

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 10.06.2025 10:11

Уникальный программный ключ:

6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559c19d2

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано

деканом физико-математического факультета

«19» марта 2025 г.

/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Молекулярная физика

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета

Протокол «19» марта 2025 г. № 7

Председатель УМКом

/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой
фундаментальной физики и
нанотехнологии

Протокол от «11» марта 2025 г. № 11

Зав. кафедрой

/Холина С.А./

Москва

2025

Авторы-составители:

Барабанова Н.Н., кандидат физико-математических наук, доцент,
Васильчикова Е.Н., кандидат физико-математических наук, доцент,
Емельянов В.А., кандидат физико-математических наук, доцент.

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная физика» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем и содержание дисциплины	4
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	6
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	8
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	14
7. Методические указания по освоению дисциплины	14
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	15

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование систематизированных знаний в области общей и экспериментальной физики, формирование и совершенствование у студентов навыков экспериментальной деятельности.

Задачи дисциплины: изучение основных законов молекулярной физики, приобретение навыков осуществления учебного и научного эксперимента, оценки результатов эксперимента, подготовки отчетных материалов о проведенной учебно-исследовательской работе.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции:

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения. Для освоения дисциплины «Молекулярная физика» используются знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Механика», «Введение в общую физику», «Введение в высшую математику», «Математический анализ». Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Термодинамика», «Статистическая физика», «Физика конденсированного состояния».

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	6
Объем дисциплины в часах	216
Контактная работа	122,3
Лекции	60
Практические занятия	60
из них, в форме практической подготовки	60
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	2,3
Экзамен	0,3
Предэкзаменационная консультация	2
Самостоятельная работа	84
Контроль	9,7

Формой промежуточной аттестации является: экзамен в 3 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Практические занятия	
		Общее кол-во	из них, в форме прак-

			тиче- ской подго- товки
Тема 1. Основные представления молекулярно-кинетической теории газов. Идеальный газ. Основное уравнение кинетической теории газов. Газовые законы.	5	5	5
Тема 2. Основы термодинамики. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Внутренняя энергия и работа газа.	5	5	5
Тема 3. Работа и теплота как формы обмена энергией между системами. Квазистатические процессы. Взаимодействие термодинамических систем.	5	5	5
Тема 4. Теплоемкость. Виды теплоемкости. Классическая теория и эксперимент. Теорема Нернста.	5	5	5
Тема 5. Циклические процессы. Второе начало термодинамики. Понятие энтропии термодинамической системы.	5	5	5
Тема 6. Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Броуновское движение. Распределение Максвелла – Больцмана. Барометрическая формула. Броуновское движение.	5	5	5
Тема 7. Распределение энергии молекул по степеням свободы. Флуктуации в идеальном газе и их проявление. Статистическое истолкование второго начала термодинамики.	5	5	5
Тема 8. Явления переноса. Внутреннее трение. Теплопроводность. Теплопроводность и внутреннее трение при низком давлении. Методы измерения низких давлений.	5	5	5
Тема 9. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа. Критическое состояние. Закон соответственных состояний.	5	5	5
Тема 10. Жидкости. Свойства жидкого состояния. Ближний порядок. Поверхностные явления в жидкостях. Смачивание. Капиллярные явления. Осмотическое давление.	5	5	5
Тема 11. Фазовые переходы первого и второго рода. Равновесие жидкости и пара. Влажность. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Плавление и кристаллизация.	5	5	5
Тема 12. Твердые тела. Упругие свойства кристаллов, тепловое расширение. Теплоемкость кристаллов. Жидкие кристаллы (классификация, тепловые свойства, полимезоморфизм). Полимеры.	5	5	5
Итого	60	60	60

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку	Количество часов
Тема 1. Основные представления молекулярно-кинетической теории газов.	Решение задач	5
Тема 2. Основы термодинамики.	Решение задач	5
Тема 3. Работа и теплота как формы обмена энергией между системами.	Решение задач	5
Тема 4. Теплоемкость.	Решение задач	5
Тема 5. Циклические процессы.	Решение задач	5
Тема 6. Распределение молекул газа по скоростям	Решение задач	5
Тема 7. Распределение энергии молекул по степеням свободы.	Решение задач	5
Тема 8. Явления переноса.	Решение задач	5
Тема 9. Реальные газы.	Решение задач	5
Тема 10. Жидкости.	Решение задач	5
Тема 11. Фазовые переходы первого и второго рода.	Решение задач	5
Тема 12. Твердые тела.	Решение задач	5

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Количество часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
1. Понятие температуры.	Калориметрия. Термометры	4	Конспект	[1], [2], [7], [8]	Доклад
2. Основы термодинамики. Первое начало термодинамики.	Применение первого начала термодинамики к термодинамическим процессам	4	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 5.69, 5.76, 5.87.
3. Работа и теплота как формы обмена энергией между системами.	Работа и количество теплоты как функция перехода системы из состояния в состояние	4	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 5.73, 5.77, 5.89.

