

Министерство просвещения РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Глазовский государственный инженерно-педагогический университет
имени В.Г. Короленко»

Утверждена
на заседании ученого совета университета

«21» апреля 2025 г. протокол № 9
Приказ № 45 от 21 апреля 2025 г.

Ректор Я.А. Чиговская-Назарова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ОБЩАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА.
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА**

Уровень основной профессиональной образовательной программы	Бакалавриат
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль)	Физика и Математика
Форма обучения	Очная
Семестр(ы)	2

1. Цель и задачи изучения дисциплины

1.1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – формирование способности осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки по молекулярной физике и термодинамике при решении профессиональных задач.

Задачи дисциплины:

- 1) сформировать у студентов навыки поиска, анализа и систематизации информации по молекулярной физике и термодинамике с использованием научной и учебной литературы, информационных баз данных;
- 2) изучить базовые концепции и методы молекулярной физики и термодинамики, развитые в современном естествознании;
- 3) познакомить студентов с фундаментальными экспериментами, позволившими установить закономерности тепловых явлений; на основе представления о молекулярном движении объяснить физические свойства вещества в газообразном, жидком и твердом состояниях; исследовать явления перехода из одного состояния в другое, а также физические процессы, происходящие в веществе при внешних воздействиях;
- 4) изучить физические явления, происходящие в газах, жидкостях и твердых телах, с точки зрения энергетических преобразований, понять принципы работы тепловых машин;
- 5) изучить основные законы молекулярной физики и термодинамики, историю их открытия;
- 6) освоить основы метода научного познания, рассмотрев учебную теорию тепловых явлений; научиться применять ее для объяснения физических явлений и процессов;
- 7) приобрести навыки работы с лабораторным оборудованием, обеспечивающим лабораторный и демонстрационный учебный эксперимент по молекулярной физике и термодинамике;
- 8) освоить методы решения типовых количественных задач по молекулярной физике и термодинамике;
- 9) подготовить студентов к применению специальных знаний и умений по молекулярной физике и термодинамике в педагогической деятельности.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	ПК-1
Формулировка компетенции	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач
Индикатор достижения компетенции	ИПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ИПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ИПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

Код компетенции	ПК-3
Формулировка компетенции	Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов
Индикатор достижения компетенции	ИПК-3.1. Владеет способами интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.). ИПК-3.2. Использует образовательный потенциал социокультур-

	ной среды региона в преподавании (предмета по профилю) в учебной и во внеурочной деятельности. ИПК-3.3. Знает психолого-педагогические условия создания развивающей образовательной среды для достижения личностных и метапредметных результатов обучения.
--	---

1.3. Воспитательная работа

Направление воспитательной работы	Тип задач	Формы работы
патриотическое воспитание	педагогический сопровождения методический	обсуждение вклада отечественных физиков; выступление на занятии
трудовое воспитание		качественное оформление студентом конспектов лекций, решений задач, лабораторных работ

1.4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Общая и экспериментальная физика. Молекулярная физика. Термодинамика» относится к обязательной части учебного плана, предметно-методический модуль по профилю Физика. К началу изучения дисциплины студенты должны владеть школьным курсом физики и математики. Используются результаты освоения дисциплины «Общая и экспериментальная физика. Механика». Результаты освоения дисциплины «Общая и экспериментальная физика. Молекулярная физика. Термодинамика» используются при изучении других разделов общей и экспериментальной физики.

1.5. Особенности реализации дисциплины

Дисциплина реализуется на русском языке.

2. Объем дисциплины

Вид учебной работы по семестрам	Всего зачетных единиц	Академ. часы	Из них в форме практической подготовки
Общая трудоемкость дисциплины	5	180	
СЕМЕСТР 2			
Контактная работа с преподавателем:			
Аудиторные занятия (всего)		72	
Занятия лекционного типа		24	
Лабораторные работы		24	
Занятия семинарского типа		–	
Практические занятия		24	
КСР		–	
Самостоятельная работа обучающихся		72	
Вид промежуточной аттестации: Экзамен		36	

3. Содержание дисциплины

3.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

Разделы и темы дисциплины	Всего	Ауд	Лек	Лаб	Пр	Сем	КСР	СР
<i>1. Молекулярно-кинетическая теория (МКТ) вещества</i>								
1.1. Основные положения и понятия МКТ	16	8	2	4	2			8

1.2. Идеальный газ	16	8	2	4	2			8
1.3. Распределение Максвелла и Больцмана	8	4	2		2			4
1.4. Явления переноса	8	4	2		2			4
<i>2. Основы термодинамики</i>								
2.1. Первое начало термодинамики	24	12	2	8	2			12
2.2. Необратимые и обратимые процессы	8	4	2		2			4
2.3. Второе начало термодинамики. Теорема Нернста	8	4	2		2			4
<i>3. Реальные газы, жидкости и твердые тела</i>								
3.1. Реальные газы	8	4	2		2			4
3.2. Жидкости	16	8	2	4	2			8
3.3. Твердые тела	16	8	2	4	2			8
3.4. Фазовые переходы	8	4	2		2			4
3.5. Агрегатные состояния вещества. Самоорганизация	8	4	2		2			4
Экзамен	36							
Всего	180	72	24	24	24			72

Содержание согласно ЯДРУ

Молекулярно-кинетическая теория вещества. Идеальный газ. Распределения Максвелла и Больцмана. Явления переноса в газах. Основы термодинамики. Внутренняя энергия. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Реальные жидкости и газы. Тепловые свойства твердых тел. Понятие о зонной теории твердых тел. Теория электропроводности в металлах и полупроводниках.

3.2. Занятия лекционного типа СЕМЕСТР 2

Лекция 1.

Тема: Основные положения и понятия МКТ

Краткая аннотация к лекции.

1. *Экспериментальное обоснование молекулярно-кинетических представлений.* Макроскопическая система. Число Авогадро. Количество вещества. Моль. Экспериментальное определение постоянной Авогадро.
2. *Статистическое описание макроскопических систем.* Микросостояния и макросостояния. Статистический вес.
3. *Средние величины и флуктуации.* Равновесные и неравновесные состояния. Время релаксации.
4. *Параметры макроскопической системы.* Равновесное состояние. Уравнение состояния макроскопической системы.
5. *Температура.* Физические величины, зависящие от температуры. Измерение температуры. Термометры.
6. *Внутренняя энергия макросистемы.* Количество теплоты и работа. Теплоемкость. Удельная и молярная теплоемкости.
7. *Энтропия – количественная мера беспорядка в макросистеме.* Изменение энтропии. Закон возрастания энтропии. Изэнтропический процесс.

Лекция 2.

Тема: Идеальный газ

Краткая аннотация к лекции.

1. *Модель идеального газа.* Давление идеального газа. Основное уравнение МКТ для идеального газа.
2. *Газовый термометр.* Измерение температуры газовым термометром. Абсолютная шкала температур.
3. *Уравнение Клапейрона-Менделеева.* Универсальная газовая постоянная. Изопроцессы. Газовые законы.

