

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ»**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Молекулярная физика»
Направление 03.03.02 - «Физика»
Профиль подготовки - «Общая физика»
Форма подготовки – очная
Уровень подготовки – бакалавр**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 07.08.2020г. №891.

При разработке рабочей программы учитываются

- требования работодателей, профессиональных стандартов по направлению (для общепрофессиональных и профессиональных дисциплин);
- содержание программ дисциплин, изучаемых на предыдущих и последующих этапах обучения;
- новейшие достижения в данной предметной области.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математики и физики, протокол № 1 от 28 августа 2024г.

Рабочая программа утверждена УМС Естественного факультета, протокол № 1 от 29 августа 2024г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом Естественного факультета, протокол № 1 от 30.08.2024г.

Заведующий кафедрой к.ф.-м.н., доцент



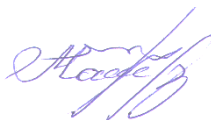
Гулбоев Б.Дж.

Зам. председатель УМС факультета



Халимов И.И.

Разработчик: к.ф.-м.н., доцент



Махмадбегов Р.С.

Разработчик от организации:



Акдодов Д.М.

Расписание занятий дисциплины

Таблица 1

Ф.И.О. преподавателя	Аудиторные занятия			Приём СРС	Место работы преподават еля
	лекция	Практические занятия (КСР, лаб.)	Лаборатор ная занятия		
Махмадбегов Р.С.					ЕНФ, РТСУ

1. ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ТРЕБОВАНИИ К ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели изучения дисциплины

Курс «Молекулярная физика» является составной частью курса общей физики – основного в общей системе современной подготовки физиков профессионалов. Главной задачей курса является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение всех разделов физики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специальных курсов. В связи с этим формулируются главные требования, предъявляемые к дисциплине "Молекулярная физика". Первое из них заключается в мировоззренческой и методологической направленности курса. Необходимо сформировать у студентов единую, стройную, логически непротиворечивую физическую картину окружающего нас мира природы. Создание такой картины происходит поэтапно, путем обобщения экспериментальных данных и на их основе производится построение моделей наблюдаемых явлений, со строгим обоснованием приближений и рамок, в которых эти модели действуют. Во вторых, в рамках единого подхода классической (до квантовой) физики необходимо рассмотреть все основные явления и процессы происходящие в природе, установить связь между ними, вывести основные законы и получить их выражение в виде математических уравнений. При этом нельзя ограничиваться чисто понятийными понятиями, а необходимо научить студентов количественно решать конкретные задачи в рамках принятых приближений. По мере необходимости, в курсе вводятся некоторые элементы релятивизма, статистически-вероятностных методов, квантовых представлений, которые потом конкретизируются и уточняются в курсах теоретической физики. В-третьих, необходимо научить студентов основам постановки и проведения физического эксперимента с последующим анализом и оценкой полученных результатов.

Программа курса разработана в соответствие с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 03.03.02 "Физика".

1.2. Задачи изучения дисциплины

Главной задачей курса «Молекулярная физика», является расширение фундаментальной базы физических знаний студентов, на основе которой в дальнейшем можно развивать более глубокое и детализированное изучение всех разделов физики в рамках цикла курсов по общей физики. Достижение поставленной цели осуществляется путем решения следующих основных задач:

- ознакомление студентов с основными принципами и законами молекулярной физики и их математическим выражением;
- изучение сущности физических явлений и процессов, методов их наблюдения и экспериментального исследования;
- формирование умения правильно выражать физические идеи, количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин;
- приобретение практических навыков количественно формулировать и решать задачи молекулярной физики, оценивать порядки и размерность физических величин, навыков

экспериментальной работы в части измерения физических величин, простейшей обработки результатов эксперимента и обращения с основными физическими приборами;

- развитие у студентов представления о роли физики в системе естественных наук и путях решения прикладных вопросов на основе физических законов и методов.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины «Молекулярная физика», направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности:

Таблица 1.