4.Циклические процессы. Второе начало термодинамики.	Тепловые машины. Идеальная тепловая машина. Цикл Карно	4	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 5.198, 5.200, 5.206.
5.Понятие энтропии термодинамической системы.	Изменение энтропии при различных термодинамических процессах	4	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 5.221, 5.223
6.Теплоемкость.	Виды теплоемкостей. Уравнение Майера	4	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 6.19, 6.20, 6.24
7.Основные представления молекулярно-кинетической теории газов. Идеальный газ.	Изопроцессы. Газовые законы, графическое представление.	4	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 5.90, 5.91.
8.Распределение молекул газа по скоростям. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле. Распределение Максвелла – Больцмана. Барометрическая формула.	Броуновское движение	6	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 5.98, 5.99, 5.101.
9.Распределение энергии молекул по степеням свободы.	Степени свободы	4	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 5.113, 5.126, 5.128.
10.Явления переноса.	Диффузия	6	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 5.149, 5.150, 5.153.
11.Внутреннее трение. Теплопроводность.	Вязкость.	4	Конспект	[1], [2], [3], [5]	Доклад
12.Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.	Модель реального газа. Уравнение состояния реального газа	5	Конспект. Решение задач	[1], [2], [7], [8]	Домашнее задание [3] 5.149, 5.150, 5.153.
13.Внутренняя энергия реально-	Внутренняя энергия реально-	5	Конспект	[1], [2], [7], [8]	Доклад

го газа.	го газа.				
14.Жидкости. Поверхностные явления в жидкостях.	Смачивание, несмачивание. Капиллярные явления.	5	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 7.40, 7.44, 7.48
15.Фазовые переходы первого и второго рода.	Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграмма состояния. Тройная точка	6	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 8.1, 8.3, 7.13, 7.15.
16.Твердые тела.	Молекулярное строение твердых тел	5	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 8.5, 8.7, 8.9.
17.Упругие свойства кристаллов	Кристаллография	5	Конспект, решение задач	[1], [2], [3], [5]	Домашнее задание [3] 8.13, 8.14, 8.16
18.Жидкие кристаллы	Классификация, тепловые свойства, полиморфизм	5	Конспект	[1], [2], [7], [8]	Доклад
Итого		84			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	Знать: основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов молекулярной физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные ре-	доклад, решение задач, домашнее задание	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания решения задач Шкала оцени-

			зультаты с учетом границ применимости моделей.		вания домашнего задания
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	Знать: знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости. Уметь: грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов молекулярной физики, создавать модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. Владеть: методами использования в профессиональной деятельности базовых знаний фундаментальных разделов молекулярной физики для создания моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей.	доклад, решение задач, домашнее задание, практическая подготовка	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания решения задач Шкала оценивания домашнего задания Шкала оценивания практической подготовки

Шкала и критерии оценивания написания доклада

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы.	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы	5-7
Удовлетворительный	Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы	2-4
Неудовлетворительный	Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент решил 71-90% от всех задач	16-20
Оптимальный (хорошо)	Если студент решил 51-70% от всех задач	11-15
Удовлетворительный	Если студент решил 31-50% от всех задач	6-10
Неудовлетворительный	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-5

Шкала и критерии оценивания практической подготовки

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент решил 71-90% от всех задач	16-20
Оптимальный (хорошо)	Если студент решил 51-70% от всех задач	11-15
Удовлетворительный	Если студент решил 31-50% от всех задач	6-10
Неудовлетворительный	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-5

Шкала и критерии оценивания домашних работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент решил 71-90% от всех домашних работ	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент решил 51-70% от всех домашних работ	5-7
Удовлетворительный	Если студент решил 31-50% от всех домашних работ	2-4
Неудовлетворительный	Если студент решил 0-30% от всех домашних работ	0-1

