

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

«Утверждаю»
Декан естественнонаучного факультета

Муродзода Д.С.
«29» 03 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Молекулярная физика»

Направление подготовки - 03.03.02 «Физика»

Профиль подготовки «Общая физика»

Форма подготовки - очная

Уровень подготовки - бакалавриат

Душанбе - 2025

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

При разработке рабочей программы учитываются

- требования работодателей, профессиональных стандартов по направлению;
- 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 2025 г.

Рабочая программа утверждена УМС естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «29» августа 2025 г.

Заведующий кафедрой,
к.ф.-м.н., доцент

Зам. председателя УМС
факультета, ст.

преподаватель

Разработчик, к.х.н.,
доцент

Разработчик от
организации, к.ф.-м.н.,
зам. директора Физико-
технического института
им. С.У. Умарова НАН
Таджикистана



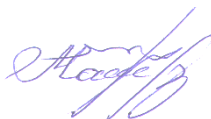
Гулбоев Б.Дж.



Мирзокаримов О.А.



Нуров К.Б.



Махмадбегов Р.С.

Расписание занятий дисциплины

Таблица 1

Ф.И.О. преподавателя	Аудиторные занятия			Приём СРС	Место работы преподавателя
	лекция	Практические занятия (КСР, лаб.)	Лабораторная 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 соответствии 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	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Вид оценочного средства
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	ИОПК 1.1. Понимает основные представления и понятия химии, физики, астрономии, математики и других естественных наук; основные законы химии и физическим дисциплинам; основные законы и теоремы по математическим дисциплинам; основные определения и понятия основных разделов математики; основные формулы и теоремы основных разделов математики; основные методы решения математических задач; основные методы решения элементарных задач по химии, физики и математики; основные биологические, химические и физические процессы, протекающие в живых организмах. ИОПК 1.2. Решает задачи на применение элементарных формул химии и физики в жизнедеятельности; использовать представления химии в задачах и расчетах химической физики; применять базовые законы механики, молекулярной физики, электричества и магнетизма, оптики для качественного описания биологических и физических процессов, протекающих в живых организмах; решать задачи на применение формул основных разделов математики; создавать математические модели по физике и химии; использовать формулы основных разделов математики в прикладных задачах и расчетах. ИОПК 1.3. Владеет навыками решения элементарных задач по химии и физике; навыками анализа и исследования химических моделей химической физики; навыками использования элементарных методов химии и физики для решения задач химической физики;	Устный опрос Коллоквиум Дискуссия

		навыками решения задач основных разделов математики; навыками анализа и исследования математических моделей по физике и химии; навыками интерпретирования математических результатов для решения прикладных задач.	
ПК-1	Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	ИПК 1.1. Знает базовые и специальные курсы в области физики и других естественных наук, особенно математического аппарата физики; методы решения профессиональные задачи в области научно-исследовательской и практической деятельности по направлению физики; специализированные теоретическое знание для освоения профильных физических дисциплин и метода их применения в области экспериментальной и теоретической физики. ИПК 1.2. Ориентируется на использование теоретических, экспериментальных специализированных знаний в области физики, компьютерные программирование и физико-математические моделирование процессов природы и их методах исследования при освоения профильных физических дисциплин и научные исследование; критически переосмысливать накопленный опыт, а также умеет использовать специализированные физические знание для освоения профильных дисциплин, изменять (при необходимости) профиль своей профессиональной деятельности. ИПК 1.3. Владеет методами поиска научной информации с использованием различных источников; методами планирования научных исследований; а также способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	Устный опрос Тесты Дискуссия

ПК-4	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования	ИПК 4.1. Знает основы метода преподавания физики, основные принципы деятельностного подхода, виды и приемы современных педагогических технологий в области физики; рабочие программы и методики обучения физики; научного представления о результатах образования в областях физики, путях их достижения и способах оценки. ИПК 4.2. Планирует и проводить занятия по физике; использовать метод и средства педагогического мониторинга, позволяющие оценить степень сформированности у детей качеств, необходимых для дальнейшего обучения и их развития по физике. ИПК 4.3. Владеет навыками и методами обучения, в том числе выходящими за рамки учебных занятий: проектная деятельность, лабораторные эксперименты, практические занятия и т.п.	Устный опрос Тесты Дискуссия
ПК-5	Способен проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами	ИПК 5.1. Знает основные технологии педагогического процесса и системы управления учащихся во время проведения занятия и по изложенному материалу физических дисциплин и их взаимосвязь с другими дисциплинами с учётом педагогических знаний; методов системы управления учащихся при взаимосвязи с обществом. ИПК 5.2. Разрабатывает основные технологии педагогического процесса и системы управления учащихся во время проведения занятия и в жизни и обществе. ИПК 5.3. Владеет современными методами управления педагогического процесса с учетом современного менталитета и развитие современного общества для освоения предмета физики при проведении занятия и применение ее законов в повседневной жизни.	Устный опрос Тесты Дискуссия

2.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Молекулярная физика» является относится к обязательной части профессионального цикла Б1.О.26 учебного плана, изучается в 2-ом семестре. При освоении данной дисциплины необходимы умения и готовность («входные» знания)

обучающегося по дисциплине физики из средней школы.

