ? Краевой угол  $\theta = 138^\circ$ . Давление воздуха нормальное.

### **Вариант 3.4.**

1. Найти изобарический коэффициент объемного расширения газа Ван-дер-Ваальса при заданном объеме, температуре и поправках к уравнению Ван-дер-Ваальса.
2. Найти удельный объем водяного пара  $v_n$  при  $100^\circ\text{C}$  и нормальном давлении, если известно, что при давлении  $735,5 \text{ мм.рт.ст.}$  температура кипения воды равна  $99,1^\circ\text{C}$ . Удельная теплота парообразования при  $100^\circ\text{C}$   $q = 539 \text{ кал/г}$ .
3. Капля ртути массой  $1,36 \text{ г}$  введена между горизонтальными параллельными стеклянными пластинами. Какую силу следует приложить для того, чтобы расплющить каплю до толщины  $0,1 \text{ мм}$ ? Считать, что ртуть абсолютно не смачивает стекло.  $\sigma_{\text{рт}} = 0,5 \text{ Н/м}$ ;  $\rho_{\text{рт}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

4. Вычислить удельные теплоемкости  $C$ , кристаллов натрия (Na), никеля (Ni) и свинца (Pb) при температуре  $T=2$  К, применяя закон Дюлонга и Пти и квантовую теорию теплоемкости Дебая.

### **Вариант 3.5.**

1. Вычислить из уравнения Ван-дер-Ваальса давление углекислого газа массы 1,1 кг, заключенного в баллоне емкостью 20 л при температуре 13°C. Сравнить результаты для углекислого газа с давлением, рассчитанным как для идеального газа. ( $a=3,6$  Н·м<sup>4</sup>/моль<sup>2</sup> и  $b=0,043$  л/моль).
2. Найти выражение для внутренней энергии  $n$  молей газа Ван-дер-Ваальса, теплоемкость которого  $C_V$  не зависит от температуры.
3. Определить изменение свободной энергии поверхности мыльного пузыря при изотермическом увеличении его объема от 10 см<sup>3</sup> до 20 см<sup>3</sup> ( $\sigma=40 \cdot 10^{-3}$  Н/м).
4. Элементарная ячейка кристалла меди - гранецентрированный куб. Найти линейный коэффициент теплового расширения монокристалла меди, если модуль Юнга  $E=12,3 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup> и плотность  $\rho=8,9 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

### **Вариант 3.6.**

1. В сосуде содержится 1 моль газа. Его давление в 20 раз больше критического давления, а объем равен половине критического объема. Определите отношение температуры этого газа к критической температуре.
2. Уксусная кислота при атмосферном давлении плавится при температуре  $t = +16,6^\circ\text{C}$ . Разность удельных объемов жидкой и твердой фаз  $\Delta v=0,16$  см<sup>3</sup>/г. Точка плавления смещается на  $\Delta T=1$  К при изменении давления на  $\Delta P=41$  атм. Найти удельную теплоту плавления уксусной кислоты.
3. Какую работу надо совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь радиусом 5 см? Коэффициент поверхностного натяжения мыльной воды 0,04 Н/м. Считать процесс выдувания изотермическим.
4. Известно, что число  $V'$  молей растворенного сахара составляет 3% от числа  $v$  молей воды. Давление насыщенных паров воды при рассматриваемой температуре составляет  $P_0=2,66$  кПа. Найти давление паров воды над раствором сахара.

### **Вариант 3.7.**

1. Один кмоль кислорода занимает объем 0,056 м<sup>3</sup> при давлении  $920 \cdot 10^5$  Па. Найти температуру газа, пользуясь уравнением Ван-дер-Ваальса в приведенных величинах (критические давление и температура кислорода  $-5 \cdot 10^6$  Па и 154 К).
2. Ромбическая сера превращается в моноклинную при  $t=96,5^\circ\text{C}$ . При атмосферном давлении удельная теплота превращения  $q=2,2$  кал/г. Скачок удельного объема серы при фазовом превращении  $\Delta v=0,014$  см<sup>3</sup>/г. Найти смещение  $\Delta T$  от точки фазового перехода серы при изменении давления на  $\Delta P=1$  атм.
3. Деревянная палочка длиной 4 см. Плавает на поверхности воды. По одну сторону от палочки осторожно налили мыльный раствор. С каким ускорением начинает двигаться палочка, если ее масса 1 г. Сопротивление воды не учитывать.  $\sigma_{\text{H}_2\text{O}}=7,4 \cdot 10^{-2}$  Н/м,  $\sigma_{\text{м.р.}}=4 \cdot 10^{-2}$  Н/м.
4. До какой температуры был нагрет насыщенный пар, находящийся при температуре  $t=50^\circ\text{C}$ , если давление его увеличилось в 8 раз?

### **Вариант 3.8.**

1. При температуре  $27^{\circ}\text{C}$  происходит изотермический расширение 1 кмоль кислорода от объема  $V_1=1\text{ м}^3$  до объема  $V_2=5\text{ м}^3$ . Определите приращение внутренней энергии газа, работу совершенную газом и количество поглощенной теплоты, считая газ: а) идеальным; б) подчиняющимся уравнению Ван-дер-Ваальса.
2. Каково приращение температуры куска льда, находящегося при нормальных условиях, если его адиабатно сжать до давления 10 МПа? Какая доля массы льда при этом расплавится?
3. Какую силу нужно приложить к горизонтальному алюминиевому кольцу высотой 10 мм, с внутренним диаметром 50 мм и внешним диаметром 52 мм, чтобы оторвать его от поверхности воды? Коэффициент поверхностного натяжения воды равен  $70\cdot 10^{-3}\text{ Н/м}$ ,  $\rho_{\text{Al}}=2,7\cdot 10^3\text{ кг/м}^3$ .
4. Каково отношение длин железного и медного стержней при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ , если разность их длин при любой температуре одна и та же?

### **Вариант 3.9.**

1. Критическая температура углекислоты равна  $31^{\circ}\text{C}$ , критическое давление 73 атм. Определить критический объем 1 моля  $\text{CO}_2$ .
2. Определить температуру плавления льда при давлении 1,0 МПа. Считать, что при изменении давления в пределах от 0,1 до 1,0 МПа плотности льда и воды и удельная теплота плавления постоянны.
3. На дне сосуда с ртутью имеется круглое отверстие диаметром 70 мкм. При какой максимальной толщине слоя ртути она еще не будет вытекать через это отверстие?
4. В закрытом сосуде вместительностью  $4,0\text{ дм}^3$  находится вода массой 2,0 кг при температуре 373 К. На сколько нужно повысить температуру системы, чтобы масса насыщенного пара находящегося над водой увеличилась на 1,6 г?

### **Вариант 3.10.**

1. В баллоне емкостью 8 л находится 0,3 кг кислорода при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ . Определить: 1) какую часть давления газа на стенки сосуда составляет внутреннее давление, обусловленное силами притяжения молекул; 2) какую часть объема сосуда составляет собственный объем молекул газа.
2. Моль азота расширяется в пустоту от начального объема 1 л до конечного 10 л. Найти понижение температуры  $\Delta T$  при таком процессе, если постоянная  $a$ , в уравнении Ван-дер-Ваальса, для азота равна  $1,35\cdot 10^6\text{ атм}\cdot\text{см}^6/\text{моль}^2$ .
3. На дне пруда выделился пузырек газа диаметром 4 мкм. При поднятии этого пузырька к поверхности воды его диаметр увеличился в  $n=1,1$  раза. Процесс расширения газа считать изотермическим. На какой глубине выделился пузырек газа? Поверхностное натяжение воды  $\sigma=7\cdot 10^{-2}\text{ Н/м}$ .
4. Постоянная кристаллической решетки поваренной соли ( $\text{NaCl}$ )  $a=5,64\cdot 10^{-10}\text{ м}$ . Определите плотность кристалла ( $\text{NaCl}$ ).

### **Вариант 3.11.**

1. В двух сосудах емкостью  $V=20\text{ л}$  каждый, при температуре  $t=27^{\circ}\text{C}$  находится по  $\nu=50$  моль газа. В одном сосуде - углекислый газ, в другом сосуде - водород. Определите давление в каждом сосуде считая газ: а) реальным; б) идеальным.
2. Ромбическая сера превращается в моноклинную при  $t=96,5^{\circ}\text{C}$  при атмосферном давлении. Удельная теплота полиморфного превращения  $L=3,2\text{ кал/г}$ . Найти смещение  $\Delta T$  точки фазового перехода при  $\Delta P=1\text{ атм}$ .
3. Найти давление в пузырьке воздуха диаметром 4 мкм, который находится в воде на глубине 5 м. Атмосферное давление нормальное.  $\rho_{\text{H}_2\text{O}}=10^3\text{ кг/м}^3$ ;  $\sigma_{\text{H}_2\text{O}}=7\cdot 10^{-2}\text{ Н/м}$ .