Лекция 3.

Тема: Распределения Максвелла и Больцмана

Краткая аннотация к лекции.

1. *Распределение Максвелла.* Функция распределения Максвелла. График кривой Максвелла. Наивероятнейшая скорость молекул газа. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.
2. *Число степеней свободы механической системы.* Равномерное распределение энергии хаотического движения молекул газа по степеням свободы.
3. *Распределение Больцмана.* Барометрическая формула. Экспериментальная проверка распределения Больцмана.

Лекция 4.

Тема: Явления переноса

Краткая аннотация к лекции.

1. *Столкновения молекул.* Характеристики соударений. Средняя длина свободного пробега молекул.
2. *Явления переноса.* Вязкость (внутреннее трение). Коэффициент вязкости. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности.
3. *Диффузия в газах.* Стационарная и нестационарная диффузии. Коэффициент диффузии. Связь между кинетическими коэффициентами переноса.
4. *Разреженный газ.* Кинетические явления в разреженном газе. Технический вакуум.

Лекция 5.

Тема: Первое начало термодинамики

Краткая аннотация к лекции.

1. *Внутренняя энергия как функция состояния.* Количество теплоты и работа как функции процесса.
2. *Первое начало термодинамики.* Квазистатические процессы. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатический процесс. Вечный двигатель первого рода. Политропический процесс.

Лекция 6.

Тема: Необратимые и обратимые процессы

Краткая аннотация к лекции.

1. *Необратимые и обратимые процессы.* Расширение газа в пустоту. Необратимость реальных процессов.
2. *Круговые процессы (циклы).* Принцип работы тепловой и холодильной машин.
3. *Реальные циклы.* Цикл Карно. КПД тепловой машины.

Лекция 7.

Тема: Второе начало термодинамики. Теорема Нернста

Краткая аннотация к лекции.

1. *Второе начало термодинамики.* Вечный двигатель второго рода. Статистический характер второго начала термодинамики.
2. *Приведенная теплота.* Теорема Клаузиуса. Энтропия как функция состояния. Связь энтропии с теплотой для обратимых процессов. Основное уравнение термодинамики.

3. *Термодинамическая шкала температур.* Третье начало термодинамики. Недостижимость абсолютного нуля.

Лекция 8.

Тема: Реальные газы

Краткая аннотация к лекции.

1. *Отступления реальных газов от законов идеального газа.* Учет сил молекулярного притяжения и размеров молекул.
2. *Уравнение Ван-дер-Ваальса.* Изотермы реального газа. Критическое состояние.
3. *Внутренняя энергия реального газа и его теплоемкость.* Эффект Джоуля-Томсона для газа Ван-дер-Ваальса.

Лекция 9.

Тема: Жидкости

Краткая аннотация к лекции.

1. *Сжижение газов и получение низких температур.* Жидкости. Свойства жидкого состояния.
2. *Поверхностный слой.* Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Адсорбция.
3. *Криволинейная поверхность жидкости.* Формула Лапласа. Смачивание и несмачивание. Краевой угол. Капиллярные явления.
4. *Жидкие растворы.* Массовая и молярная концентрации раствора. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

Лекция 10.

Тема: Твердые тела

Краткая аннотация к лекции.

1. *Аморфные и кристаллические тела.* Ближний и дальний порядок. Квазикристаллы.
2. *Кристаллическая решетка.* Классификация кристаллов. Анизотропия свойств кристаллов. Полиморфизм.
3. *Дефекты и дислокации в кристаллах.* Точечные, линейные, поверхностные и объемные дефекты.
4. *Механические свойства кристаллов.* Деформации. Тепловое расширение кристаллов.
5. *Теплоемкость кристаллической решетки.* Закон Дюлонга и Пти. Теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая. Теплопроводность кристаллов.

Лекция 11.

Тема: Фазовые переходы

Краткая аннотация к лекции.

1. *Фазовые переходы первого и второго рода.* Диаграмма равновесия твердой, жидкой и газовой фаз. Тройная точка. Жидкие кристаллы.
2. *Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.* Зависимость температуры кристаллизации от давления. Твердые растворы (сплавы).

Лекция 12.

Тема: Агрегатные состояния вещества. Самоорганизация

Краткая аннотация к лекции.

1. *Испарение и конденсация.* Удельная теплота парообразования и конденсации. Равновесие жидкости и пара. Насыщенный пар. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.
2. *Кипение жидкости.* Зависимость температуры кипения от давления. Условие существования пузырька в жидкости.
3. *Перегретая жидкость и переохлажденный пар.* Метастабильные состояния вещества.
4. *Плавление и кристаллизация.* Удельная теплота плавления и кристаллизации.

5. *Самоорганизующиеся системы.* Устойчивые состояния неравновесных систем. Самоорганизация в больших системах. Ячейки Бенара.
6. *Реакция Белоусова-Жаботинского.* Детерминированный хаос. Эволюция неравновесных систем.

3.3. Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены

3.4. Практические занятия

СЕМЕСТР 2

Практическое занятие 1.

Тема: Основные положения и понятия МКТ

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

1. Колба емкостью 0,5 л содержит газ при нормальных условиях. Сколько молекул газа находится в колбе?
2. В баллоне объемом 5 л содержится 20 г кислорода. Определите концентрацию газа.
3. Сколько молекул газа содержится в баллоне емкостью 30 л при давлении 5 МПа и температуре 300 К?
4. Средняя квадратичная скорость молекул кислорода 500 м/с. Давление газа 2 МПа. Найти концентрацию молекул при этих условиях.
5. Газ нагревается в открытом сосуде при нормальном атмосферном давлении от 27°C до 327°C. Какое приращение получит при этом концентрация газа?
6. В колбе емкостью 100 см³ содержится газ при 300 К. На сколько понизится давление газа в колбе, если из колбы выйдет 10²⁰ молекул?
7. Какова длина ребра куба, содержащего миллион молекул идеального газа при нормальных условиях?
8. Найдите массу одной молекулы, количество молекул, содержащихся в 200 г и в 5 молях воды.

Практическое занятие 2.