Коды компетенции	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Вид оценочного средства
ОПК-3	Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные определения и понятия общей и теоретической физики; – основные формулы и законы общей и теоретической физики; – основные методы решения задач общей и теоретической физики <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – решать задачи на применение формул общей и теоретической физики; – применять методы общей и теоретической физики; – использовать формулы общей и теоретической физики в задачах химической физики <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками решения задач общей и теоретической физики; – навыками анализа и исследования физических моделей физики; – навыками использования методов общей и теоретической физики для решения задач физики 	<p>Выступление</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Дискуссия</p>
ПК-1	Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные определения и понятия физики, основные формулы и законы физики, основные методы решения прикладных задач; – методы анализа свойств физических систем разного уровня организации <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять знания в области классической и квантовой механики, термодинамики, электромагнетизма, оптики для анализа физических явлений и процессов в сложных системах; – решать задачи на применение формул, выводить формулы, 	<p>Выступление</p> <p>Коллоквиум</p>

		<p>использовать формулы в прикладных задачах и расчетах</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками решения задач по физики, навыками решения задач по физики, навыками анализа и исследования математических моделей физики, навыками использования математических методов для решения прикладных задач; – навыками использования специализированных методов решения задач физики конденсированного состояния и междисциплинарных задач 	<p>Дискуссия</p>
ПК-2	<p>Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – изучаемые в исследовательской работе физические закономерности, основные допущения, принятые в работе, границы применимости физических закономерностей; – методы экспериментальных исследований в физике, возможности и области использования аппаратуры и оборудования для выполнения физических исследований <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять физические приборы при выполнении научно-исследовательской работы, анализировать причины погрешностей в измерениях, объяснить влияние условий эксперимента на погрешности в измерениях; – осуществлять выбор оборудования и методик для решения конкретных задач, эксплуатировать современную физическую аппаратуру и оборудование <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками работы с физическими приборами, навыками работы справочной, учебной и научной литературой, навыками применения компьютерных программ при выполнении расчётов, построении графиков и анализе полученных в эксперименте зависимостей; – методами компьютерного моделирования различных фи- 	<p>Выступление</p> <p>Коллоквиум</p> <p>Дискуссия</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

2.1. Дисциплина «Молекулярная физика» является обязательной частью профессионального цикла **Б1.О.33** учебного плана, изучается в 2-ом семестре. При освоении данной дисциплины необходимы умения и готовность («входные» знания) обучающегося по дисциплине физики из средней школы.

2.2. К исходным требованиям, необходимым для изучения дисциплины «Общей курс физики (механика)» относятся знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин естественного направления.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КРИТЕРИИ НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единицы, всего 144 часов, из которых: лекции – 32 часов (2 семестр), практические занятия – 16 часов (2 семестр), лабораторная работа – 0 часов (2 семестр), КСР – 16 часов (2 семестр), самостоятельная работа – 80 часов, всего часов аудиторной нагрузки – 64 часов. Экзамен – 2-ой семестр.

3.1. Структура и содержание теоретической части курса (32ч).

Тема 1. Введение. – 2 часа.

(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)

Тема 2. Статистический подход к описанию молекулярных явлений. – 2 часа.

(Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Элементы теории вероятностей: понятие случайного события, достоверные и невозможные события, противоположные события. Случайные величины: дискретные и непрерывные. Вероятность и плотность вероятности случайного события. Сложение вероятностей взаимно исключающих событий, нормировка вероятности, независимые события, умножение вероятностей, средние значения дискретно и непрерывно изменяющихся величин, математическое ожидание, дисперсия. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная среда. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия).

Тема 3. Идеальный газ. – 2 часа.

(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 флуктуаций.)

Тема 4. Распределение молекул газа по скоростям. – 2 часа.

(Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул: наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа. Распределение молекул по компонентам скоростей. Частота ударов молекул о стенку. Число молекул в различных участках распределения Максвелла. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.)

Тема 5. Кинематические характеристики молекулярного движения. – 2 часа.

(Столкновения 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.)

Тема 6. Давление и температура. – 2 часа.

(Молекулярная теория давления идеального газа. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона - Менделеева). Закон Дальтона. Закон Авогадро. Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение

Больцмана. Барометрическая формула. Атмосфера планет. Опыты Перрена по определению постоянной Больцмана (числа Авогадро). Распределение Максвелла – Больцмана.)

Тема 7. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. – 2 часа.

(Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы. Понятие функции состояния. Термодинамическое определение внутренней энергии. Теплота и работа.)

Тема 8. Первое начало термодинамики. – 2 часа.

(Первое начало термодинамики. Теплоёмкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Экспериментальная зависимость C_v идеального газа от температуры. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи: изотермический, изохорический, изобарический, адиабатический. Работа в этих процессах.)

Тема 9. Циклические процессы. – 2 часа.

(Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина. Цикл Карно и его КПД.)

Тема 10. Второе начало термодинамики. – 2 часа.

(Две теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур и её тождественность идеальноегазовой шкале. Нестандартные единицы измерения температуры. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики. Формулировка Клаузиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.)

Тема 11. Понятие энтропии термодинамической системы. – 2 часа.

(Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Теорема Нерста. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики.)

Тема 12. Реальные газы и жидкости. – 2 часа.

(Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда-Джонса. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и экспериментальные изотермы реального газа. Критическое состояние. Закон соответственных состояний. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля-Томсона и температура инверсии. Методы получения низких температур)

Тема 13. Жидкости. Поверхностные явления в жидкостях. – 2 часа.

(Общее описание, элементы теории Френкеля. Ближний порядок. Поверхностная свободная энергия и коэффициент поверхностного натяжения. Давление под θ искривленной поверхностью жидкости: формула Лапласа. Смачивание, краевые углы, капиллярные явления. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности)

Тема 14. Твердые тела. – 2 часа.

(Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Кристаллические решетки; понятие симметрии и анизотропии. Дислокации. Изоморфизм и полиморфизм. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости. Понятие о жидких кристаллах.)

Тема 15. Фазовые превращения. – 2 часа.

(Фазы и фазовое равновесие. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Диаграммы состояний. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах.)

Тема 16. Явления переноса. – 2 часа.

(Макроскопические явления переноса. 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. Связь между коэффициентами переноса и их зависимость от температуры и плотности. Особенности процессов переноса в жидких и твердых телах.)

3.2. Структура и содержание практической части курса (16ч).

Цель практических занятий – способствовать лучшему усвоению и закреплению теоретических знаний, полученных из лекционного курса и изучения литературы.

Практические занятия состоят из трех частей — вводной, основной и заключительной.

Вводная часть занятия содержит формулировку его цели, ответы на вопросы студентов по домашнему заданию, контроль его выполнения в любой форме и обсуждение понятий, утверждений и методов, знание которых необходимо для продуктивной работы на занятии.

Основная часть занятия включает в себя обсуждение типовых задач по теме занятия, методов и их решения, а также самостоятельное решение задач под руководством и при необходимой помощи преподавателя. В основную часть занятия входит также обучение студентов умению проверять, анализировать и интерпретировать полученные результаты.

Заключительная часть занятия содержит анализ тех знаний и умений, которые осваивались на занятии и должны быть закреплены при выполнении домашнего задания. Полезно также обсудить, при изучении, каких разделов данного курса и других дисциплин эти знания и умения будут необходимы. Выдача заданий для самостоятельной работы студентов и подробные рекомендации по его выполнению.