4. Какую силу  $F$  надо приложить к стальному стержню сечением в  $1 \text{ см}^2$ , чтобы растянуть его настолько же, насколько он удлинится при нагревании на  $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ . Коэффициент линейного расширения  $\alpha_p = 12 \cdot 10^{-6} \text{C}^{-1}$ . Модуль Юнга  $E = 2,1 \cdot 10^7 \text{ Н/см}^2$ .

**Вариант 3.12.**

1. Считая, что вода подчиняется уравнению Ван-дер-Ваальса и принимая постоянную воды  $a = 5,47 \cdot 10^6 \text{ атм см}^3/\text{моль}^2$ , найти внутреннее давление воды. ( $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 10^3 \text{ кг/м}^3$ ).
2. В закрытом сосуде с объемом  $V = 5 \text{ л}$  находится  $1 \text{ кг}$  воды при температуре  $100^\circ\text{C}$ . Пространство над водой занято насыщенным водяным паром (воздух откачан). Найти увеличение массы насыщенного пара  $\Delta m$  при повышении температуры на  $\Delta T = 1 \text{ К}$ . Пар считать идеальным газом.
3. Найти разность уровней ртути в двух сообщающихся капиллярах, диаметры которых  $0,5 \text{ мм}$  и  $1 \text{ мм}$ , если краевой угол ( $\Theta = 135^\circ$ ,  $\sigma_{\text{Hg}} = 487 \cdot \text{дин/см} = 487 \cdot 10^{-3} = 0,5 \text{ Н/м}$ ,  $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ ).
4. Осмотическое давление раствора  $m = 36 \text{ г}$  глюкозы в  $22,4 \text{ л}$  воды при  $27^\circ\text{C}$  равно  $1,1 \text{ атм}$ . Найти относительную молекулярную массу  $\mu$  глюкозы.

**Вариант 3.13.**

1. Вычислить критическую плотность воды, если постоянная Ван-дер-Ваальса для воды  $b = 0,03 \text{ л/моль}$ .
2. Вычислить скрытую теплоту парообразования ртути, если при  $10^5 \text{ Па}$  она кипит при температуре  $630,3 \text{ К}$ . Использовать значение  $(dP/dT)_{23} = 1,84 \cdot 10^3 \text{ Па/К}$ .
3. На сколько изменится разность уровней  $h_1 - h_2$  воды в двух сообщающихся капиллярах с диаметрами  $d_1 = 0,1 \text{ мм}$  и  $d_2 = 0,3 \text{ мм}$  при нагревании от  $20^\circ\text{C}$  до  $70^\circ\text{C}$ , если поверхностное натяжение воды для этих температур равно соответственно  $73 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$  и  $64 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$ .
4. На сколько надо увеличить внешнее давление, чтобы сохранить постоянным объем ртути при нагревании ее от  $0^\circ\text{C}$  до  $10^\circ\text{C}$ ?

**Вариант 3.14.**

1. При изотермическом расширении  $10 \text{ г}$  кислорода объем газа увеличивается от  $1 \text{ л}$  до  $5 \text{ л}$ . Считая газ подчиняющимся уравнению Ван-дер-Ваальса, определить: а) работу внутренних сил при расширении газа; б) приращение энтропии.
2. Упругость насыщенных ртутных паров при температурах  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  и  $t_2 = 120^\circ\text{C}$  равна соответственно  $P_1 = 37,4 \text{ Па}$  и  $P_2 = 101 \text{ Па}$ . Определите среднее значение удельной теплоты парообразования ртути в указанном интервале температур. Удельным объемом жидкой ртути по сравнению с газообразным пренебрегите.
3. При какой температуре гелий и ксенон в опыте Джоуля-Томсона будут охлаждаться? Критические температуры этих газов соответственно равны  $5,3 \text{ К}$  и  $290 \text{ К}$ .
4. Относительная влажность находящегося в сосуде при температуре  $20^\circ\text{C}$  воздуха равна  $70\%$ . На сколько изменится относительная влажность воздуха, если его нагреть до  $100^\circ\text{C}$ , уменьшив объем в два раза.  $P_{\text{нас}}(T_1) = 2,33 \text{ кПа}$ .

**Вариант 3.15.**

1. Вычислить изменение температуры с изменением давления при плавлении льда в нормальных условиях, используя следующие данные: скрытая теплота плавления льда  $336 \text{ Дж/г}$ , удельного объема льда  $1,091 \text{ см}^3/\text{г}$ , удельного объема воды  $1 \text{ см}^3/\text{г}$ .
2. Показать, что газ, подчиняющийся уравнению Ван-дер-Ваальса с  $a = 0$  в опыте Джоуля-Томсона, всегда нагревается ( $\Delta T > 0$ ). Определить изменение температуры.

3. На дне пруда глубиной  $h=2$  м выделяются пузырьки газа с диаметром  $d_1=0,05$  мм. Чему будут равны диаметры  $d_2$  этих пузырьков, когда они поднимутся к поверхности воды? Поверхностное натяжение воды  $G=73 \cdot 10^{-3}$  Н/м.
4. Вычислить по классическому закону равнораспределения удельную теплоемкость кристаллов: 1) золота, 2) магния, 3) натрия, 4)  $\text{Cu}_2\text{O}$ , 5)  $\text{CaO}$ . Экспериментальные значения при  $20^\circ\text{C}$ :  $129,6$  Дж/(кг·К);  $1,02$  кДж/(кг·К);  $1,2$  кДж/(кг·К);  $439$  кДж/(кг·К);  $769$  кДж/(кг·К);

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

«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. Свободно использует необходимые формулы при решении задач;

«хорошо» (3 балла) - обучающийся твердо знает материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в процессе решения задач;

«удовлетворительно» (1-2баллов) - обучающийся имеет знания основного материала по поставленным вопросам, но не усвоил его деталей, допускает отдельные неточности при решении задач;

«неудовлетворительно» (0 баллов) – обучающийся допускает грубые ошибки в ответе на поставленные вопросы и при решении задач.

**5.2. Оценочные материалы для рубежного 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 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. Оценочные материалы: Типовые тестовые задания по дисциплине (контролируемая компетенция ОПК-2). Полный перечень тестовых заданий представлен в ЭОИС – <http://open.kbsu.ru/moodle/course/view.php?id=1580>**

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

**Образцы тестовых заданий:**

I:

S: Изменение объема идеального газа заданной массы, если при увеличении температуры в три раза его давление увеличилось на 30 %:

- : уменьшится в 2,5 раза
- +: увеличится в 2,3 раза
- : уменьшится в 3,5 раза
- : увеличится в 2,5 раза
- : не изменится

I:

S: Отметьте правильный ответ Средняя квадратичная скорость молекул идеального газа, если в сосуде емкостью  $2 \text{ м}^3$  находится  $6 \text{ кг}$  идеального газа при давлении  $104 \text{ Па}$  (в м/с):

- : 200
- : 300
- +: 100
- : 400
- : 500

I:

S: Кинетическая энергия вращательного движения всех молекул в 14 г азота при температуре  $T=300\text{ К}$  (в кДж):

- : 2,35
- : 1,75
- : 3,5
- +: 1,24
- : 1,5

I:

S: Отметьте правильный ответ. Давление газа, если его плотность  $3(10^{-2}\text{ кг/м}^3)$ , а средняя квадратичная скорость  $500\text{ м/с}$ :

- +: 2,5 кПа
- : 1,5 кПа
- : 2,5 атм
- : 1,5 атм

I:

S: Отметьте правильный ответ. Давление смеси газов в сосуде объемом  $0,01\text{ м}^3$ , если в нем находится азот массой 14 г и водород массой 4 г при  $T=300\text{ К}$ :

- : 500 кПа
- : 500 атм
- +: 623 кПа
- : 623 мм рт.ст.
- : 623 атм.