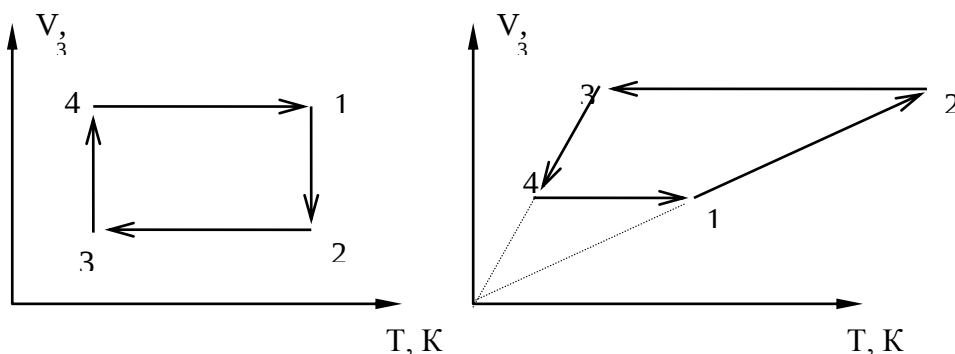
5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерные задания на практические занятия и самостоятельную работу

Тема занятия	Ауд. занятия	Самостоятельная работа (домашние задания)
Уравнение состояния идеального газа.	[1] 11-2, 11-3, 11-8, 11-12, 11-14, 11-20, 11-22.	[2] 5.10, 5.20, 5.25, 5.28, 5.29, 5.79.
Первый закон термодинамики и его применение к изопроцессам.	[1] 12-1, 12-2, 12-5, 12-8, 12-10, 12-15	[2] 5.69, 5.76, 5.87, 5.73, 5.77, 5.89
Скорости молекул. Распределение скоростей по Максвеллу.	[1] 13-15, 13-16.	[2] 5.98, 5.99, 5.101
Основные уравнения кинетической теории газов	[1] 13-5, 13-6, 13-7.	[2] 5.90, 5.91.
Числа столкновений молекул между собой и стенкой сосуда, средняя длина свободного пробега молекул.	[1] 13-18, 13-20, 13-21, 13-23.	[2] 5.113, 5.126, 5.128.
Явление переноса в газах.	[1] 13-23, 13-24, 13-25.	[2] 5.149, 5.150, 5.153.
Тепловые машины. Коэффициент полезного действия.	[1] 18-18, 18-19.	[2] 5.198, 5.200, 5.206
Энтропия и ее изменение.	[1] 18-6, 18-8, 18-9, 18-10.	[2] 5.221, 5.223
Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние.	[1] 14-2, 14-3, 14-9, 14-11, 14-12	[2] 6.4, 6.7, 6.19, 6.20, 6.24
Жидкости. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления.	[1] 15-3, 15-7, 15-9	[2] 7.40, 7.44, 7.48
Фазовые переходы.	[1] 18-13, 18-14.	[2] 8.1, 8.3, 7.13, 7.15.

Вариант практического занятия

1. Провести анализ и изобразить представленные циклы в остальных системах координат.



2. На дне пруда выделился пузырек газа диаметром 4 мм. При подъеме этого пузырька с поверхности воды его диаметр увеличился в 1.1 раза. Найти глубину пруда в данном месте. Атмосферное давление считать нормальным, процесс расширения газа изотермическим.
3. Барометр Торричелли дает неверные показания вследствие присутствия небольшого количества воздуха над столбиком ртути. При давлении 755 мм рт ст барометр показывает 748 мм рт ст, а при 740 мм рт ст он показывает 736 мм рт ст. Найти длину трубки барометра.
4. Поршневой насос при каждом качании захватывает объем ν_0 воздуха. При откачке этим насосом из сосуда объема V насос совершил n качаний. Начальное давление внутри сосуда p_0 и равно атмосферному. Затем другой насос с тем же рабочим объемом ν_0 начал нагнетать воздух из атмосферы, совершив также n качаний. Какое давление установится в сосуде?
5. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу 10^{-18} г. Во сколько раз уменьшится их концентрация при увеличении высоты на 10 м? Температура воздуха 300 К.
6. Найти изменение высоты, соответствующее изменению давления на 100 Па на некоторой высоте от поверхности Земли, где температура 220 К, давление 25 кПа.
7. Азот находится при нормальных условиях. Найти число столкновений, испытываемых в среднем каждой молекулой за 1 с, число всех столкновений между молекулами в 1 см^3 ежесекундно.
8. В результате некоторого процесса вязкость идеального газа увеличилась в 2 раза, а коэффициент диффузии - в 4 раза. Как и во сколько раз изменилось давление газа?
9. Водород совершает цикл Карно. Найти КПД цикла, если при адиабатическом расширении а) объем газа увеличился в 2 раза; б) давление уменьшилось в 2 раза.
10. Найти изменение внутренней энергии 1 моля идеального одноатомного газа, изобарически расширившегося от объема 10 л до объема 20 л при давлении 5 атм.
11. Какую скорость должна иметь свинцовая пуля, чтобы при ударе о стальную плиту она расплавилась? Температура пули 27°C , температура плавления свинца 327°C , удельная теплота плавления свинца 11,73 кДж/кг, удельная теплоемкость 0,13 кДж/кгК.
12. В сосуде емкостью 10 л находится кислород под давлением 1 атм. Стенки сосуда могут выдержать давление до 10 атм. Какое максимальное количество тепла можно сообщить газу?
13. 1 моль некоторого газа находится в сосуде объемом 0.25 л. При температуре 300 К его давление 9 атм, а при температуре 350 К - 11 атм. Найти постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа.
14. Вертикальный капилляр с внутренним диаметром 0.5 мм погрузили в воду так, что длина выступающей над поверхностью воды его части равна 25 мм. Найти радиус кривизны мениска.
15. 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?