Занятие 1. Начальные понятия молекулярной физики. Основные понятия теории вероятностей. Биноминальное распределение. Распределение Пуассона и Гаусса. Решение задач. – 2 часа

Занятие 2. Молекулярно-кинетическая теория. Распределение Максвелла. Решение задач. – 2 часа

Занятие 3. Распределение Больцмана. Распределение молекул в поле сил тяжести и в поле сил инерции. Решение задач. – 2 часа

Занятие 4. Кинематические характеристики молекулярного движения. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Решение задач. – 2 часа

Занятие 5. Процессы в идеальном газе. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Решение задач. – 2 часа

Занятие 6. . Обратимые циклы. КПД циклов. Второе начало термодинамики. Энтропия. Решение задач. – 2 часа

Занятие 7. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля-Томсона. Поверхностные явления. Решение задач – 2 часа.

Занятие 8. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Явления переноса. Решение задач. – 2 часа.

3.3 Программа лабораторного практикума (0ч).

(Предусмотрено в рамках курса «Практикум по общему курсу физики (Часть II. Молекулярная физика)»)

3.4. Структура и содержание КСР

Занятие 1. Идеальный газ. Распределение молекул газа по скоростям. – 2 часа

Занятие 2. Кинематические характеристики молекулярного движения. Давление и температура – 2 часа

Занятие 3. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.– 2 часа

Занятие 4. Первое начало термодинамики. Циклические процессы. – 2 часа

Занятие 5. Понятие энтропии термодинамической системы. – 2 часа

Занятие 6. Жидкости. Поверхностные явления в жидкостях. – 2 часа

Занятие 7. Твердые тела. – 2 часа

Занятие 8. Явления переноса. – 2 часа

Таблица 3.

№ п/п	Раздел Дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Литература	Кол-во баллов в неделю
		Лек	Пр.	Ла	КС	СР		
	Наименование тем							

				б.	Р	С		
Семестр								
1.	Введение. Предмет молекулярной физики. Массы и размеры молекул. Число Авогадро	2				2,5	1-13	12,5
2	Статистический подход к описанию молекулярных явлений	2				2,5	1-13	
3	Начальные понятия молекулярной физики. Основные понятия теории вероятностей. Биноминальное распределение. Распределение Пуассона и Гаусса. Решение задач.		2			2,5	1-13	12,5
4	Идеальный газ. Распределение молекул газа по скоростям				2	2,5	1-13	
5	Статистический подход к описанию молекулярных явлений	2				2,5	1-13	12,5
6	Идеальный газ.	2				2,5	1-13	
7	Молекулярно-кинетическая теория. Распределение Максвелла. Решение задач.		2			2,5	1-13	12,5
8	Кинематические характеристики молекулярного движения. Давление и температура				2	2,5	1-13	
9	Распределение молекул газа по скоростям	2				2,5	1-13	12,5
10	Кинематические характеристики молекулярного движения.	2				2,5	1-13	
11	Распределение Больцмана. Распределение молекул в поле сил тяжести и в поле сил инерции. Решение задач.		2			2,5	1-13	12,5
12	Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений				2	2,5	1-13	
13	Кинематические характеристики молекулярного движения	2				2,5	1-13	12,5
14	Давление и температура	2				2,5	1-13	
15	Кинематические характеристики молекулярного движения. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Решение задач.		2			2,5	1-13	12,5
16	Первое начало термодинамики. Циклические процессы				2	2,5	1-13	
17	Идеальный газ во внешнем потенциальном поле	2				2,5	1-13	12,5
18	Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений	2				2,5	1-13	
19	Процессы в идеальном газе. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Решение задач.		2			2,5	1-13	12,5
20	Понятие энтропии термодинамической системы				2	2,5	1-13	
21	Первое начало термодинамики	2				2,5	1-13	12,5
22	Циклические процессы	2				2,5	1-13	
23	Обратимые циклы. КПД циклов. Решение задач.		2			2,5	1-13	12,5
24	Жидкости. Поверхностные явления в жидкостях				2	2,5	1-13	
25	Второе начало термодинамики	2				2,5	1-13	12,5