Тема: Идеальный газ

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

1. Какой объем занимают 10 г кислорода при давлении 750 мм рт. ст. и температуре 20°C?
2. При нагревании газа на 100°C при постоянном давлении объем его увеличился в 3 раза. В каком интервале температур происходило нагревание?
3. Найдите объем, занимаемый 20 г азота при давлении 720 мм рт. ст. и температуре 7°C.
4. Имеется два сосуда с газом: один объемом 3 л, другой 4 л. В первом давлении 2 ат, во втором 1 ат. Под каким давлением будет газ, если сосуды соединить между собой? Температура в сосудах одинакова.
5. В сосуд вместимостью 10 л, наполненный сухим воздухом при нормальных условиях, вводят 3 г воды и нагревают до 100°C. Определите давление влажного воздуха в сосуде при этой температуре.
6. Открытую стеклянную трубку длиной 1 м наполовину погружают в ртуть. Затем трубку закрывают пальцем и вынимают. Какой длины столбик ртути останется в трубке? Атмосферное давление равно 750 мм рт. ст.
7. В цилиндре с площадью основания 100 см² находится воздух. Поршень находится на высоте 50 см. На сколько опустится поршень, если на него положить груз массой 100 кг, а воздух при этом нагреется на 3°C? Атмосферное давление 750 мм рт. ст. Начальная температура воздуха 12°C.
8. Сосуд объемом 30 л содержит смесь водорода и гелия при температуре 27°C и давлении 828 кПа. Масса смеси 24 г. Определите массу водорода и гелия.
9. Объем пузырька воздуха по мере всплывания его со дна озера на поверхность увеличивается в три раза. Какова глубина озера?

Практическое занятие 3.

Тема: Распределения Максвелла и Больцмана

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

1. Каковы наивероятнейшие скорости молекул метана и гелия при 127°C?
2. При какой температуре молекулы аргона имеют такую же среднюю квадратичную скорость, как молекулы гелия при 100 K?
3. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул азота больше их наиболее вероятной скорости на 50 м/с?
4. Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа при нормальных условиях равна 461 м/с. Какое количество молекул содержится в 1 г этого газа?

Практическое занятие 4.

Тема: Явления переноса

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

1. Найдите среднее число столкновений в 1 с молекул при температуре 27°C и давлении 400 мм рт. ст.
2. Каким должно быть давление азота в колбе объемом $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$, чтобы получить вакуум? Температура в колбе 27°C.
3. В баллоне объемом 10 дм³ находится 2 г гелия. Определите среднюю длину свободного пробега молекул гелия.
4. В сосуде объемом 100 см³ при давлении $3 \cdot 10^5$ Па и температуре 27°C находится азот. Найдите число столкновений, испытываемых всеми молекулами за секунду, считая, что соударения носят парный характер.
5. В сферической колбе объемом 1 л находится азот. При какой плотности азота средняя длина свободного пробега молекул азота больше размеров сосуда?

Практическое занятие 5.

Тема: Первое начало термодинамики

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

1. Определите среднюю кинетическую энергию поступательного движения одной молекулы азота при 300 K.
2. Баллон содержит азот массой 2 г при 280 K. Определите суммарную кинетическую энергию поступательного движения всех молекул газа.
3. Чему равны удельные теплоемкости C_p и C_v некоторого двухатомного газа, если плотность этого газа при нормальных условиях равна 1,43 г/л?
4. Определите отношение удельных теплоемкостей газовой смеси, состоящей из водорода массой 4 г и углекислого газа массой 22 г.
5. Многоатомный газ, находящийся под давлением 0,1 МПа при 7°C, был изобарно нагрет на 40 K, в результате чего он занял объем 8 л. Определите количество теплоты, переданное газу.
6. Двухатомный газ находится в закрытом баллоне емкостью 5 л под давлением 0,2 МПа. После нагревания давление в баллоне увеличилось в 4 раза. Определите количество теплоты, переданное газу.
7. В закрытом сосуде находится 20 г азота и 32 г кислорода. Найдите изменение внутренней энергии этой смеси газов при охлаждении ее на 28 K.

Практическое занятие 6.

Тема: Необратимые и обратимые процессы.

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

1. Один моль идеального двухатомного газа, находящийся под давлением 0,1 МПа при температуре 300 K, нагревают при постоянном объеме до давления 0,2 МПа. После этого газ изотермически расширился до начального давления и затем изобарически был

- сжат до начального объема. Начертите график цикла. Определите температуру газа для характерных точек цикла и его КПД.
- Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, получает за каждый цикл от нагревателя 600 кал. Температура нагревателя 400 К, температура холодильника 300 К. Найдите работу, совершаемую машиной за один цикл, и количество тепла, отдаваемого холодильнику за один цикл.
 - Один киломоль идеального газа совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. При этом объем газа изменяется от 25 м^3 до 50 м^3 и давление изменяется от 1 атм до 2 атм. Во сколько раз работа, совершаемая при таком цикле, меньше работы, совершаемой в цикле Карно, изотермы которого соответствуют наибольшей и наименьшей температурам рассматриваемого цикла, если при изотермическом расширении объем увеличился в два раза?

Практическое занятие 7.

Тема: Второе начало термодинамики. Теорема Нернста

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

- Найдите изменение энтропии при переходе 8 г кислорода от объема в 10 л при температуре 80°C к объему в 40 л при температуре 300°C .
- Водород массой 6,6 г расширяется изобарически до удвоения объема. Найдите изменение энтропии.
- Азот массой 10,5 г изотермически расширяется от объема 2 л до объема 5 л. Найдите прирост энтропии.

Практическое занятие 8.

Тема: Реальные газы

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

- Кислород ($\nu = 10$ моль) находится в сосуде объемом 5 л. Определите собственный объем молекул и внутреннее давление газа. Поправки a и b примите равными соответственно $0,36 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$ и $3,17 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$.
- Углекислый газ массой 6,6 кг при давлении 0,1 МПа занимает объем $3,75 \text{ м}^3$. Определите температуру газа, если: 1) газ идеальный; 2) газ реальный, $a = 0,361 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$, $b = 4,28 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$.
- Углекислый газ массой 88 г занимает при температуре 290 К объем 1000 см^3 . Определите внутреннюю энергию газа, если: 1) газ идеальный; 2) газ реальный, $a = 0,361 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$.

Практическое занятие 9.

Тема: Жидкости

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

- При определении силы поверхностного натяжения капельным методом число капель глицерина, вытекающего из капилляра равно 50. Общая масса глицерина 1 г, а диаметр шейки капли в момент отрыва 1 мм. Определите поверхностное натяжение глицерина.
- Считая процесс образования мыльного пузыря изотермическим, определите работу, которую надо совершить, чтобы увеличить его диаметр с 6 мм до 60 мм. Поверхностное натяжение мыльного раствора примите равным 40 мН/м.
- Две капли воды радиусом 1 мм каждая слились в одну большую каплю. Считая процесс изотермическим, определите уменьшение поверхностной энергии при этом слиянии, если поверхностное натяжение воды 73 мН/м.
- Вертикальный стеклянный капилляр погружен в воду. Определите радиус кривизны мениска, если высота столба воды в трубке 20 мм. Плотность воды 1 г/см^3 , поверхностное натяжение 73 мН/м.
- Давление воздуха внутри мыльного пузыря на 200 Па больше атмосферного. Определите диаметр пузыря. Поверхностное натяжение мыльного раствора 40 мН/м.

6. Воздушный пузырек диаметром 0,02 мм находится на глубине 25 см под поверхностью воды. Определите давление воздуха в пузырьке.

Практическое занятие 10.