I:

S: Температура смеси, если в баллоне емкостью 5 л содержится смесь гелия и водорода массой 10 г при давлении 500 кПа, причем массовая доля гелия равна 0,6:

- :  $86\text{ }^{\circ}\text{C}$
- +: 86 К
- :  $75\text{ }^{\circ}\text{C}$
- : 75 К
- : 258 К

I:

S: Отметьте правильный ответ. Среднее расстояние между центрами молекул идеального газа при температуре  $190\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давлении 100 кПа:

- :  $1 \cdot 10^{-7}\text{ м}$
- :  $2 \cdot 10^{-8}\text{ м}$
- :  $6 \cdot 10^{-10}\text{ м}$
- +: 4 нм
- : 2 нм

I:

S: Моль есть

- : Относительная молекулярная масса
- +: Количество вещества рассматриваемой системы, которое содержит столько же структурных элементов, сколько (атомов) содержится в  $0,012\text{ кг}$  изотопа углерода  $^{12}\text{C}$
- : Количество вещества в г, численно равное молекулярной массе
- : Количество вещества в кг, численно равное молекулярной массе
- : Количество вещества в единице объема

I:

S: Отметьте правильный ответ. Среднее значение дискретной случайной величины ( $x_i$  – значение случайной величины  $x$ ,  $N_j$  – число одинаковых членов в сумме, имеющих одинаковые значения  $x_j$ ,  $W_j$  – вероятность того, что  $x$  принимает значение  $x_j$ ,  $f(x)$  – плотность вероятности величины  $x$ )

-:  $\langle x \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i$

+:  $\langle x \rangle = \sum_j \frac{N_j}{N} x_j$

-:  $\langle x \rangle = \sum_j w_j x_j$

-:  $\langle x \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$

-:  $\langle x \rangle = x \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx$

I:

S: Отметьте правильный ответ. Соотношение наивероятнейших скоростей (для температур  $T_1$  и  $T_2$ , если распределения Максвелла для этих температур при неизменной массе газа представлены на рис.:

-:  $T_1 < T_2; (v_1) < (v_2)$

-:  $T_1 < T_2; (v_1) > (v_2)$

-:  $T_1 < T_2; (v_1) < (v_2)$

+:  $T_1 < T_2; (v_1) > (v_2)$

I:

S: В смеси азота и водорода в состоянии теплового равновесия большую скорость имеют молекулы

-: азота

+: водорода

-: скорости одинаковы

I:

S: Отметьте правильный ответ. При одинаковых среднеквадратичных скоростях молекул  $N_2$  и  $H_2$ , большую температуру имеет

+:  $N_2$

-:  $H_2$

-: Температуры обоих газов одинаковы

I:

S: Отметьте правильный ответ. На графике  $P(V)$  для неизменной массы газа:

-: a - изотерма

+: b - изотерма

-: c - изохора

-: d - изобара

-: a - адиабата

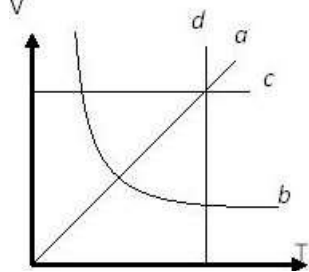
I:

S: Отметьте правильный ответ. На графике  $P(T)$  для неизменной массы газа (укажите неправильный ответ):

- +: b - изохора
- : a - изохора
- : c - изобара
- : d - изотерма
- +: a – адиабат

I:

S: Отметьте правильный ответ. На графике  $V(T)$  для неизменной массы газа:



- +: a - изобара
- : c - изобара
- : b - изотерма
- : d - изохора
- : a - адиабата

I:

S: Отметьте правильный ответ. Связь между коэффициентами теплопроводности (и диффузии  $D$  ( $C_V$  – удельная теплоемкость при постоянном объеме):

-  $\chi = \frac{D\rho}{C_V}$

+  $\chi = D\rho \cdot C_V$

-  $\chi = \frac{D}{\rho \cdot C_V}$

-  $\chi = \frac{\rho \cdot C_V}{D}$

-  $\chi = D\rho^2 \cdot C_V$

I:

S: Отметьте правильный ответ Средняя длина свободного пробега (молекул газа диаметром  $d$  с концентрацией, равной  $n$ ):

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{2\sqrt{2}\pi d^2 n} \\
 &= \frac{2}{\sqrt{2}\pi d^2 n} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{2}\pi d n^2} \\
 &+ \frac{1}{\sqrt{2}\pi d^2 n} \\
 &= 4\sqrt{2}\pi d^2 n
 \end{aligned}$$

I:

S: Коэффициент теплопроводности гелия при нормальных условиях, если эффективный диаметр атомов гелия равен 0,22 нм:

-  
:

$$42,7 \frac{\text{мкВт}}{\text{К} \cdot \text{м}}$$

+:  
:

$$37,5 \frac{\text{мкВт}}{\text{К} \cdot \text{м}}$$

-  
:

$$23,8 \frac{\text{мкВт}}{\text{К} \cdot \text{м}}$$

-  
:

$$23,8 \frac{\text{мкВт}}{\text{К} \cdot \text{м}}$$

I:

S: Отметьте правильный ответ Средняя длина свободного пробега молекул кислорода, если коэффициент диффузии при нормальных условиях равен 0,19 см<sup>2</sup>/с (в нм):

-: 100

-: 150

-: 125

+: 134

-: 157

I:

S: Отметьте правильный ответ Поверхностное натяжение ( жидкости плотности (, если разность уровней жидкости в коленях U-образной трубки с диаметрами d1 и d2 равна (h:

-  
:

$$\frac{\rho_g(d_1 - d_2) \cdot \Delta h}{d_1 \cdot d_2}$$

-

:

$$\frac{\rho_g \cdot \Delta h(d_2 - d_1)}{4 \cdot d_1 \cdot d_2}$$

-

:

$$\frac{\rho_g \cdot \Delta h d_1 \cdot d_2}{d_2 \cdot d_1}$$

+:

$$\frac{\rho_g \cdot \Delta h d_1 \cdot d_2}{4(d_1 - d_2)}$$

-

:

$$\frac{\rho_g \cdot \Delta h}{4 d_1 \cdot d_2}$$

I:

S: Отметьте правильный ответ Критическая температура для CO<sub>2</sub> равна 310С. Способ превращения газообразного CO<sub>2</sub> в жидкий при температуре 400С (Р<sub>кр</sub>, V<sub>кр</sub> - параметры критического состояния)

-: Сжимать при Р>Р<sub>кр</sub>

-: сжимать до V<v<sub>кр</sub>

+: превращение невозможно

I:

S: Фазовый переход II рода - переход:

-: с поглощением или выделением скрытой теплоты перехода

-: ферромагнетика в парамагнитное состояние

+: металла в сверхпроводящее состояние

-: графита в алмаз

-: ромбической серы в моноклинную серу

I:

S: Жидкость и газ имеют одинаковые физические свойства при:

-: температуре кипения

-: температуре конденсации

+: критической температуре

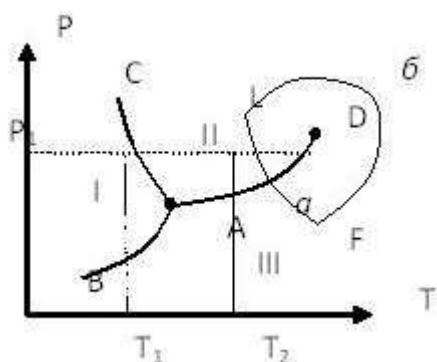
-: температуре фазового перехода I рода

-: температуре инверсии

I:

S: Отметьте правильный ответ:

Вещество нагревают при постоянном Р от температуры Т<sub>1</sub> до Т<sub>2</sub>. Фазовое превращения, которые претерпевает вещество, если Р<sub>1</sub>>Р<sub>тр</sub> (Р<sub>тр</sub> – давление тройной точки):



- +: плавление
- : испарение
- : возгонку
- : плавление и испарение

I:

S: Отметьте правильный ответ Молярная теплоемкость  $C_v$  твердого тела в классической физике выражается формулой ( $R$ -универсальная газовая постоянная):

- +:  $3R$
- :  $4,5R$
- :  $1,5R$
- :  $2R$
- :  $3,5R$

I:

S: Отметьте правильный ответ Отношение длин железного и медного стержней при температуре  $00^\circ\text{C}$ , если разность их длин при любой температуре одна и та же (температурные коэффициенты линейного расширения железа и стали соответственно равны  $1,19 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$  и  $1,67 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ):

- : 1,5
- : 1,0
- : 2,0
- +: 1,4
- : 1,25

I:

S: Отметьте правильный ответ Плотность кристалла  $\text{NaCl}$ , если постоянная кристаллической решетки и молярная масса  $\text{NaCl}$  равны  $a = 5,64 \cdot 10^{-10} \text{ м}$  и  $(= 58 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль})$ , соответственно (в  $\text{кг/м}^3$ ):

- : 1200
- : 350
- : 780
- : 250
- +: 540

### ***Критерии формирования оценок по тестовым заданиям:***

- (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы. Выполнено 90 - 100 % предложенных тестовых заданий;
- (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 70-89 % от общего объема заданных тестовых заданий;
- (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 50 – 69% от общего объема заданных тестовых заданий;
- (2 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 30-49 % от общего объема заданных тестовых заданий.
- (1 балл) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – менее 10-29 % от общего объема заданных тестовых заданий.



### **5.3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации (контролируемая компетенция ОПК-2).**

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 в виде проведения экзамена.