26	Понятие энтропии термодинамической системы.	2				2,5	1-13	
27	Второе начало термодинамики. Энтропия. Решение задач.		2			2,5	1-13	12,5
28	Твердые тела.				2	2,5	1-13	
29	Реальные газы и жидкости.	2				2,5	1-13	12,5
30	Жидкости. Поверхностные явления в жидкостях. Фазовые превращения.	2				2,5	1-13	
31	Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Явления переноса. Решение задач.		2			2,5	1-13	12,5
32	Явления перенос.				2	2,5	1-13	
	ИТОГО: лек-32; прак-16; лаб- 0; КСР-16; СРС-80 ВСЕГО-144	32	16	0	16	80		200

3.4. Формы контроля и критерии начисления баллов

Контроль усвоения студентом каждой темы осуществляется в рамках балл-рейтинговой системы (БРС), включающей текущий, рубежный и итоговый контроль.

Таблица 4.

Неделя	Активное участие на лекционных занятиях, написание конспекта и выполнение других видов работ*	Активное участие на практических (семинарских) занятиях, КСР	СРС Написание реферата, доклада, эссе Выполнение других видов работ	Выполнение положения высшей школы (установленная форма одежды, наличие рабочей папки, а также других пунктов устава высшей школы)	Всего
1	2	3	4	5	7
1	3	4	3	2,5	12,5
2	3	4	3	2,5	12,5
3	3	4	3	2,5	12,5
4	3	4	3	2,5	12,5
5	3	4	3	2,5	12,5
6	3	4	3	2,5	12,5
7	3	4	3	2,5	12,5
8	3	4	3	2,5	12,5
Первый рейтинг	24	32	24	20	100

1	3	4	3	2,5	12,5
2	3	4	3	2,5	12,5
3	3	4	3	2,5	12,5
4	3	4	3	2,5	12,5
5	3	4	3	2,5	12,5
6	3	4	3	2,5	12,5
7	3	4	3	2,5	12,5
8	3	4	3	2,5	12,5
Второй рейтинг	24	32	24	20	100
Итого	48	64	48	40	200

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа позволяет оптимально сочетать теоретическую и практическую составляющие обучения. При этом обеспечивается упорядочивание теоретических знаний, что в конечном счёте, приводит к повышению мотивации обучающихся в их освоении. Самостоятельная работа планируется и организуется с целью углубления и расширения теоретических знаний, формирования самостоятельного логического мышления. Организация этой работы позволяет оперативно обновлять содержание образования, создавая предпосылки для формирования базовых (ключевых) компетенций категории интеллектуальных (аналитических) и обеспечивая, таким образом, качество подготовки специалистов на конкурентоспособном уровне. Из всех ключевых компетенций, которые формируются в процессе выполнения самостоятельных работ, следует выделить следующие: умение учиться, умение осуществлять поиск и интерпретировать информацию, повышение ответственности за собственное обучение.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

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

По дисциплине «Молекулярная физика» используется два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

К основным аудиторным видам относятся:

- активная работа на лекциях
- активная работа на практических занятиях
- контрольно-обучающие программы тестирования (КОПТ).
- выполнение лабораторных работ.
- выполнение контрольных работ.

Внеаудиторная работа проводится в следующих видах:

- проработка лекционного материала,
- подготовка к лабораторным занятиям,
- подготовка к практическим занятиям,
- подготовка к аудиторным контрольным работам,
- выполнение ИДЗ,
- подготовка к защите ИДЗ,
- подготовка к экзамену.

Таблица 5.