Тема: Твердые тела

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

1. Используя закон Дюлонга и Пти, определите удельные теплоемкости натрия и алюминия.
2. Пользуясь законом Дюлонга и Пти, определите, во сколько раз удельная теплоемкость железа больше удельной теплоемкости золота.
3. Для нагревания металлического шарика массой 10 г от 20°C до 50°C затратили количество теплоты, равное 62,8 Дж. Пользуясь законом Дюлонга и Пти, определите материал шарика.

Практическое занятие 11.

Тема: Фазовые переходы

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

1. Изменение энтропии при плавлении 1 моль льда составило 25 Дж/К. Определите, на сколько изменится температура плавления льда при увеличении внешнего давления на 1 МПа? Плотность льда 0,9 г/см³.
2. Лед массой 2 кг при 0°C был превращен в воду той же температуры при помощи пара, имеющего температуру 100°C. Определите массу израсходованного пара. Найдите изменение энтропии системы лед-пар при таянии льда.
3. Кусок льда массой 0,1 кг, имевший первоначальную температуру 240 К, превращен в пар при температуре 373 К. Определите изменение энтропии, считая, что теплоемкости льда и воды, равны соответственно, $1,8 \cdot 10^3$ Дж/кг · К и $4,18 \cdot 10^3$ Дж/кг · К, удельная теплота плавления льда $3,35 \cdot 10^5$ Дж/кг, удельная теплота кипения воды $2,26 \cdot 10^6$ Дж/кг.

Практическое занятие 12.

Тема: Агрегатные состояния. Самоорганизация

Перечень заданий: решение физических задач по теме.

1. В комнате объемом 40 м³ температура воздуха 20°C, его относительная влажность 20%. Сколько надо испарить воды, чтобы относительная влажность достигла 50%? Известно, что при 20°C давление насыщающих паров 2330 Па.
2. По гигрометру обнаружено появление росы при температуре 10°C. Какова абсолютная и относительная влажность воздуха, если его температура равна 18°C.
3. Днем температура воздуха была 25°C относительная влажность 66%. Ночью температура упала до 11°C. Выпала ли роса? Если выпала, то сколько воды выделилось из каждого кубического метра воздуха.
4. Изотермически сжимают водяной пар массой 9 г при температуре 30°C. При каком объеме пар начнет конденсироваться? Давление насыщенного водяного пара при 30°C равно 4240 Па.

3.5. Лабораторные работы

СЕМЕСТР 2

На занятиях осуществляется: допуск к работе, сборка экспериментальной установки, выполнение эксперимента, обработка полученных результатов, оформление отчета, заключение по работе, получение дифференцированного зачета по выполненной работе.

При выполнении эксперимента студент выполняет задания:

- 1) изучите экспериментальную установку;
- 2) научитесь пользоваться измерительными приборами; определите системы приборов, их пределы измерения, класс точности, относительную и абсолютную погрешности;
- 3) продумайте последовательность действий при выполнении эксперимента;

- 4) выполните эксперимент, записывая результаты непосредственных измерений в заранее подготовленную таблицу;
- 5) постройте графики исследованных в эксперименте зависимостей одних величин от других;
- 6) сделайте необходимые вычисления;
- 7) определите погрешности полученных результатов;
- 8) оформите выполненную работу;
- 9) напишите заключение по выполненной работе.

Лабораторные работы оснащены инструкциями, содержащими перечень оборудования и задания. *Цель работы* формулируется студентами самостоятельно на основе ее названия.

Лабораторная работа 1 (4 часа).

Тема: Определение размеров молекул олеиновой кислоты

Оборудование: Лабораторная установка для определения размеров молекул олеиновой кислоты.

Лабораторная работа 2 (4 часа).

Тема: Изучение зависимости давления газа от его объема при постоянной температуре

Оборудование: Лабораторная установка для изучения зависимости давления газа от его объема при постоянной температуре.

Лабораторная работа 3 (4 часа).

Тема: Определение молярной и удельной газовой теплоемкости при постоянном объеме

Оборудование: Лабораторная установка для определения молярной и удельной газовой теплоемкости при постоянном объеме.

Лабораторная работа 4 (4 часа).

Тема: Определение отношения газовых теплоемкостей C_p и C_v методом Клемана и Дезорма

Оборудование: Лабораторная установка для определения отношения газовых теплоемкостей C_p и C_v методом Клемана и Дезорма.

Лабораторная работа 5 (4 часа).

Тема: Определение коэффициента поверхностного натяжения капиллярным методом

Оборудование: Лабораторная установка для определения коэффициента поверхностного натяжения капиллярным методом

Лабораторная работа 6 (4 часа).

Тема: Определение коэффициента линейного расширения твердых тел

Оборудование: Лабораторная установка для определения коэффициента линейного расширения твердых тел.

3.6. Контроль самостоятельной работы

Учебным планом не предусмотрены

3.7. Самостоятельная работа студентов

Рекомендуемые формы самостоятельной работы студентов: 1) оформление конспекта; 2) решение физических задач; 3) подготовка к лабораторной работе; 4) оформление отчета по лабораторной работе; 5) подготовка к контрольной работе.

4. Фонд оценочных средств

ФОС включает оценочные средства текущего, промежуточного и итогового контроля (Приложение 1).

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1. Основная литература

1. Гершензон, Е.М. Молекулярная физика: Учеб. пособие для студ. пед. вузов / Е.М. Гершензон, Н.Н. Малов, А.Н. Мансуров. – Москва : Академия, 2000. – 272 с. – Текст : непосредственный.
2. Ефремов, Ю.С. Статистическая физика и термодинамика: учебное пособие для вузов / Ю.С. Ефремов. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 209 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05152-0. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/539573> (дата обращения: 07.03.2025).
3. Козырев, А. В. Термодинамика и молекулярная физика : учебное пособие / А. В. Козырев. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2012. — 114 с. — ISBN 978-5-4332-0029-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/13871.html> (дата обращения: 08.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Кудинов, И. В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика : учебное пособие / И. В. Кудинов, Е. В. Стефанюк. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 172 с. — ISBN 978-5-9585-0554-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22626.html> (дата обращения: 08.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Савельев, И.В. Курс общей физики. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. – М. : Наука, 1989. – 352 с. – Текст : непосредственный.
6. Технология и содержание обучения: физические дисциплины. Технология. Стандарты. Программы. Теория. Эксперимент. Задачи. Контрольно-измерительные материалы / Под ред. В.В. Майера. – 213 с. – URL: <https://lib.rucont.ru/efd/715993> (дата обращения 28.03.2025). – Текст : электронный.