Задания для практической подготовки

1. Найти приращение энтропии углекислого газа CO_2 в расчете на 1 моль при увеличении его температуры в 2 раза, если процесс нагревания а) изохорический, б) изобарический. Газ считать идеальным.
2. Найти приращение энтропии 2 молей идеального газа с показателем адиабаты 1.3, если в результате некоторого процесса объем газа увеличился в 2 раза, а давление уменьшилось в 3 раза.

Примерные темы докладов

1. Поверхностный слой жидкости. Поверхностное натяжение, явление смачивания.
2. Давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа. Капиллярные явления.
3. Фазы и компоненты. Растворы, их характеристики, теплота растворения. Осмос, закон Вант-Гоффа.
4. Ближний и дальний порядок в жидкостях и твердых телах

5. Фазовые переходы кристалл-жидкость-пар. Теплоты переходов, уравнения Клапейрона – Клаузиуса.
6. Правило фаз Гиббса. Фазовая диаграмма (диаграмма состояний) кристалл-жидкость-пар. Тройная точка.
7. Тепловые свойства кристаллов, внутренняя энергия и теплоемкость, закон Дюлонга и Пти.
8. Классическая теория теплоемкости кристаллов и элементы квантовых представлений. Модели Эйнштейна и Дебая.
9. Жидкие кристаллы, классификация и особенности физических свойств.

Примерный список вопросов к экзамену

1. Молекулярно-кинетические представления о газах. Давление в газах, основное уравнение молекулярно-кинетической теории (в форме Клаузиуса).
2. Изотермическое расширение газа. Изотермическая сжимаемость. Закон Бойля—Мариотта.
3. Изобарное расширение газа. Коэффициент объемного расширения. Закон Гей-Люссака.
4. Изохорный процесс в газах. Термический коэффициент давления. Закон Шарля.
5. Идеальный газ. Термическое уравнение состояния (вывод на основе газовых законов).
6. Вывод уравнения состояния идеального газа из молекулярно-кинетической теории.
7. Средняя кинетическая энергия молекул газа, внутренняя энергия в молекулярно-кинетической теории.
8. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы частиц. Связь внутренней энергии и теплоемкости с числом степеней свободы частиц.
9. Измерение скоростей молекул газа. Опыты Штерна.
10. Функция распределения Максвелла. Распределение Максвелла—Больцмана.
11. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
12. Флуктуации в идеальном газе.
13. Связь энтропии с термодинамической вероятностью. Формула Больцмана.
14. Столкновения частиц в газах. Эффективное сечение и кинетический диаметр столкновения, средняя длина и время свободного пробега частиц.
15. Явления диффузии, теплопроводности и внутреннего трения (вязкости). Опытные законы, описывающие эти явления.
16. Явление диффузии в газах, молекулярно-кинетические представления об этом явлении, связь коэффициента диффузии с кинетическими параметрами газа.
17. Явление теплопроводности в газах, молекулярно-кинетические представления об этом явлении, связь коэффициента теплопроводности с кинетическими величинами газа.
18. Явление внутреннего трения (вязкости) в газах, молекулярно-кинетические представления об этом явлении, связь коэффициента вязкости с кинетическими параметрами газа.
19. Явления переноса в газах при низких давлениях, вакуумные явления.
20. Термодинамическая система, параметры состояния. Исходные положения, «нулевое начало» термодинамики. Температура.
21. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия как функция состояния. Работа, теплота и теплоемкость системы.
22. Теплоемкость системы. Удельная и молярная теплоемкости. Теплоемкости C_p и C_v , связь между ними.
23. Термическое и калорическое уравнения состояния. Первое начало и уравнения состояния для идеального газа.
24. Изотермический процесс в идеальном газе. Изменение внутренней энергии, работа и теплота при этом процессе.
25. Изохорный процесс в идеальном газе. Изменение внутренней энергии, работа и теплота при этом процессе.
26. Изобарный процесс в идеальном газе. Изменение внутренней энергии, работа и теплота при этом процессе.