№ п/п	Объем самостоятельной работы в часах	Тема самостоятельной работы	Форма и вид самостоятельной работы	Форма контроля
1	5	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.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
2		Статистический подход к описанию молекулярных явлений. Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Макроскопическое и микроскопическое состояние системы. Элементы теории вероятностей: понятие случайного события, достоверные и невозможные события, противоположные события.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Поощрение баллами
3		Случайные величины: дискретные и непрерывные. Вероятность и плотность вероятности случайного события. Сложение вероятностей взаимно исключающих событий, нормировка вероятности, независимые события, умножение вероятностей, средние значения дискретно и непрерывно изменяющихся величин, математическое ожидание, дисперсия. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная среда. Тепловое равновесие систем. Условия равновесия.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
4	5	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 флуктуаций.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
5	5	Распределение молекул газа по скоростям. Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул: наивероятнейшая, средняя и	Письменное решение	Поощрение

		среднеквадратичная скорости молекул газа. Распределение молекул по компонентам скоростей. Частота ударов молекул о стенку. Число молекул в различных участках распределения Максвелла. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.	упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	баллами
6	5	Кинематические характеристики молекулярного движения. Столкновения 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.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
7	5	Давление и температура. Молекулярная теория давления идеального газа. Основное уравнение кинетической теории газов. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона - Менделеева). Закон Дальтона. Закон Авогадро. Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
8	5	Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Атмосфера планет. Опыты Перрена по определению постоянной Больцмана (числа Авогадро). Распределение Максвелла – Больцмана.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
9	5	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. Понятие функции состояния. Термодинамическое определение внутренней энергии. Теплота и работа.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
10	5	Первое начало термодинамики. Первое начало термодинамики. Теплоёмкость системы. Теплоёмкость идеального газа. Связь теплоёмкости газа с числом степеней свободы молекул. Экспериментальная зависимость C_V идеального газа от температуры. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи: изотермический, изохорический, изобарический, адиабатический. Работа в этих процессах.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
11	5	Циклические процессы. Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой	Письменное решение упражнений и	Поощрение баллами

		двигатель и холодильная машина. Цикл Карно и его КПД. Второе начало термодинамики. Две теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур и её тождественность идеальноегазовой шкале. Нестандартные единицы измерения температуры. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики. Формулировка Клаузиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.	задач (индивидуальные домашние задание)	
12	5	Понятие энтропии термодинамической системы. Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Теорема Нерста. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики.	Письменное решение упражнений и задач (ИДЗ)	Поощрение баллами
13	5	Реальные газы и жидкости. Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда-Джонса. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и экспериментальные изотермы реального газа. Критическое состояние. Закон соответственных состояний. Область двухфазных состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля- Томсона и температура инверсии. Методы получения низких температур.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
14	5	Жидкости. Поверхностные явления в жидкостях. Общее описание, элементы теории Френкеля. Ближний порядок. Поверхностная свободная энергия и коэффициент поверхностного натяжения. Давление под искривленной поверхностью жидкости: формула Лапласа. Смачивание, краевые углы, капиллярные явления. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
15	5	Твердые тела. Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Кристаллические решетки; понятие симметрии и анизотропии. Дислокации. Изоморфизм и полиморфизм. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости. Понятие о жидких кристаллах.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
16	5	Фазовые превращения. Фазы и фазовое равновесие. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Диаграммы состояний. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах. Явления переноса. Макроскопические явления переноса. Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона - Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Связь	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами

	коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа. Связь между коэффициентами переноса и их зависимость от температуры и плотности. Особенности процессов переноса в жидких и твердых телах.		
--	---	--	--

5. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО- МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика: учеб. пособие / А. Н. Матвеев. – 4-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2010. – 364 с. (70 экз)
2. Кикоин А.К. Молекулярная физика: учеб. пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2007. – 480 с. (36 экз)
3. Телеснин В.Р. Молекулярная физика. 3-е изд., стер. / В.Р. Телеснин. – СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 368 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=391
4. Иродов И. Е. Задачи по общей физике: учеб. пособие / И. Е. Иродов. – 12-е изд., стер. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2007. – 416 с. (101 экз)
5. Задачи по молекулярной физике: учеб. пособие. Ч. 1 / В. М. Гзогян [и др.] ; Кемеровский гос. ун-т, Кафедра общей физики. – Кемерово : Кузбассвузиздат, 2007. – 91 с. (62 экз)