Промежуточная аттестация может проводиться в устной, письменной форме, и в форме тестирования. На промежуточную аттестацию отводится до 30 баллов.

#### **Вопросы по дисциплине на экзамен**

1. Предмет молекулярной физики. Способы задания системы. Методы молекулярной физики.
2. Атомная единица массы. Относительная молекулярная масса. Количество вещества. Молярная масса. Число Авогадро. Агрегатные состояния вещества и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах.
3. Математический аппарат статистической теории идеального газа. Идеальный газ – модель простейшей статистической системы. Случайные события, случайные величины. Вероятность. Плотность вероятности. Функция распределения. Условие нормировки дискретной и непрерывной величин
4. Теорема умножения вероятностей. Теорема сложения вероятностей. Определение вероятности частотной, по времени и по статистическому ансамблю.
5. Среднее значение дискретной случайной величины. Среднее значение непрерывно изменяющейся величины. Теоремы о средних.
6. Дисперсия и флуктуация. Относительная флуктуация.
7. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Равновесное состояние. Методы рассмотрения системы многих частиц: динамический, статистический и термодинамический.
8. Статистический ансамбль системы. Различие микросостояний. Постулаты равновероятности. Среднее по ансамблю. Среднее по времени. Эргодическая гипотеза.
9. Вероятность макросостояния. Формула вероятности макросостояния.
10. Кинетические характеристики молекулярного движения. Столкновение молекул. Сечение процесса упругого рассеяния молекул и его опытное определение.
11. Биноминальное распределение. Предельные формы биномиального распределения. Распределение Пуассона и Гаусса.
12. Функция распределения Максвелла по абсолютному значению скорости. Графическое изображение функций распределения. Нормировка функций.
13. Характерные скорости распределения Максвелла. Средняя арифметическая, средняя квадратичная, наивероятнейшая скорости.
14. Распределение Максвелла в относительных скоростях. Экспериментальная проверка закона распределения молекул по скоростям. (Опыт Штерна, опыт Штерна, Истермана, Симпсона).
15. Распределение Максвелла по проекциям скорости, по кинетической энергии. Графики функций распределения  $f(v_x)$  и  $f(E)$ . Нормировки функций распределения
16. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Атмосфера планет. Вывод барометрической формулы. Распределение Больцмана.
17. Давление. Основное уравнение кинетической теории идеального газа. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Закон Авогадро, закон Дальтона.

18. Температура. Термометрическое тело. Термометрическая величина. Шкалы температур. Термометры.
19. Распределение энергии по степеням свободы. Число степеней свободы молекул. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.
20. Броуновское движение. Теория Эйнштейна-Смолуховского.
21. Диффузия. Закон Фика. Нестационарная диффузия.
22. Стационарная диффузия. Самодиффузия. Взаимная диффузия.
23. Вязкость газов. Сила внутреннего трения газов. Закон Ньютона. Опытное обоснование вязкости газов. Вывод формулы для коэффициентов вязкости. Кинематическая вязкость.
24. Явление теплопроводности в газах. Закон Фурье. Нестационарная теплопроводность.
25. Стационарная теплопроводность газов. Коэффициент теплопроводности. Связь между коэффициентами переноса.
26. Вакуум. Физические явления в разреженных газах. Явление переноса при малых давлениях. Зависимость коэффициентов теплопроводности и вязкости от давления
27. Термодинамические параметры. Элементарная работа. Работа функция процесса. Теплота. Понятие термодинамического равновесия.
28. Средняя длина свободного пробега, среднее число столкновений молекул. Газокинетический диаметр.
29. Внутренняя энергия системы. Внутренняя энергия как функция состояния. Первое начало термодинамики.
30. Теплоемкость системы. Удельная теплоемкость. Молярная теплоемкость. Теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении. Формула Майера. Классическая теория теплоемкости идеальных газов. Показатель адиабаты.
31. Процессы в идеальных газах. Работа при изобарическом, изохорическом и изотермическом процессах.
32. Термодинамические потенциалы (внутренняя энергия, свободная энергия).
33. Термодинамические потенциалы (энтальпия, свободная энтальпия, большой термодинамический потенциал).
34. Обратимые и необратимые процессы. Равновесные и неравновесные процессы. Циклические процессы. Тепловой двигатель и холодильная машина
35. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Показатель адиабаты. Работа при адиабатическом процессе.
36. Опыт Перена по определению постоянной Больцмана и числа Авогадро.
37. Процессы в идеальных газах. Изотермический процесс. Уравнение изотерм. График процесса на плоскостях  $PV$ ,  $PT$ ,  $VT$ . Работа при изотермическом процессе.
38. Политропический процесс. Показатель политропы. Уравнение политропы. Работа при политропическом процессе.
39. Метод циклов. Цикл Карно и его КПД.
40. Первая и вторая теоремы Карно.
41. Второе начало термодинамики. Приведенная теплота неравенство Клаузиуса. Энтропия.
42. Вычисление изменения энтропии идеального газа в изопроцессах. Изменение энтропии при фазовых переходах.
43. Связь энтропии и термодинамической вероятности. Статистический характер второго начала термодинамики. Формула Больцмана для энтропии.
44. Реальные газы. Взаимодействие молекул реального газа. Фазовый переход из газообразного состояния в жидкое. Экспериментальные изотермы реального газа. Бинодаль.
45. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Температурная зависимость плотности газа. Критическая опалесценция.
46. Уравнения Ван-дер-Ваальса. Изотермы Амага. Температура Бойля. Физический смысл параметров входящих в уравнение Ван-дер-Ваальса.

47. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Критические параметры и их взаимосвязь с постоянными уравнения Ван-дер-Ваальса. Критическая опалесценция. Сравнение изотермы Ван-дер-Ваальса с экспериментальной изотермой.
48. Внутренняя энергия реального газа. Адиабатическое расширение газа. Положительный и отрицательный эффект Джоуля-Томсона. Кривая инверсии. Температура инверсии.
49. Сжижение газов. Получение низких температур. Метод противоточного обмена. Метод магнитного охлаждения.
50. Понятие о квантовой теории теплоемкости. Качественное обоснование зависимости теплоемкости молекулярного водорода от температуры.
51. Объемные свойства жидкости. Модель жидкости. Вязкость. Сжимаемость жидкости. Аномалии воды.
52. Уравнения Ван-дер-Ваальса в приведенных параметрах. Закон соответственных состояний.
53. Поверхностные свойства жидкости. Поверхностное натяжение. Свободная поверхностная энергия. Межфазное натяжение.
54. Условия равновесия на границе двух сред. Уравнение Лапласа. Краевой угол смачивания. Капиллярные явления. Поверхностно-активные вещества.
55. Испарение и кипение жидкости. Температура кипения жидкости. Давление насыщенных паров над искривленной поверхностью. Формула Томсона.
56. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Фазовая диаграмма системы жидкость – пар. Метастабильное состояние. Пузырьковая камера. Камера Вильсона.
57. Жидкие растворы. Идеальные растворы. Реальные растворы. Закон Рауля. Закон Генри.
58. Осмотическое давление. Закон Ван-Гоффа. Проявление осмотического давления.
59. Теория “тепловой смерти” Клаузиуса. О границах применимости второго начала термодинамики. Третье начало термодинамики.
60. Сплавы. Диаграммы состояний бинарных систем. Эвтектика.
61. Элементы симметрии кристаллов. Сингонии. Решетки Браве. Изоморфизм и полиморфизм.
62. Реальные кристаллы. Дефекты в кристаллах. Дислокации.
63. Теплоемкость твердых тел. Классическая теория теплоемкости. Закон Дюлонга и Пти. График зависимости теплоемкости от температуры (эксперимент).
64. Теплоемкость твердых тел. Теплоемкость по Эйнштейну.
65. Теплоемкость твердых тел по Дебаю.
66. Фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Фазовые переходы I и II рода. Свойства жидкого гелия.
67. Фазовая диаграмма однокомпонентной системы. Тройная точка.
68. Жидкие кристаллы свойства и применения жидких кристаллов.
69. Абсолютная влажность. Относительная влажность. Особенности кипения растворов.
70. Элементы геометрии кристаллической решетки. Кристаллическое и аморфное состояние вещества. Индексы узлов, направлений и плоскостей в кристаллах. Индексы Миллера
71. Растворы. Твердые растворы. Замещения, внедрения, вычитания. Классификация твердых растворов по способу взаимодействия разнородных частиц.
72. Элементы вакуумной техники. Принцип работы форвакуумного, диффузионного насосов. Манометр Мак Леода. Термоэлектрический манометр. Ионизационный манометр.