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 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых: лекции – 32 часов, практические занятия – 24 часов, КСР – 24 часов, самостоятельная работа – 46 часов, конт. – 54 часа, всего часов аудиторной нагрузки – 80 часов. Форма контроля - экзамен.

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 7 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. 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.)

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 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.)

Итого 32 часа.

3.2. Структура и содержание практической части курса

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. – 2 часа.

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

Занятие 3. Молекулярно-кинетическая теория. Распределение Максвелла. Решение задач. – 2 часа

Занятие 4. Распределение Больцмана. – 2 часа.

Занятие 5. Распределение молекул в поле сил тяжести и в поле сил инерции. Решение задач. – 2 часа

Занятие 6. Кинематические характеристики молекулярного движения. – 2 часа.

Занятие 7. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Решение задач. – 2 часа

Занятие 8. Процессы в идеальном газе. – 2 часа.

Занятие 9. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Решение задач. – 2 часа

Занятие 10. Обратимые циклы. КПД циклов. Второе начало термодинамики. Энтропия. Решение задач. – 2 часа

Занятие 11. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля-Томсона. Поверхностные явления. Решение задач – 2 часа.

Занятие 12. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Явления переноса. Решение задач. – 2 часа.

Итого 24 часа.

3.3. Структура и содержание КСР

Занятие 1. Идеальный газ. – 2 часа.
 Занятие 2. Распределение молекул газа по скоростям. – 2 часа.
 Занятие 3. Кинематические характеристики молекулярного движения. – 2 часа.
 Занятие 4. Давление и температура – 2 часа.
 Занятие 5. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. – 2 часа.
 Занятие 6. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.– 2 часа.
 Занятие 7. Первое начало термодинамики. – 2 часа.
 Занятие 8. Циклические процессы. – 2 часа.
 Занятие 9. Понятие энтропии термодинамической системы. – 2 часа.
 Занятие 10. Жидкости. Поверхностные явления в жидкостях. – 2 часа.
 Занятие 11. Твердые тела. – 2 часа.
 Занятие 12. Явления переноса. – 2 часа.

Итого 24 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.	Лаб.	КСР	СРС		
	Наименование тем							
1.	Введение	2				2	1-4	12,5
2.	Начальные понятия молекулярной физики		2				1-4	
3.	Идеальный газ				2	2	1-4	
4.	Статистический подход к описанию молекулярных явлений	2					1-4	12,5
5.	Основные понятия теории вероятностей. Биноминальное распределение. Распределение Пуассона и Гаусса		2			2	1-4	
6.	Идеальный газ	2					1-4	12,5
7.	Молекулярно-кинетическая теория. Распределение Максвелла. Решение задач.		2			2	1-4	
8.	Распределение молекул газа по скоростям				2		1-4	
9.	Распределение молекул газа по скоростям	2				2	1-4	12,5
10.	Кинематические характеристики молекулярного движения				2		1-4	
11.	Кинематические характеристики молекулярного движения	2				2	1-4	12,5
12.	Распределение Больцмана		2				1-4	12,5
13.	Давление и температура				2	2	1-4	

14.	Давление и температура	2					1-4	
15.	Распределение молекул в поле сил тяжести и в поле сил инерции. Решение задач		2			2	1-4	12,5
16.	Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений	2					1-4	
17.	Кинематические характеристики молекулярного движения		2			2	1-4	12,5
18.	Идеальный газ во внешнем потенциальном поле				2		1-4	
19.	Первое начало термодинамики	2				2	1-4	12,5
20.	Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений				2		1-4	
21.	Циклические процессы	2				2	1-4	
22.	Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Решение задач		2				1-4	12,5
23.	Первое начало термодинамики				2	2	1-4	
24.	Второе начало термодинамики	2					1-4	12,5
25.	Процессы в идеальном газе		2			2	1-4	
26.	Понятие энтропии термодинамической системы	2					1-4	
27.	Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Решение задач		2			2	1-4	1,25
28.	Циклические процессы				2		1-4	
29.	Реальные газы и жидкости	2				3	1-4	12,5
30.	Понятие энтропии термодинамической системы				2		1-4	
31.	Жидкости. Поверхностные явления в жидкостях	2				3	1-4	
32.	Обратимые циклы. КПД циклов. Второе начало термодинамики. Энтропия. Решение задач		2				1-4	12,5
33.	Жидкости. Поверхностные явления в жидкостях				2	3	1-4	
34.	Твердые тела	2					1-4	12,5
35.	Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля-Томсона. Поверхностные явления		2			3	1-4	