Дополнительная литература

6. Савельев И.В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн. 3. Молекулярная физика и термодинамика / И.В. Савельев. – 4-е изд., перераб. – М. : Наука. Физматлит, 1998. – 208 с.
7. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. – М. : Наука. Физ.-мат.лит., 1975. – 552 с.
8. Зисман Г.А. Курс общей физики. В 3 т. : учеб. пособие. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2007. – 339 с.
9. Миронова Г.А. Молекулярная физика и термодинамика в вопросах и задачах / Г.А. Миронова, Н.Н. Брандт, А.М. Салецкий. – СПб.: Изд-во «Лань», 2012. – 480 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3718
10. Задачи по молекулярной физике: учеб. пособие. Ч. 2 / [В. М. Гзогян [и др.]] ; Кемеровский гос. ун-т, Кафедра общей физики. – Кемерово : Кузбассвузиздат, 2008. – 89 с.
11. Гзогян В. М. Ключевые вопросы молекулярной физики: учеб. пособие / В. М. Гзогян, Ю.И. Польшгалов. - Кемерово : Кузбассвузиздат, 2003. – 168 с.
12. Иродов И. Е. Физика макросистем. Основные законы: учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. – М. ; СПб. : Наука: Физматлит, 2001. – 196 с.
13. Невзоров Б.П. История фундаментальных понятий физики. Ч. 3. Молекулярная физика и строение вещества. Механика сплошных сред / Б. П. Невзоров, А. С. Поплавной, В. Е. Тупицын. – Кемерово : Изд-во КемГУ, 2001. – 223 с.

Интернет-ресурсы:

1. <https://biblio-online.ru>
2. <http://webmath.exponenta.ru>.
3. <https://urait.ru/viewer/teoreticheskaya-mehanika>

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

- Работа с литературой – 4 час в неделю;
- Подготовка к практическому занятию – 3 час;
- Подготовка к экзамену – 1 часов;

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. В течение недели выбрать время для работы с литературой по молекулярной физике.

2. При подготовке к лабораторным занятиям следующего занятия, необходимо сначала осваивать теоретической части лабораторной работы, что студент смог бы выполнить практическую часть этой лабораторной работы.

3. При подготовке к практическим занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и теоремы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, или из методического пособия, нужно после решения такой задачи обдумать ход решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

Основная часть теоретического материала курса дается в ходе практических занятий, хотя часть материала может изучаться и самостоятельно по учебной литературе.

Рекомендуется использовать текст лекций преподавателя (если он имеется), пользоваться рекомендациями по изучению дисциплины; использовать литературу, рекомендуемую составителями программы; использовать вопросы к зачету, примерные контрольные работы. Учет требований, предъявляемые к студентам и критерии оценки знаний.

Учебно-методический комплекс (УМК) призван помочь студенту понять специфику изучаемого материала, а в конечном итоге – максимально полно и качественно его освоить.

В первую очередь студент должен осознать предназначение комплекса: его структуру, цели и задачи. Для этого он знакомится с преамбулой, оглавлением УМК, говоря иначе, осуществляет первичное знакомство с ним.

Далее студент внимательно прочитывает и осмысливает тот раздел, задания которого ему необходимо выполнить.

Выполнение *всех* заданий, определяемых содержанием курса, предполагает работу с научными исследованиями (монографиями и статьями). Перед работой с научными источниками студенту следует обратиться к основной учебной литературе – учебным пособиям и хрестоматиям. Это позволит ему сформировать общее представление о существе интересующего вопроса.

Системный подход к изучению предмета предусматривает не только тщательное чтение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента (СРС и НИРС), поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно «распознавать», а затем самостоятельно оперировать научными категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода *работа с литературой* обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к практическому занятию, выполнение контрольной работы и т.д.).