#### Задачи по дисциплине

1. Чему равно добавочное давление  $P$  внутри мыльного пузыря с диаметром  $d=0,8$  см, если поверхностное натяжение мыльной воды  $\sigma=40$  дин/см= $40 \cdot 10^{-3}$  Н/м?
2. Чему равна энергия теплового движения  $0,5$  кг двухатомного газа, находящегося под давлением  $P=10^5$  Па и имеющего плотность  $\rho=5$  кг/м<sup>3</sup>?

3. Каково давление смеси газов в колбе объемом 2,5 л, если в ней находится  $10^{15}$  молекул кислорода,  $4 \cdot 10^{15}$  молекул азота и  $3,3 \cdot 10^{-7}$  г аргона? Температура смеси  $150^\circ\text{C}$ .
4. Найти наиболее вероятную скорость  $v_v$ , среднюю  $v$  и среднюю квадратичную скорость  $v_{\text{кв}}$  скорости молекул хлора при температуре  $227^\circ\text{C}$ .
5. Для аргона отношение  $\gamma = C_p/C_v = 1,68$ . Определить давление  $P_2$ , получившееся после адиабатического расширения этого газа от объема  $V_1 = 1$  л до объема  $V_2 = 2$  л, если начальное давление  $P_1 = 1$  атм.
6. Вычислить изменение температуры с изменением давления для плавления льда при нормальных условиях, используя следующие данные: скрытая теплота плавления льда  $336$  Дж/г, удельный объем льда  $1,091$  см<sup>3</sup>/г, удельный объем воды  $1$  см<sup>3</sup>/г.
7. Сколько молекул азота находится в сосуде объемом в 1 л, если температура азота  $27^\circ\text{C}$ , а давление равно  $10^{-6}$  мм. рт. ст.?
8. Сколько молекул находится в одном кубическом сантиметре воздуха при нормальном давлении и температуре  $0^\circ\text{C}$ ?
9. Вычислить среднюю квадратичную скорость теплового движения молекул 1) водорода, 2) азота, 3) кислорода при  $0^\circ\text{C}$ .
10. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекулы кислорода равна таковой же скорости молекул азота при температуре  $100^\circ\text{C}$ ?
11. Идеальный газ сжимают изотермически. Найти зависимость  $\lambda$  и  $z$  от давления.
12. На дне пруда глубиной  $h = 2$  м выделяются пузырьки газа с диаметром  $d_1 = 0,05$  мм. Чему будут равны диаметры  $d_2$  этих пузырьков, когда они поднимутся к поверхности воды? Поверхностное натяжение воды  $\sigma = 73 \cdot 10^{-3}$  Н/м.
13. Сколько столкновений  $z$  за 1 с. испытывает молекула неона при температуре  $600$  К и давлении  $1$  мм. рт. ст., если газокINETический диаметр молекулы неона равен  $d = 2,04 \cdot 10^{-8}$  см?
14. Найти изменение энтропии  $\Delta S$  30 г. льда при превращении его в пар, если начальная температура льда  $-40^\circ\text{C}$ , а температура пара  $100^\circ\text{C}$ . Теплоемкости воды и льда считать постоянными, а все процессы – происходящими при атмосферном давлении. Удельная теплоемкость льда  $c = 2,1$  Дж/г·К.
15. Масса крупной молекулы органического вещества  $m = 10^{-18}$  г. Найти среднюю полную кинетическую энергию теплового движения такой молекулы, взвешенной в воздухе при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Найти также среднюю квадратичную скорость молекулы при этой температуре.
16. Ромбическая сера превращается в моноклинную при  $t = 96,5^\circ\text{C}$ . При атмосферном давлении удельная теплота превращения  $q = 2,2$  кал/г. Скачок удельного объема серы при фазовом превращении  $\Delta V = 0,014$  см<sup>3</sup>/г. Найти смещение  $T$  точки фазового перехода серы при изменении давления на  $P = 1$  атм.
17. Найти КПД цикла Клапейрона, состоящих из двух изотерм 12, 34 и двух изохор 23, 41, с идеальным газом в качестве рабочего тела.
18. Найти изменение внутренней энергии  $\Delta U$  и совершенную работу  $A$  моля двухатомного идеального газа, изобарически расширившегося от объема  $V_1 = 10$  л до объема  $V_2 = 20$  л при давлении  $P = 5$  атм.
19. Найти среднюю квадратичную энергию вращательного движения всех молекул кислорода, содержащихся в 4 г. при температуре  $127^\circ\text{C}$ .
20. Осмотическое давление раствора при температуре  $27^\circ\text{C}$  равно  $0,2$  МПа. Сколько частиц растворенного вещества находится в растворе объемом  $1$  м<sup>3</sup>?

21. Стальной стержень длины  $l=20$  см с площадью поперечного сечения  $S=3$  см<sup>2</sup> нагревается с одного конца до температуры  $t_1=300$  °С, а другим концом упирается в лед. Предполагая, что передача тепла происходит исключительно вдоль стержня (без потерь через стенки), посчитать массу  $m$  льда, растворившегося за время  $\tau=10$  мин. Теплопроводность стали  $0,92$  кал/(с·см·°С).
22. Критическая температура углекислоты ( $\text{CO}_2$ ) равна  $31$ °С, критическое давление  $73$  атм. Определить критический объем  $V_{\text{кр}}$  моля  $\text{CO}_2$ .
23. Для определения поверхностного натяжения воды взвешивают капли, отрывающиеся от капилляра, и измеряют диаметр  $d$  шейки капли в момент отрыва. Оказалось, что масса  $318$  капель воды равна  $5$  г, а  $d=0,7$  мм. Найти поверхностное натяжение воды.
24. Найти плотность  $\rho$  двухатомного кислорода при давлении  $P=50$  атм. и температуре  $t=27$ °С.
25. Как велико поверхностное натяжение  $\sigma$  жидкости, если петля из резинового шнура длиной  $l$  с поперечным сечением  $S$ , положенная на пленку этой поверхности, растянулась в окружность радиуса  $R$  после того, как пленка была проколота внутри петли? Считать, что при малых растяжениях для резины справедлив закон Гука и модуль Юнга резины равен  $E$ .
26. Медный кофейник нагревается на примусе. Вода доведена до кипения и выделяет каждую минуту  $m=2$  г. пара. Толщина дна кофейника  $l=2$  мм, а площадь  $S=300$  см<sup>2</sup>. Определить разность температур  $t_2-t_1$  между внутренней и наружной поверхностями дна кофейника, предполагая, что все дно нагревается равномерно. Теплопроводность меди  $0,92$  кал/(с·см·°С).
27. На какую высоту  $h$  поднимается вода между двумя вертикальными стеклянными пластинками, частично погруженными в эту жидкость, если расстояние между ними  $d=0,5$  мм? Для воды  $\sigma = 73 \cdot 10^5$  Н/м. Краевой угол можно считать равным  $0^\circ$ .
28. Найти температурный коэффициент теплового расширения  $\alpha$  для газа Ван-дер-Ваальса при постоянном давлении.
29. Какую скорость должна иметь свинцовая пуля, чтобы при ударе о стальную плиту она расплавилась? Температура пули  $t_0= 27^\circ$ , удельная теплота плавления свинца  $q=5$  кал/г, удельная теплоемкость свинца  $c=0,03$  кал/(г · °С). Температура плавления свинца  $t_1=327$  °С.
30. Найти изменение внутренней энергии  $\Delta U$  моля двухатомного идеального газа, изобарически, расширившегося от объема  $V_1=10$  л до объема  $V_2=20$  л при давлении  $P=5$  атм.
31. Для аргона отношение  $\gamma=C_p/C_v=1,68$ . Определить давление  $P_2$ , получившееся после адиабатического расширения этого газа от объема  $V_1=1$  л до объема  $V_2=2$  л, если начальное давление  $P_1=1$  атм.
32. Найти среднюю длину свободного пробега  $\lambda$  молекулы кислорода при нормальном давлении, если коэффициент диффузии кислорода при том же давлении и  $0^\circ\text{C}$  равен  $D=0,19$  см<sup>2</sup>/с.
33. Сколько столкновений  $\nu$  происходит каждую секунду в  $1\text{см}^3$  между молекулами кислорода, находящегося при нормальных условиях? Газокинетический диаметр молекулы кислорода  $d=3,1 \cdot 10^{-8}$  см.
34. Найти верхний предел давления  $P$  водорода в сосуде объемом  $V=1$  л, при котором длина свободного пробега молекулы больше размеров сосуда. Газокинетический диаметр водорода  $d=2,2 \cdot 10^{-8}$  см, а температура его  $T=300$  К.
35. Найти КПД цикла, состоящего из двух изотерм и двух изобар, предполагая, что рабочим веществом является идеальный газ.

36. Найти изменение энтропии моля идеального газа при изохорическом, изотермическом и изобарическом процессах.