5.2. Дополнительная литература

1. Базаров, И.П. Термодинамика: Учеб. для студентов ун-тов / И.П. Базаров. – Москва : Высшая школа, 1991. – 375 с. – Текст : непосредственный.
2. Бондарев, Б.В. Курс общей физики в 3 кн. Книга 3: термодинамика, статистическая физика, строение вещества: учебник для вузов / Б.В. Бондарев, Н.П. Калашников, Г.Г. Спирин. – Москва : Издательство Юрайт, 2023. – 369 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-1755-0. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/532034> (дата обращения: 07.03.2025).
3. Бухарова, Г.Д. Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания: учебное пособие для вузов / Г.Д. Бухарова. – Москва : Издательство Юрайт, 2024. – 221 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09388-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/537913> (дата обращения: 07.03.2025).
4. Сандаков, С. А. Термодинамика : методические указания к лабораторным работам / С. А. Сандаков, И. А. Пикулев. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2008. — 58 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/21767.html> (дата обращения: 08.03.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Сивухин, Д.В. Общий курс физики: Учеб. пособие: Для вузов. В 5 т. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. – Москва : Физматлит, 2006. – 544 с. – Текст : непосредственный.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

6.1. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Физика в опытах и экспериментах: <https://www.getaclass.ru/course/fizika-v-opytah-i-eksperimentah>
2. Журналы:
<https://fiz.1sept.ru/fizarchive.php> – Физика
<http://www.kvant.info/> – Квант
<https://iopscience.iop.org/journal/0031-9120> – Physics Education
<https://aapt.scitation.org/journal/pte> – The Physics Teacher

6.2. Перечень необходимых профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Электронная библиотечная система «IPR SMART». Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>

Электронная библиотечная система «Юрайт». Режим доступа: <https://urait.ru>

Электронно-библиотечная система «Лань» (раздел «Сетевая электронная библиотека педагогических вузов»). Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

Электронно-библиотечная система «Руконт». Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/search>

Межвузовская электронная библиотека. Режим доступа: <https://icdlib.nspu.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

Национальная электронная детская библиотека. Режим доступа: <https://arch.rgdb.ru/xmlui/>

Национальная электронная библиотека. Режим доступа: <https://rusneb.ru>

Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. Режим доступа: <https://www.prilib.ru>

Polpred.com Обзор СМИ. Режим доступа: <https://polpred.com>

7. Методические указания и учебно-методическое обеспечение для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина реализуется в соответствии с указаниями «Методические рекомендации по организации образовательного процесса при освоении дисциплины», размещенными в ЭИОС университета (eios.ggpi.org).

Методические рекомендации для работы с инвалидами и лицами с ОВЗ размещены в ЭИОС университета (eios.ggpi.org).

8. Материально-техническая база, программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебный корпус 1, аудитория 208, 209.

Полный перечень материально-технической базы и программного обеспечения размещены в ЭИОС университета (eios.ggpi.org).

9. Рейтинг-план оценки успеваемости студентов

В течение семестра проводится рейтинг по 30 позициям для осуществления текущего контроля за усвоением учебного материала студентами. За факт посещения занятий баллы не ставятся.

Оценки по теории. Каждую неделю за счет времени выделенного для контроля самостоятельной работы студента проводится *контрольная работа по теории*. Также систематически осуществляются *проверка знаний формул и собеседования по пройденному материалу*.

Оценки по практике. На каждом практическом занятии проводится кратковременная *контрольная работа по решению задачи*. Результат оценивается по пятибалльной шкале.

Оценки за лабораторные занятия. Студенты сдают письменные *отчеты по лабораторным работам*.

1. Перед выполнением лабораторной работы, студент в течение академического часа письменно излагает теоретический материал, который он изучил при подготовке к работе.
2. Студент допускается к выполнению работы, если в его тетради оформлена заготовка отчета и он понимает физическую сущность явлений, которые собирается исследовать; в процессе выполнения работы проверяются знания принципа действия используемых приборов, умения собирать экспериментальную установку, выполнять измерения и обрабатывать их результаты; после оформления работы студент сдает преподавателю отчет.
3. За выполненную работу студент получает две оценки: одну – за теорию, вторую – за проведение опыта.

Лист регистрации изменений и дополнений к РПД
 (фиксируются изменения и дополнения перед началом учебного года,
 при необходимости внесения изменений на следующий год –
 оформляется новый лист изменений)

Номер изменения	Содержание изменений	Номер и дата распоряди- тельного документа о внесении изменений
1		
2		
3		
4		
5		
6		

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОБЩАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и послитогового контроля по дисциплине

1.1. Настоящий Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине «Общая и экспериментальная физика. Молекулярная физика. Термодинамика» является неотъемлемым приложением к рабочей программе дисциплины «Общая и экспериментальная физика. Молекулярная физика. Термодинамика» (РПД). На данный ФОС распространяются все реквизиты утверждения, представленные в РПД по данной дисциплине.

1.2. Оценивание всех видов контроля (текущего, промежуточного, послитогового) осуществляется по 5-ти балльной шкале.

1.3. Результаты оценивания текущего контроля учитываются в рейтинге.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными индикаторами достижения компетенций

Код компетенции	ПК-1
Формулировка компетенции	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач
Индикатор достижения компетенции	ИПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ИПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ИПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

Код компетенции	ПК-3
Формулировка компетенции	Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов
Индикатор достижения компетенции	ИПК-3.1. Владеет способами интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.). ИПК-3.2. Использует образовательный потенциал социокультурной среды региона в преподавании (предмета по профилю) в учебной и во внеурочной деятельности. ИПК-3.3. Знает психолого-педагогические условия создания развивающей образовательной среды для достижения личностных и метапредметных результатов обучения.

3. Содержание оценочных средств текущего контроля и критерии их оценивания

3.1. Текущий контроль осуществляется преподавателем дисциплины при проведении занятий в следующих формах: собеседование по пройденному материалу, проверка знания формул, контрольная работа по теории, контрольная работа по задачам, отчет по лабораторной работе.

3.2. Формы текущего контроля и критерии их оценивания.

Форма контроля 1: собеседование по пройденному материалу

Типовые вопросы для собеседования по пройденному материалу

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время ответа на поставленный вопрос не более 2-3 минут.

Критерии оценивания: исчерпывающий ответ – 5 баллов; ответ с неточностями – 4 балла; удовлетворительный ответ – 3 балла; неверный ответ – 2 балла; отсутствие ответа – 1 балл.

1. Что такое термодинамические параметры? Какие термодинамические параметры вам известны?
2. Какое состояние системы называется равновесным?
3. Опишите модель идеального газа.
4. В чем заключается молекулярно-кинетическое толкование давления газа?
5. Каков физический смысл постоянной Авогадро?
6. Какими законами описываются изобарные и изохорные процессы?
7. Сформулируйте основное уравнение МКТ идеального газа.
8. Как определяется наиболее вероятная скорость? Средняя скорость?
9. В чем суть распределения Больцмана?
10. Как изменяется средняя длина свободного пробега с увеличением давления?
11. Какие явления называют явлениями переноса?
12. Что такое внутренняя энергия идеального газа?
13. Почему адиабата более крута, чем изотерма?
14. Чем отличаются обратимые и необратимые процессы?
15. В каком направлении может изменяться энтропия замкнутой системы?
16. Чем отличаются реальные газы от идеальных?
17. Каков смысл поправок при выводе уравнения Ван-дер-Ваальса?
18. Какова суть эффекта Джоуля-Томсона?
19. От чего зависит высота поднятия смачивающей жидкости в капилляре?
20. Что такое узлы кристаллической решетки?
21. Как можно классифицировать кристаллы?
22. Что такое насыщенный пар?
23. Чем отличается фазовый переход 1 рода от фазового перехода 2 рода?
24. Что такое диаграмма состояния?