27. Адиабатный процесс в идеальном газе. Уравнение Пуассона. Изменение внутренней энергии, работа и теплота при этом процессе.
28. Политропный процесс. Уравнение политропы, показатель политропы.
29. Второе начало термодинамики для равновесных процессов. Температура и энтропия.
30. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Неравенство Клаузиуса.
31. Второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Неравенство Клаузиуса и возрастание энтропии.
32. Круговые процессы. Приведенная теплота и равенство Клаузиуса. Энтропия как функция состояния.
33. Третье начало термодинамики (теорема Нернста). Недостижимость абсолютного нуля температуры.
34. Условия термодинамического равновесия.
35. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля—Томсона. Сжижение газов.
36. Реальные газы. Экспериментальные изотермы реального газа. Область двухфазной системы, отличие ее свойств от свойств идеального газа. Критическое состояние.
37. Уравнение Ван-дер-Ваальса и критическое состояние. Связь постоянных Ван-дер-Ваальса с критическими и молекулярными параметрами.
38. Жидкость как агрегатное состояние вещества. Степень упорядоченности частиц, характер теплового движения, плотность, сжимаемость, вязкость жидкости.
39. Фазовый переход жидкость-пар. Теплота перехода, уравнение Клапейрона—Клаузиуса.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и Балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов — это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

Ответ обучающегося на экзамене оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на экзамене неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (<40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Шкала оценивания экзамена

Критерии оценивания	Баллы
Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Свободное владение основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.	21-30
Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.	11-20
Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета. Удовлетвори-	

тельное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	5-10
Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета и менее.	0-4

Итоговая шкала оценивания дисциплины

Оценка по 5-балльной системе		Оценка по 100-балльной системе
5	отлично	81 – 100
4	хорошо	61 - 80
3	удовлетворительно	41 - 60
2	неудовлетворительно	0 - 40

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Кикоин, И.К. Молекулярная физика: учеб.пособие для вузов / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. - 4-е изд. - СПб. : Лань, 2019. - 480с. – Текст: непосредственный.
2. Савельев И.В. Курс общей физики : учеб. пособие: в 3-х т. / И. В. Савельев. – 15-е изд. – СПб: Лань, 2019. – Текст: непосредственный.
3. Зисман, Г.А. Курс общей физики: учеб.пособие для вузов в 3-х т. / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. - 7-е изд. - СПб. : Лань, 2019. - 504с. – Текст: непосредственный.

6.2. Дополнительная литература

1. Барабанова, Н.Н. Лабораторный практикум: молекулярная физика : сб.лаб.работ / Барабанова Н.Н.,сост. - М. : МГОУ, 2014. - 40с. – Текст: непосредственный.
2. Башлачев Ю.А. Фундаментальные эксперименты физики : курс лекций / Ю. А. Башлачев, Д. Л. Богданов. - М. : ЛЕНАНД, 2012. - 240с. – Текст: непосредственный
3. Бухарова, Г. Д. Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания : учебное пособие для вузов . — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 221 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/513121>
4. Доломатов, М. Ю. Физико-химия наночастиц : учебное пособие для вузов / М. Ю. Доломатов, Р. З. Бахтизин, М. М. Доломатова. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 285 с. —Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/518726>
5. Замураев, В. П. Молекулярная физика. Задачи : учебное пособие для вузов / В. П. Замураев, А. П. Калинина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 189 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/494423>
6. Молекулярная физика. Термодинамика. Конденсированные состояния : учебное пособие / Ш.А. Пиралишвили, Е.В. Шалагина, Н.А. Каляева, Е.А. Попкова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 200 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/91292> — Текст : электронный.

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614
2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows
Microsoft Office
Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ
Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.