*Критерии формирования оценок по промежуточной аттестации:*

**«отличный (высокий) уровень компетенции»** (25-30 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, решено 100% задач;

**«хороший (нормальный) уровень компетенции»** (20-24 балла) – получают обучающиеся, которые относительно полно ориентируются в материале, отвечают без затруднений, допускают незначительное количество ошибок. Обучающийся способен к выполнению сложных заданий. Работа выполнена полностью, но имеются не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов. Допускаются незначительные неточности при решении задач, решено 70% задач;

**«удовлетворительный (минимальный пороговый) уровень компетенции»** (15-19 баллов) – получают обучающиеся, у которых недостаточно высок уровень владения материалом. В процессе ответа на экзамене допускаются ошибки и затруднения при изложении материала. Обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач

**«неудовлетворительный (ниже порогового) уровень компетенции»** (менее 15 баллов) – 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. Обучающийся дает неверную оценку ситуации, решено менее 50% задач

**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 30 –баллов).

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из составляющих, указанных в «Положении о рейтинговой системе КБГУ». В течение учебного процесса студент обязан отчитаться по теоретическому материалу и практическим занятиям: опросы, индивидуальные задания. (по желанию автора при необходимости)

Общий балл текущего и рубежного контроля складывается из следующих составляющих приложение 2.

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

**Критерии оценки качества освоения дисциплины (Приложение 3)**

Критерием оценки уровня сформированности компетенций в рамках учебной дисциплины является экзамен.

В период подготовки к экзамену студенты вновь обращаются к учебно-

методическому материалу и закрепляют промежуточные знания.

Подготовка обучающегося к экзамену включает три этапа:

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

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

На экзамен выносится материал в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в письменной / устной форме.

При проведении экзамена в письменной (устной) форме ведущий преподаватель составляет экзаменационные билеты, которые могут включать в себя: тестовые задания; теоретические вопросы; задачи или ситуации. Формулировка теоретических заданий совпадает с формулировкой перечня вопросов на экзамен, доведенных до сведения студентов. Содержание вопросов одного билета относится к различным разделам программы с тем, чтобы более полно охватить материал учебной дисциплины.

В аудитории, где проводится устный экзамен, должно одновременно находиться не более десяти студентов на одного преподавателя. На подготовку ответа на билет отводится 40 минут.

При проведении письменного зачета на работу отводится до 60 минут.

Результат устного или письменного экзамена выражается баллами.

Типовые задания, обеспечивающие формирование компетенции ОПК-2 представлены в таблице 7.

**Таблица 7. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке**

Наименование компетенции	Индикаторы достижений	Основные показатели оценки результатов обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-2:</b> Способен проводить научные исследования физических и живых объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<b>ОПК-2.1:</b> Составляет отчеты по научно-исследовательской деятельности, включая анализ и обработку экспериментальных результатов	<b>Знать:</b> - основные понятия, законы и модели молекулярно-кинетической теории строения вещества; - теоретические основы молекулярной физики (термодинамики и статистической физики); - основные физические величины и константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; - назначение, устройство и принципы действия измерительных приборов.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска -раздел 5.1.); Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты -раздел 5.2.); Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3.)
		<b>Уметь:</b> - использовать принципы, методы и законы молекулярной	Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для

		<p>физики для исследования и объяснения явлений;</p> <p>- работать с приборами и оборудованием в физической лаборатории;</p> <p>- использовать различные методики измерений и обработки экспериментальных данных.</p>	<p>допуска -раздел 5.1.);</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты -раздел 5.2.);</p> <p>Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3.)</p>
		<p><b>Владеть:</b></p> <p>- методами поиска и обработки информации по вопросам курса;</p> <p>- методами проведения измерений;</p> <p>- методами анализа теоретических и экспериментальных результатов и корректной оценки погрешности при проведении физического эксперимента.</p>	<p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска -раздел 5.1.);</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты -раздел 5.2.);</p> <p>Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3.)</p>
	<p><b>ОПК-2.2:</b> Способен представлять результаты исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций</p>	<p>Знать - экспериментальные, теоретические и компьютерные методы исследований;</p> <p>- современное состояние, теоретические работы и результаты экспериментов в объеме дисциплины.</p>	<p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска -раздел 5.1.);</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты -раздел 5.2.);</p> <p>Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3.)</p>
		<p><b>Уметь:</b></p> <p>- представлять результаты исследовательской деятельности на научных конференциях в рамках данной дисциплины;</p> <p>- решать задачи по основным разделам курса;</p> <p>- излагать основные концепции</p>	<p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска -раздел 5.1.);</p> <p>Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты -раздел 5.2.);</p> <p>Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3.)</p>



		молекулярной физики.	материалы к зачету (раздел 5.3.)
		<b>Владеть:</b> - знаниями проводить расчеты и формулировать выводы с использованием размерностей основных и производных физических величин; - методами сравнительного анализа теоретических данных и экспериментальных результатов при выполнении расчетов для научных работ.	Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для допуска -раздел 5.1.); Типовые оценочные материалы для устного опроса (вопросы для защиты -раздел 5.2.); Типовые оценочные материалы к зачету (раздел 5.3.)

<b>ПКС-3.1</b> Способен преподавать физику в средней школе и специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения	<b>Знать:</b> методику преподавания школьного курса физики для решения задач по молекулярной физике на уровне, достаточном для преподавания физики в средней школе и специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые тестовые задания (раздел 5.2.3.); типовые оценочные материалы к экзамену (разделы 5.3.1.-5.3.3.)
	<b>Умеет:</b> излагать законы молекулярной физики на уровне школьного курса физики и обучать решать задачи школьного уровня. Умеет преподавать физику в средней школе и специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые задачи на рейтинг (раздел 5.2.2.); типовые оценочные материалы к контрольной работе (раздел 5.2.1.)
	<b>Владеет:</b> методикой преподавания курса молекулярной физики в средней школе и специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения	Типовые оценочные материалы для устного опроса (раздел 5.1.1.); типовые тестовые задания (раздел 5.2.3.); типовые оценочные материалы к экзамену (разделы 5.3.1.-5.3.3.)

Таким образом, выполнение типовых заданий, представленных в разделе 5 «Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации» позволит критично, оценить способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-2).

## **7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### *7.1. Нормативно-законодательные акты*

1. Приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 №891 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика (уровень бакалавриата)" (Зарегистрировано в Минюсте России 24.08.2020 № 59412).

### *7.2. Основная литература*

1. Никеров В.А. Физика для вузов: Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: учебник/ Никеров В.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Дашков и К, 2019.— 136 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/85196.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Кузьмичева В.А. Курс лекций по общей физике. Часть I. Молекулярная физика и молекулярная физика [Электронный ресурс]/ Кузьмичева В.А., Пономорев О.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2016.— 107 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65845.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Молекулярная физика и молекулярная физика [Электронный ресурс]: практикум/ И.А. Лыков [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 104 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66554.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Корзун И.Н. Молекулярная физика. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Корзун И.Н.— Электрон. текстовые данные.— Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2014.— 92 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58713.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### *7.3. Дополнительная литература*

1. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. М. Наука. 1976.
2. Матвеев А. Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа. 1987.
3. Гинзбург ВЛ., Левин Л.М., Сивухин Д.В., Яковлев И. А. (Под ред. Д.В. Сивухина). Сборник задач по общему курсу физики. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1988.
4. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике учебное пособие 4-ое издание М.: Высшая школа, 1981.
5. Ф. Рейф. Статистическая физика. Берклеевский курс физики. Т.5.М.: Наука, 1986.
6. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Вып.4. Кинетика. Теплота. Звук. М. Мир.1977.
7. Р.В.Поль. Молекулярная физика, акустика и учение о теплоте. М.: Наука. 1971.
8. И.В.Савельев. Курс общей физики. Т.1. . М.: Наука, 1986.
9. Касандрова О.Н., Матвеев А.Н., Попов В.В. /под общей ред. А.Н. Матвеева. Методика решения задач по молекулярной физике. М.: изд-во МГУ. 1982.
10. Белонучкин В.Е., Заикин Д.А., Ципенюк Ю.М. Курс общей физики. Основы физики. Учеб. пособие: для вузов. В2 т. Т.2. Квантовая и статистическая физика. Термодинамика /Под ред. Ю.М. Пипенюка.-2-е изд.,испр.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.-608 с. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
11. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учеб.пособие: Для вузов. В 5 т. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика.-5-е изд., испр.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006.-544 с. [www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

12. Молекулярная физика и термодинамика.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. -208 с.  
[www/studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru).
13. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: уч. пособ. Для вузов. 8-е изд.- М.:БИНОМ.Лаборатория знаний. 2010.-431 с.
14. И.Е. Иродов. Физика макросистем. Основные законы: учебное пособие.-4у изд.-М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.-207 с.
15. Кондратьев А.С., Райгородский П.А. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетике. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2010.
16. Шебзухова И.Г., Апеков А.М., Дедков Г.В. Молекулярная физика. Задачник-практикум по общей физике. Часть 1. Учебное пособие - Нальчик: КБГУ, 2012. – 79 с.
17. Шебзухова И.Г., Апеков А.М. Молекулярная физика. Задачник-практикум по общей физике. Часть 2. Учебное пособие - Нальчик: КБГУ, 2017. – 120 с.