Форма контроля 2: проверка знания формул

Типовые задания для проверки знания формул

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время выполнения задания 3 минуты.

Критерии оценивания: правильная формула – 1 балл; неверная формула – 0 баллов; итоговая оценка определяется суммой набранных баллов.

Типовые задания для проверки знания формул по теме «Идеальный газ».

Запишите следующие формулы:

1. Основное уравнение МКТ идеального газа.
2. Уравнение состояния идеального газа.
3. Распределение Максвелла.
4. Средняя квадратичная скорость.
5. Внутренняя энергия идеального газа.

Форма контроля 3: контрольная работа по теории

Типовая контрольная работа по теории

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время выполнения задания 45 минут.

Критерии оценивания: зачет по работе ставится, если даны не менее 50% верных ответов, удовлетворительно – не менее 60%, хорошо – не менее 80% и отлично – если даны не менее 90% правильных ответов.

Студент получает двойной лист ученической тетради, записывает вопросы и аккуратно формулирует ответы. Вопросы по теории, выносимые на контрольную работу, студент получает заранее:

Контрольная работа на идеальный газ.

1. Опишите модель идеального газа.
2. Выведите основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа.
3. Используя основное уравнение МКТ, получите уравнение состояния идеального газа.

Форма контроля 4: контрольная работа по задачам

Типовая контрольная работа по задачам

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время выполнения задания 45 минут.

Критерии оценивания.

1. Условие задачи аккуратно и разборчиво записано словами.
2. Данные задачи кратко выписаны столбиком, переведены в систему СИ.
3. Корректно и аккуратно изображено относящееся к задаче физическое явление.
4. Пояснены все относящиеся к задаче формулы.
5. Правильно сделан вывод расчетной формулы.
6. Безошибочно получено числовое значение искомой величины.
7. Правильно записан и проанализирован полученный ответ.

Неправильно решенная задача получает 2 балла; правильно решенная задача оценивается 3 баллами, к которым добавляется по одному баллу за каждый выполненный пункт критериев оценивания. Все баллы суммируются; зачет по задаче ставится, если набраны не менее 5 баллов, удовлетворительно – не менее 6, хорошо – не менее 8 и отлично – если получены не менее 9 баллов.

Типовая контрольная работа на первое начало термодинамики

Задача 1. Баллон содержит азот массой 2 г при 280 К. Определите суммарную кинетическую энергию поступательного движения всех молекул газа.

Задача 2. Многоатомный газ, находящийся под давлением 0,1 МПа при 7°C был изобарно нагрет на 40 К, в результате чего он занял объем 8 л. Определите количество теплоты переданное газу.

Форма контроля 5: отчет по лабораторной работе

Типовой отчет по лабораторной работе

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время выполнения задания: в течение лабораторных занятий.

На каждое занятие студент приходит с заранее оформленной заготовкой отчетов по запланированным экспериментам. Студент допускается к выполнению эксперимента, если он:

1) предъявляет полноценную заготовку отчета; 2) понимает физическую сущность исследуемого явления; 3) представляет порядок выполнения эксперимента; 4) знает требования техники безопасности.

Для оформления лабораторных работ необходима рабочая тетрадь. В качестве нее лучше всего подходит обычная ученическая тетрадь в клеточку объемом 18 листов. Записи в тетради производятся чернилами, рисунки выполняются мягким карандашом с грифелем 2В диаметром 0,5 мм. Отчеты по выполненным экспериментам включают следующие пункты.

1. *Название исследования*, которое определяет содержание предстоящей лабораторной работы.
2. *Цели эксперимента* студент формулирует самостоятельно. Для этого нужно прочитать имеющееся в пособии описание экспериментального исследования и представить себе основные его этапы. Затем необходимо сформулировать и записать цели обучения, развития и воспитания, которые студент перед собой ставит.
3. *Вывод расчетной формулы* осуществляется самостоятельно с использованием рекомендованной литературы.
4. *Устройство и принцип действия физических приборов*. При подготовке к работе должны быть изучены используемые в ней физические приборы и в рабочей тетради описаны те из них, которые студенту встречаются впервые.
5. *Экспериментальная установка*. По приведенному в пособии описанию студент рисует схему экспериментальной установки, обозначает на ней все элементы установки и поясняет их назначение.
6. *Выполнение эксперимента* заключается в создании условий для воспроизведения исследуемого явления и проведении необходимых измерений. Поэтому при подготовке отчета в рабочей тетради должен быть представлен порядок выполнения эксперимента, сделаны карандашом заготовки таблиц для записи результатов непосредственных измерений и вычислений, оставлено место для возможных заметок по ходу эксперимента.
7. *Наблюдаемые явления*. Если в процессе выполнения учебного исследования студент впервые наблюдает тепловые явления, то они должны быть зафиксированы и объяснены.
8. *Результаты эксперимента*. Студент самостоятельно выбирает способ обработки экспериментальных данных. Предпочтение отдается общепринятому алгоритму обработки результатов непосредственных измерений, который состоит в вычислении стандартной погрешности.
9. *Дополнительные вопросы*. В описании каждой лабораторной работы приведены дополнительные вопросы, на которые должен уметь отвечать студент.
10. *Заключение*. Студент указывает особенности выполненного эксперимента, перечисляет встретившиеся трудности, делает самооценку своей деятельности и определяет, насколько удалось достичь поставленные перед собой цели.
11. *Оценивание выполненной работы*. На каждом занятии студенты письменно отчитываются по теории запланированной к выполнению на занятии работы и предъявляют отчет по лабораторной работе, выполненной на предыдущем занятии. После беседы со студентом преподаватель двумя независимыми оценками по пятибалльной шкале оценивает знание физической теории исследуемого явления (пункты 1, 3, 4) и экспериментальные умения, полученные при выполнении лабораторной работы на предыдущем занятии (пункты 5-8). При необходимости он задает один или несколько дополнительных вопросов.

Оценки записываются в рабочую тетрадь, ставится дата и подпись преподавателя.

3.3. Методические указания по проведению процедуры текущего контроля

1. Текущий контроль проводится на протяжении всего семестра.
2. Сбор, обработка и оценивание результатов текущего контроля проводятся преподавателем, ведущим дисциплину.