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

При проведении занятий по дисциплине «Молекулярная физика» используются как классические формы и методы обучения (лекции, лабораторные и практические занятия), так и активные методы обучения (контрольно-обучающие программы тестирования по всем разделам изучаемого материала, работа с ЭУК при подготовке к занятиям, контрольным работам и рейтингового контроля.). Применение любой формы обучения предполагает также использование новейших IT-обучающих технологий.

При проведении лекционных занятий по дисциплине «Молекулярная физика» целесообразно использовать мультимедийное презентационное оборудование, чтобы сделать более наглядными и понятными доказательства теорем, методики и решения задач и примеров, иллюстрирующих теоретические выводы и их прикладную направленность. Преподаватель использует компьютерные и мультимедийные средства обучения (презентации, содержащиеся в ЭУК), мультимедиа лекции, а также наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

8.1. Итоговая система оценок по кредитно-рейтинговой системе с использованием буквенных символов

Форма итоговой аттестации экзамен в I семестре.

Форма промежуточной аттестации (1 и 2 рубежный контроль) проводится путем выполнения самостоятельного задания.

Итоговая система оценок по кредитно-рейтинговой системе с использованием буквенных символов

Оценка по буквенной системе	Диапазон соответствующих наборных баллов	Численное выражение оценочного балла	Оценка по традиционной системе
A	10	95-100	Отлично
A-	9	90-94	
B+	8	85-89	Хорошо
B	7	80-84	
B-	6	75-79	
C+	5	70-74	Удовлетворительно
C	4	65-69	
C-	3	60-64	
D+	2	55-59	
D	1	50-54	
Fx	0	45-49	Неудовлетворительно
F	0	0-44	

Содержание текущего контроля, промежуточной аттестации, итогового контроля раскрываются в фонде оценочных средств, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС ВО.

ФОС по дисциплине является логическим продолжением рабочей программы учебной дисциплины. ФОС по дисциплине прилагается.

8.2. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации студентов по дисциплине (модулю) в форме экзамена

Код показателя оценивания	Оценка			
	Не достиг пороговый уровень освоения	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	F («2» -неудовлетв.)	D и C («3» удовлетвор.)	B («4» хорошо)	A («5» отлично)
Знает	Студент(ка) не знает основные понятия и методы и не понимает общие принципы молекулярной физики.	Студент(ка) знает основные понятия и методы и понимает общие принципы молекулярной физики, но испытывает затруднения в их практическом применении	Студент(ка) знает основные понятия и методы и понимает общие принципы молекулярной физики.	Студент(ка) твердо знает основные понятия и методы и понимает общие принципы молекулярной физики, свободно применяя их на практике.

Знает	Студент(ка) не знает основных методов решения задач молекулярной физики.	Студент(ка) знает основные методы решения задач молекулярной физики, но не всегда применяет их на практике.	Студент(ка) знает основные методы решения задач молекулярной физики.	Студент(ка) знает основные методы решения задач молекулярной физики и грамотно применяет их в решении задач
Умеет	Большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, студент(ка) не умеет применять методы молекулярной физики при решении задач.	Студент(ка) не уверенно применяет методы молекулярной физики при решении задач.	Студент(ка) умеет применять методы молекулярной физики при решении задач.	Студент(ка) уверенно применяет методы молекулярной физики при решении задач.
Способность и навыки	Студент(ка) не ориентируется в справочной литературе по молекулярной физики.	Студент(ка) имеет лишь начальные навыки работы со справочной литературой по молекулярной физики.	Студент(ка) имеет навыки работы со справочной литературой по молекулярной физики.	Студент(ка) свободно пользуется справочной литературой по молекулярной физики.

Форма итоговой аттестации (экзамен): от 0 до 100 баллов.

Форма промежуточной аттестации (1 и 2 рубежный контроль) от 0 до 100 баллов.