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

Отдельные статьи по данной дисциплине опубликованы в различных физических журналах.

#### 7.5. Электронные источники информации (Интернет-ресурсы)

<http://elibrary.ru>  
[www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)  
<http://www.mathnet.ru>  
<http://www.iprbookshop.ru>  
[www.ufn.ru](http://www.ufn.ru)  
<http://lib.kbsu.ru>  
<http://www.scopus.com>  
<http://www.isiknowledge.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 <b>12,5 тыс.</b> журналов	<a href="http://www.isiknowledge.com/">http://www.isiknowledge.com/</a>	Компания <a href="http://www.thomson.com">Thomson Reuters</a> <b>Сублицензионный договор</b> № WoS/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ

2.	<b>Sciverse Scopus</b> издательства «Эльзевир. Наука и технологии»	Реферативная и аналитическая база данных, содержащая 21.000 рецензируемых журналов; 100.000 книг; 370 книжный серий (продолжающихся изданий); 6,8 млн. докладов из трудов конференций	<a href="http://www.scopus.com">http://www.scopus.com</a>	Издательство «Elsevier. Наука и технологии» <b>Сублицензионный договор</b> № Scopus/592 от 05.09.2019 г. Активен до 31.12.2021г.	Доступ по IP-адресам КБГУ
3.	<b>Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ)</b>	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	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ»	Полный доступ
4.	<b>База данных Science Index (РИНЦ)</b>	Национальная информационно- аналитическая система, аккумулирующая более 6 миллионов публикаций российских авторов, а также информацию об их цитировании из более 4500 российских журналов.	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	ООО «НЭБ» Лицензионный договор Science Index №SIO-741/2021 от 12.07.2021 г. Активен до 01.08.2022г.	Авторизова нный доступ. Позволяет дополнять и уточнять сведения о публикация х ученых КБГУ, имеющихся в РИНЦ
5.	<b>ЭБС «Консультант студента»</b>	13800 изданий по всем областям знаний, включает более чем 12000 учебников и учебных пособий для ВО и СПО, 864 наименований журналов и 917 монографий.	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a> <a href="http://www.medcollegelib.ru">http://www.medcollegelib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор</b> <b>№310СЛ/08-2021</b> От 30.09.2021 г. Активен до 30.09.2022г.	Полный доступ (регистраци я по IP- адресам КБГУ)

6.	«Электронная библиотека технического вуза» (ЭБС «Консультант студента»)	Коллекция «Медицина (ВО) ГЭОТАР-Медиа. Books in English (книги на английском языке)»	<a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>	ООО «Политехресурс» (г. Москва) <b>Договор №288СЛ/04-2021</b> 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.	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>	ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) <b>Договор №12ЕП/223</b> 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	<a href="https://нэб.рф">https://нэб.рф</a>	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.	<a href="http://iprbookshop.ru/">http://iprbookshop.ru/</a>	ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Саратов) <b>Договор №7821/21</b> 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.	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>	ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) <b>Договор №192/ЕП-223</b> От 29.10.2021 г. Активен до 31.10.2022 г.	Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ)
11.	Polpred.com.	Обзор СМИ России	<a href="http://polpred.co">http://polpred.co</a>	ООО «Полпред	Доступ по

	<b>Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье</b>	и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям	<a href="#">m</a>	справочники» Безвозмездно (без официального договора)	IP-адресам КБГУ
12.	<b>Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина</b>	Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib .ru</a>	ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) <b>Соглашение от 15.11.2016г.</b> Сроком на 5 лет (с дальнейшей пролонгацией)	Авторизова нный доступ из библиотеки (ауд. №214)

*7.6. Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы*

Учебная работа по дисциплине состоит из контактной работы (лекции, практические занятия) и самостоятельной работы. Соотношение лекционных, семинарских, лабораторных и практических занятий к общему количеству часов соответствует учебному плану Направления 03.03.02 – Физика, профиль «Медицинская физика».

Для подготовки к семинарским занятиям необходимо рассмотреть контрольные вопросы, при необходимости обратиться к рекомендуемой литературе, записать непонятные моменты в вопросах для уяснения их на предстоящем занятии.

*Методические указания к лекционным и практическим занятиям*

В систему средств обучения дисциплины «Молекулярная физика» входят учебники, учебные пособия, курс лекций, программное и компьютерное обеспечение, образующие единую комплексную среду, позволяющую достигать поставленных целей обучения.

Основные компоненты системы средств обучения дисциплины: учебники, учебные и учебно-методические пособия по разделам дисциплины. Программные материалы для поддержки преподавания, используемые в процессе самостоятельной работы студентов, учебное программное обеспечение (электронный учебник, компьютерные тесты и др.).

Средства телекоммуникаций (в процессе самостоятельной работы студентов), обеспечивающие доступность информации для студентов, вовлеченность их в учебное взаимодействие, использование ресурсов локальной сети КБГУ и Интернет.

Компьютерные классы Института физики и математики, электронные залы библиотеки и Интернет-центра КБГУ.

Организационными формами проведения аудиторных занятий по дисциплине являются лекции, практические занятия.

Основная дидактическая цель лекции - формирование ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала. Лекция выполняет научные, воспитательные и мировоззренческие функции, являются методологической и организационной основой для самостоятельных занятий, раскрывает понятийный аппарат дисциплины, проблемы, логику, дают цельное представление о предмете, показывая его место в системе науки, связь с родственными дисциплинами, пробуждает интерес к предмету, развивает профессиональные интересы.

Содержание лекций устанавливается на основе рабочей программы дисциплины. Конкретное содержание лекций включает освещение задач, методов и успехов науки, освещение путей научных изысканий, анализ исторических явлений; критику и научную оценку состояния теории и практики.

В лекциях преподаватель, наряду с систематическим изложением фундаментальных основ науки, высказывает свои научные идеи, свое отношение к предмету изучения, свое творческое понимание его сущности и перспектив развития. Подготовка к лекции требует самого тщательного отбора материала, привлечения ярких и выразительных примеров. От лекции требуется также, чтобы она возбуждала и направляла самостоятельную мыслительную деятельность студентов, формировала их мировоззрение.

На лекции от преподавателя требуется в дополнение к знаниям и профессиональному опыту широкая эрудиция, логика аргументации, увлеченность своей областью знаний и внутренняя потребность зажечь ею своих младших коллег - студентов. А это значит, что лектору необходимо воздействовать не только на разум, но и на чувства своих слушателей.

Каждая лекция требует такого построения, чтобы студенты могли конспектировать ее в виде четко ограниченных, последовательных и взаимосвязанных положений, тезисов с выводами и заключениями. Все отдельные лекции лекционного курса требуют, поэтому взаимосвязи, последовательности и единства цели. Существенно важной является связь лекционного материала с другими курсами и видами обучения.

На вводной лекции устанавливается связь лекционного материала с учебниками и учебными пособиями. Форма изложения определяется индивидуальными особенностями, методической подготовленностью, педагогической квалификацией преподавателя, а также содержанием и задачами лекции, наличием наглядных пособий, степенью подготовленности студентов. На заключительной лекции подводятся итоги работы по всему курсу, внимание студентов обращают на практическую реализацию полученных знаний, рекомендуют литературу для дальнейшего изучения различных проблем в данной области науки.

Методически лекция должна быть на современном уровне науки, иметь законченный характер освещения определенной темы, обладать силой логической аргументации, содержать хорошо продуманные иллюстрированные примеры, давать направление для самостоятельной работы студентов; быть доступной для восприятия соответствующей аудитории.

Под доступностью лекции понимается обращение к границе высших интеллектуальных возможностей студентов. Лектору не следует ориентироваться как на слабо подготовленных студентов, так и на особо одаренных студентов. Ориентиром должны быть студенты, успевающие по данному предмету, представляющие основной состав лекционных потоков.

Педагогическая эффективность лекций, по данному курсу усиливается на практических занятиях.

Преподаватель должен проводить занятия в подготовленной для этого аудитории. Он должен быть подготовлен к занятию, иметь план или конспект лекций.

В лекционной аудитории преподаватель должен пользоваться доской для изложения материала, описания схем, рисунков, таблиц. По возможности необходимо использование наглядных пособий и аудиовизуальных средств, ИКТ.

Преподаватель должен быть дружелюбен к студентам. Он должен быть требовательным не только к студентам, но и к самому себе, тем самым завоевывая у студентов авторитет и уважение.