3. Предъявление результатов оценивания осуществляется в течение недели после проведения контрольного мероприятия.
4. Результаты текущего контроля учитываются в рейтинге по дисциплине.
5. Все материалы, полученные от обучающихся в ходе текущего контроля (контрольная работа, диктант, тест, организация дискуссии, круглого стола, доклад, реферат, отчет по лабораторной работе, отчет по педагогической практике и т.п.), должны храниться в течение текущего семестра на кафедрах.
6. Считать, что положительные результаты текущего контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования указанных компетенций и индикаторов достижения компетенций (этапов формирования компетенций).

4. Содержание оценочных средств промежуточной аттестации и критерии их оценивания

4.1. Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена.

4.2. Содержание оценочного средства совпадает с содержанием дисциплины, представленным в рабочей программе дисциплины. Форма оценочного средства представляет собой набор из экзаменационных билетов, число которых равно числу тем лекционных занятий. Каждый билет состоит из трех пунктов: знать, уметь и владеть.

Проверяемые компетенции и индикаторы достижения компетенций: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.; ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Время выполнения задания: 2 часа – письменное оформление ответа, 15 минут – устная беседа.

Вопросы к экзамену

1. Экспериментальное обоснование молекулярно-кинетических представлений.
2. Микросостояния и макросостояния. Средние величины и флуктуации. Равновесные и неравновесные состояния и процессы.
3. Параметры макроскопической системы, задающие ее равновесное состояние. Моль. Число Авогадро.
4. Модель идеального газа. Газовые законы. Уравнение Клапейрона-Менделеева.
5. Основное уравнение МКТ для идеального газа.
6. Равномерное распределение энергии хаотического движения молекул по степеням свободы.
7. Распределение Максвелла и его экспериментальная проверка.
8. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
9. Определение постоянной Авогадро. Опыты Перрена.
10. Столкновения молекул. Средняя длина свободного пробега молекул. Технический вакуум.
11. Кинетические явления в разреженных газах. Диффузия.
12. Кинетические явления в разреженных газах. Теплопроводность.
13. Кинетические явления в разреженных газах. Вязкость.
14. Внутренняя энергия как функция состояния. Внутренняя энергия идеального газа.
15. Количество теплоты и работа как функции процесса. Необратимые и обратимые процессы.
16. Первое начало термодинамики. Примеры его применения к различным процессам.
17. Теплоёмкость. Теплоемкость идеального газа в различных процессах.
18. Циклические процессы. Тепловая и холодильная машины. КПД тепловой машины.
19. Цикл Карно. Теорема Карно.
20. Необратимые и обратимые процессы. Энтропия как функция состояния и ее связь с теплотой для обратимых процессов.
21. Второе начало термодинамики.
22. Третье начало термодинамики. Недостижимость абсолютного нуля
23. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса.

24. Внутренняя энергия реального газа.
25. Изотермы реального газа. Перегретая жидкость и переохлажденный пар. Критическое состояние.
26. Сжижение газов и получение низких температур.
27. Фазовые переходы первого и второго рода.
28. Диаграмма равновесия твердой, жидкой и газовой фаз. Тройная точка.
29. Равновесие фаз. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
30. Свойства жидкого состояния. Равновесие жидкости и пара. Кипение.
31. Растворы. Осмотическое давление.
32. Жидкие кристаллы.
33. Поверхностный слой. Поверхностное натяжение в жидкостях.
34. Смачивание. Формула Лапласа. Капиллярные явления.
35. Аморфные и кристаллические тела. Кристаллические решетки. Анизотропия свойств кристаллов.
36. Квантовые статистики.
37. Электроны в твердых телах. Уровень Ферми. Энергия Ферми.
38. Зонная теория твердых тел.
39. Теплоемкость кристаллической решетки. Закон Дюлонга и Пти.
40. Теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая.

Примерное содержание экзаменационных билетов

Экзаменационный билет № 1

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ПОНЯТИЯ МКТ

1. *Знать физическую теорию.* Экспериментальное обоснование молекулярно-кинетических представлений. Макроскопическая система. Число Авогадро. Количество вещества. Моль. Экспериментальное определение постоянной Авогадро. Статистическое описание макроскопических систем. Микросостояния и макросостояния. Статистический вес. Средние величины и флуктуации. Равновесные и неравновесные состояния. Время релаксации. Параметры макроскопической системы. Равновесное состояние. Уравнение состояния макроскопической системы. Температура. Физические величины, зависящие от температуры. Измерение температуры. Термометры. Внутренняя энергия макросистемы. Количество теплоты и работа. Теплоемкость. Удельная и молярная теплоемкости. Энтропия – количественная мера беспорядка в макросистеме. Изменение энтропии. Закон возрастания энтропии. Изэнтропический процесс.
2. *Уметь объяснять физические явления.* Почему броуновское движение особенно заметно у наиболее мелких взвешенных частичек, а у более крупных оно происходит менее интенсивно?
3. *Владеть методами решения физических задач.* Газ нагревается в открытом сосуде при нормальном атмосферном давлении от 27°C до 327°C . Какое приращение получит при этом концентрация газа?

Экзаменационный билет № 2

ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ

1. *Знать физическую теорию.* Модель идеального газа. Давление идеального газа. Основное уравнение МКТ для идеального газа. Газовый термометр. Измерение температуры газовым термометром. Абсолютная шкала температур. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Универсальная газовая постоянная. Изопроцессы. Газовые законы.
2. *Уметь объяснять физические явления.* Два одинаковых сосуда с водородом соединены горизонтальной трубкой, посередине которой имеется столбик ртути. В одном сосуде газ находится при 0°C , а в другом при -20°C . Сместится ли ртуть в трубке, если оба сосуда нагреть на 10°C ?

3. *Владеть методами решения типовых задач.* Гремучим газом называют смесь, состоящую из одной части водорода и восьми частей кислорода. Определите плотность гремучего газа при нормальных условиях.

Экзаменационный билет № 3

РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСВЕЛЛА И БОЛЬЦМАНА

1. *Знать физическую теорию.* Распределение Максвелла. Функция распределения Максвелла. График кривой Максвелла. Наивероятнейшая скорость молекул газа. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Число степеней свободы механической системы. Равномерное распределение энергии хаотического движения молекул газа по степеням свободы. Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Экспериментальная проверка распределения Больцмана.
2. *Уметь объяснять физические явления.* В воздухоплавании существует максимальная высота подъема воздушного шара. Объясните какими причинами это обусловлено.
3. *Владеть методами решения типовых задач.* Средняя квадратичная скорость молекул некоторого газа при нормальных условиях равна 461 м/с. Какое количество молекул содержится в 1 г этого газа?

Экзаменационный билет № 4

ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА

1. *Знать физическую теорию.* Столкновения молекул. Характеристики соударений. Средняя длина свободного пробега молекул. Явления переноса. Вязкость (внутреннее трение). Коэффициент вязкости. Теплопроводность. Коэффициент теплопроводности. Диффузия в газах. Стационарная и нестационарная диффузии. Коэффициент диффузии. Связь между кинетическими коэффициентами переноса. Разреженный газ. Кинетические явления в разреженном газе. Технический вакуум.
2. *Уметь объяснять физические явления.* В сосуд поверх раствора медного купороса залили чистую воду. Какие процессы происходят на границе раздела жидких сред? Какие изменения произойдут при увеличении температуры?
3. *Владеть методами решения типовых задач.* В сферической колбе объемом 1 л находится азот. При какой плотности азота средняя длина свободного пробега молекул азота больше размеров сосуда?