36.	Фазовые превращения	2				1-4	
37.	Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Явления переноса. Решение задач		2		3	1-4	12,5
38.	Твердые тела			2		1-4	
39.	Явления переноса	2			3	1-4	12,5
40.	Явления переноса			2		1-4	
41.	Итого:	32	24	24	46		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, лабораторных, КСР	БРС Написание реферата и выполнение других видов работ	Административный балл за примерное поведение	Балл за рубежный и итоговый контроль	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	4	4	2,5	2	-	12,5
2	4	4	2,5	2	-	12,5
3	4	4	2,5	2	-	12,5
4	4	4	2,5	2	-	12,5
5	4	4	2,5	2	-	12,5
6	4	4	2,5	2	-	12,5
7	4	4	2,5	2	-	12,5
8	первый рубежный контроль				12,5	
9	4	4	2,5	2	-	12,5
10	4	4	2,5	2	-	12,5
11	4	4	2,5	2	-	12,5
12	4	4	2,5	2	-	12,5
13	4	4	2,5	2	-	12,5
14	4	4	2,5	2	-	12,5
15	4	4	2,5	2	-	12,5
16	второй рубежный контроль				12,5	
Всего:	56	56	35	28	25	200
Итоговый контроль (зачет)					100	100
Итого:	56	56	35	28	125	300

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	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами

		молекулярной теории. Массы и размеры молекул. Число Авогадро. Особенности межмолекулярного взаимодействия. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах.		
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 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.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение 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	Письменное решение	Поощрение баллами

		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.	упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	
10	5	Первое начало термодинамики. 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.	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 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.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами
12	5	Понятие энтропии термодинамической системы.	Письменное решение	Поощрение баллами

		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.	упражнений и задач (ИДЗ)	
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	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами

		классической теории теплоемкости. Понятие о жидких кристаллах.		
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 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.	Письменное решение упражнений и задач (индивидуальные домашние задание)	Поощрение баллами

5. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО- МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература:

1. Кравченко, Н. Ю. Физика : учебник и практикум для вузов / Н. Ю. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 322 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19224-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
2. Никеров, В. А. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Никеров. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 458 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18943-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
3. Замураев, В. П. Молекулярная физика. Задачи : учебник для среднего профессионального образования / В. П. Замураев, А. П. Калинина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 191 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11094-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].
4. Замураев, В. П. Молекулярная физика. Задачи : учебник для вузов / В. П. Замураев, А. П. Калинина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 189 с. — (Высшее образование).

образование). — ISBN 978-5-534-08229-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт].

5.2. Дополнительная 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 : Кузбассвуиздат, 2007. — 91 с. (62 экз)
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. Годес. — 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 : Кузбассвуиздат, 2008. — 89 с.
11. Гзогян В. М. Ключевые вопросы молекулярной физики: учеб. пособие / В. М. Гзогян, Ю.И. Полыгалов. - Кемерово : Кузбассвуиздат, 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. Учесть требования, 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, 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 ИТ-обучающих технологий.

При проведении лекционных занятий по дисциплине «Аналитическая геометрия» целесообразно использовать мультимедийное презентационное оборудование, чтобы сделать более наглядными и понятными доказательства теорем, методики и алгоритмы решения задач и примеров, иллюстрирующих теоретические выводы и их прикладную

направленность. Преподаватель использует компьютерные и мультимедийные средства обучения (презентации, содержащиеся в ЭУК), а также наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

В Университете созданы специальные условия обучающихся с ограниченными возможностями здоровья - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, а также обеспечивается:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проёмов, лифтов).

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Форма итоговой аттестации: 2 семестр – экзамен.

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	
B	7	80-84	Хорошо
B-	6	75-79	
C+	5	70-74	
C	4	65-69	Удовлетворительно
C-	3	60-64	
D+	2	55-59	
D	1	50-54	
Fx	0	45-49	Неудовлетворительно

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.