Материал должен логически последовательно излагаться и содержать элементы новизны. Речь должна быть правильной и точной. Темп чтения лекции должен быть естественным. Лектор должен помочь студентам понять логику построения конкретного учебного материала, выделять главное и обращать внимание студентов на физический смысл получаемых результатов и физических величин.

Преподаватель должен:

- предоставить студентам источники дополнительной информации по дисциплине, литературу целесообразно делить на основную и дополнительную;
- поощрять вопросы от студентов и грамотно отвечать на эти вопросы.
- работать над углублением и закреплением лекционного материала, получением студентами умений и навыков, предусмотренных учебной программой.

Перед тем, как начать решение задач на практическом занятии в аудитории, необходимо провести опрос по данной теме, выписать со студентами на доске необходимые формулы, разъяснить их суть, размерности величин, и только затем начинать решение задач. Особое внимание следует уделить физическому смыслу и размерности полученных результатов.

#### *Методические указания к самостоятельной работе студентов*

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной повседневной работы. Изучение дисциплины следует начинать с проработки программы дисциплины, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию курса, работе с конспектом лекций, учебными пособиями по дисциплине. Необходимо просмотреть конспект (учебники, пособия, демонстрационные примеры и т.д.) сразу после занятий, отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, нужно сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции (практическом занятии). Регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Самостоятельная работа студента (СРС) при прохождении дисциплины должна занимать одно из ведущих мест в учебной деятельности студентов. Она должна быть осознана студентами как свободная по выбору, внутренне мотивированная деятельность. Наличие самостоятельной работы студентов является одним из важнейших средств формирования способностей самостоятельно добывать, перерабатывать и практически применять знания. В результате происходит ограничение объясняющей функции преподавателя, переход от описательного объяснения к доказательному, формирование творческого мышления. Самостоятельная работа предполагает осознание цели своей деятельности, принятие учебной задачи, придание ей личного смысла, самоорганизацию в распределении учебных действий во времени, самоконтроль в их выполнении и др.

Самостоятельная работа студентов при прохождении дисциплины имеет целью выработать у студентов навыки анализа любой предметной области, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

Необходимо перевести студента из пассивного потребителя знаний в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. Самостоятельная работа студентов является не просто важной формой образовательного процесса, а должна стать его основой.

В организации самостоятельной работы студентов должны сочетаться два основных направления:

- самостоятельная работа в процессе лекционных и практических занятий, опирающаяся на использование методик и форм, способных обеспечить высокий уровень самостоятельности студентов и улучшение качества подготовки;
- самостоятельная работа во внеаудиторное время, основная цель которой - научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, сформировать у студента собственное мнение при решении поставленных проблемных вопросов и задач.

Для самостоятельной работы студентам предлагаются учебные пособия к практическим занятиям.

В процессе самостоятельной работы студентам рекомендуется активно работать с имеющимися в библиотеке КБГУ учебниками и учебными пособиями, как бумажными, так и электронными. Поскольку основная задача дисциплины, как и любой другой дисциплины, заключается в формировании специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности, необходимо перевести студента из пассивного потребителя



знаний в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. Самостоятельная работа студентов должна стать основой образовательного процесса.

Главное в стратегической линии организации самостоятельной работы студентов при прохождении дисциплины заключается не в оптимизации ее отдельных видов, а в создании условий высокой активности, самостоятельности и ответственности студентов в аудитории и вне ее в ходе всех видов учебной деятельности.

В общем случае возможны два основных направления построения учебного процесса на основе самостоятельной работы студентов.

Первый - это увеличение роли самостоятельной работы в процессе лекционных, практических занятий. Второй - повышение активности студентов по всем направлениям самостоятельной работы во внеаудиторное время. Решающая роль в организации СРС принадлежит преподавателю, который должен работать не со студентом «вообще», а с конкретной личностью, с ее сильными и слабыми сторонами, индивидуальными способностями и наклонностями.

Чтобы развить положительное отношение студентов к внеаудиторной СРС, следует на каждом ее этапе разъяснять цели работы, контролировать понимание этих целей студентами, постепенно формируя у них умение самостоятельной постановки задачи и выбора цели.

Выполнение короткой (5 мин.) самостоятельной работы на лекции с проверкой результатов преподавателем приучает студентов более глубоко усваивать изучаемый материал, меняет у студентов отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета трудно рассчитывать на успех в решении задачи. Это улучшает посещаемость лекционных и практических занятий.

Разработка комплекса методического обеспечения учебного процесса по дисциплине является важнейшим условием эффективности самостоятельной работы студентов. К такому комплексу относятся тексты лекций, учебники и учебные пособия, материалы для компьютерного тестового контроля. Это позволяет организовать проблемное обучение, в котором студент является равноправным участником учебного процесса.

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. При прохождении дисциплины используются следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов в начале прохождения дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекционных, практических занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины
- при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде экзамена.

### ***Методические рекомендации по изучению дисциплины для обучающихся***

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной литературы. Необходимо уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий, занести в свою рабочую тетрадь темы и сроки проведения семинаров, написания учебных и творческих работ. При изучении дисциплины студенты: изучают рекомендованную учебную и научную литературу; пишут контрольные работы, готовят домашнее задание и сообщения к практическим занятиям; выполняют самостоятельную работу, участвуют при проведении 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 студентов. Студент для полного освоения материала не должен пропускать занятия и активно участвовать в учебном процессе. Лекции включают все темы в соответствии с программой подготовки по данной дисциплине. Для максимальной эффективности изучения необходимо постоянно вести конспект лекций, знать рекомендуемую преподавателем литературу, позволяющую дополнить знания и лучше подготовиться к семинарским занятиям.

В соответствии с учебным планом на каждую тему выделено необходимое количество часов семинарских занятий, которые проводятся в соответствии с вопросами, рекомендованными к изучению по темам дисциплины. Студенты 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***

Во время лекционных занятий необходимо 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, категории и законы. Остальное должно быть записано своими словами.

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

### ***Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям***

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

В ходе практических работ студенты воспринимают и осмысливают новый учебный материал. Практические занятия носят систематический характер, регулярно следуя за каждой лекцией или двумя-тремя лекциями.

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 семинарах студенты учатся грамотно излагать проблемы, свободно высказывать свои мысли и суждения, рассматривают ситуации, способствующие развитию профессиональной компетентности. Следует иметь в виду, что подготовка к семинару зависит от формы, места проведения семинара, конкретных заданий и поручений.

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы***

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа студентов направлена на приобретение студентом новых для него знаний и умений без непосредственного участия преподавателей.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

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;
- самоорганизующую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

В рамках курса выполняются следующие виды самостоятельной работы:

1. Конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
2. Проработка учебного материала (по конспектам, учебной и научной литературе);
3. Выполнение разноуровневых задач и заданий;
4. Работа с тестами и вопросами для самопроверки;
5. 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.

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 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. 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.

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.

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.

## **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.

При проведении занятий лекционного/ семинарского типа занятий используются:

#### **лицензионное программное обеспечение:**

- Продукты Microsoft (Desktop Education ALNG 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 (ауд. 145 ГК). 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 невизуального 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 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 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 «Молекулярная физика»  
по направлению подготовки 03.03.02 Физика,  
Профиль: «Медицинская физика» на 2021-2022 учебный год

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Теоретической и экспериментальной физики

Протокол № \_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/ М.Х. Хоконов /  
подпись Ф.И.О.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Приложение 2.

*Распределение контрольных мероприятий по рейтинговой системе оценки успеваемости обучения*

№	Контрольные мероприятия	Максимальный балл	Распределение по контрольным точкам
1.	Посещение занятий	10	1 точка – 3 2 точка – 3 3 точка – 4
2.	Коллоквиум	12	1 точка – 4 2 точка – 4 3 точка – 4
3.	Тестирование	15	1 точка – 5 2 точка – 5 3 точка – 5
4.	Практические занятия, контрольная работа, реферат (иные формы)	24	1 точка – 8 2 точка – 8 3 точка – 8
5.	<b>ИТОГО</b>	<b>70</b>	<b>1 точка – 23</b> <b>2 точка – 23</b> <b>3 точка – 24</b>



### Приложение 3.

#### Текущий и рубежный контроль

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	56-70 баллов
2	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 и защита 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)
2	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. При решении задач обучающийся	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	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	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 формулы при решении задач, решено 100% задач

	допускает грубые ошибки, дает неверную оценку ситуации и решено менее 50 % задач.	текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Обучающийся затрудняется с правильной оценкой предложенной задачи, дает неполный ответ, решено 55% задач.	на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос. При решении задач обучающийся показывает твердые знания материала, грамотно его излагает, но допускает незначительные неточности в процессе решения задач, решено 70% задач	
--	---	---	--	--