Экзаменационный билет № 5

ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ

1. *Знать физическую теорию.* Внутренняя энергия как функция состояния. Количество теплоты и работа как функции процесса. Первое начало термодинамики. Квазистатические процессы. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатический процесс. Вечный двигатель первого рода. Политропический процесс.
2. *Уметь объяснять физические явления.* Объясните, почему изотермическое расширение газа возможно только при подведении к нему некоторого количества теплоты.
3. *Владеть методами решения типовых задач.* Водород массой 6,5 г, находящийся при температуре 27°C, расширяется вдвое изобарически за счет притока тепла извне. Найдите работу расширения и изменение внутренней энергии газа.

Экзаменационный билет № 6

НЕОБРАТИМЫЕ И ОБРАТИМЫЕ ПРОЦЕССЫ

1. *Знать физическую теорию.* Необратимые и обратимые процессы. Расширение газа в пустоту. Необратимость реальных процессов. Круговые процессы (циклы). Принцип работы тепловой и холодильной машин. Реальные циклы. Цикл Карно. КПД тепловой машины.
2. *Уметь объяснять физические явления.* На электроплитку поставлен высокий химический стакан с водой. Внутри воды находится перевернутая пробирка, частично запол-

ненная водой. Какие процессы будут наблюдаться при нагревании жидкости? Решение объясните.

3. *Владеть методами решения типовых задач.* Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, получает за каждый цикл от нагревателя 600 кал. Температура нагревателя 400 К, температура холодильника 300 К. Найдите работу, совершаемую машиной за один цикл, и количество тепла, отдаваемого холодильнику за один цикл.

Экзаменационный билет № 7

ВТОРОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ. ТЕОРЕМА НЕРНСТА

1. *Знать физическую теорию.* Второе начало термодинамики. Вечный двигатель второго рода. Статистический характер второго начала термодинамики. Приведенная теплота. Теорема Клаузиуса. Энтропия как функция состояния. Связь энтропии с теплотой для обратимых процессов. Основное уравнение термодинамики. Термодинамическая шкала температур. Третье начало термодинамики. Недостижимость абсолютного нуля.
2. *Уметь объяснять физические явления.* Приведите пример идеального процесса, при котором вся теплота, заимствованная из теплового резервуара превращается в работу. Ответ обоснуйте.
3. *Владеть методами решения типовых задач.* Водород массой 6,6 г расширяется изобарически до удвоения объема. Найдите изменение энтропии.

Экзаменационный билет № 8

РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ

1. *Знать физическую теорию.* Отступления реальных газов от законов идеального газа. Учет сил молекулярного притяжения и размеров молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа и его теплоемкость. Эффект Джоуля-Томсона для газа Ван-дер-Ваальса.
2. *Уметь объяснять физические явления.* В запаянной с обоих концов U-образной трубке вода в обоих коленах оказывается на одном уровне при разных наклонах трубки. При каком условии это может быть?
3. *Владеть методами решения типовых задач.* Углекислый газ массой 88 г занимает при температуре 290 К объем 1000 см³. Определите внутреннюю энергию газа, если: 1) газ идеальный; 2) газ реальный, $a = 0,361 \text{ Н} \cdot \text{м}^4/\text{моль}^2$.

Экзаменационный билет № 9

ЖИДКОСТИ

1. *Знать физическую теорию.* Сжижение газов и получение низких температур. Жидкости. Свойства жидкого состояния. Поверхностный слой. Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Адсорбция. Криволинейная поверхность жидкости. Формула Лапласа. Смачивание и несмачивание. Краевой угол. Капиллярные явления. Жидкие растворы. Массовая и молярная концентрации раствора. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.
2. *Уметь объяснять физические явления.* В сосуд с горячей водой опущена капиллярная трубка. Будет ли изменяться уровень воды в трубке при остывании воды? Подробно обоснуйте свой ответ.
3. *Владеть методами решения типовых задач.* Давление воздуха внутри мыльного пузыря на 200 Па больше атмосферного. Определите диаметр пузыря. Поверхностное натяжение мыльного раствора 40 мН/м.

Экзаменационный билет № 10

ТВЕРДЫЕ ТЕЛА

1. *Знать физическую теорию.* Аморфные и кристаллические тела. Ближний и дальний порядок. Квазикристаллы. Кристаллическая решетка. Классификация кристаллов. Ани-

зотропия свойств кристаллов. Полиморфизм. Дефекты и дислокации в кристаллах. Точечные, линейные, поверхностные и объемные дефекты. Механические свойства кристаллов. Деформации. Тепловое расширение кристаллов. Теплоемкость кристаллической решетки. Закон Дюлонга и Пти. Теории теплоемкости Эйнштейна и Дебая. Теплопроводность кристаллов.

2. *Уметь объяснять физические явления.* Как показать, что стекло – тело аморфное, а варенная столь – тело кристаллическое?
3. *Владеть методами решения типовых задач.* Для нагревания металлического шарика массой 10 г от 20°C до 50°C затратили количество теплоты, равное 62,8 Дж. Пользуясь законом Дюлонга и Пти, определите материал шарика.

Экзаменационный билет № 11

ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

1. *Знать физическую теорию.* Фазовые переходы первого и второго рода. Диаграмма равновесия твердой, жидкой и газовой фаз. Тройная точка. Жидкие кристаллы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Зависимость температуры кристаллизации от давления. Твердые растворы (сплавы).
2. *Уметь объяснять физические явления.* Почему коньки хорошо скользят по льду? Почему в морозы это скольжение ухудшается? Ответ обоснуйте.
3. *Владеть методами решения типовых задач.* Лед массой 2 кг при 0°C был превращен в воду той же температуры при помощи пара, имеющего температуру 100°C. Определите массу израсходованного пара. Найдите изменение энтропии системы лед-пар при таянии льда.

Экзаменационный билет № 12

АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА. САМООРГАНИЗАЦИЯ

1. *Знать физическую теорию.* Испарение и конденсация. Удельная теплота парообразования и конденсации. Равновесие жидкости и пара. Насыщенный пар. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Кипение жидкости. Зависимость температуры кипения от давления. Условие существования пузырька в жидкости. Перегретая жидкость и переохлажденный пар. Метастабильные состояния вещества. Плавление и кристаллизация. Удельная теплота плавления и кристаллизации. Самоорганизующиеся системы. Устойчивые состояния неравновесных систем. Самоорганизация в больших системах. Ячейки Бенара. Реакция Белоусова-Жаботинского. Детерминированный хаос. Эволюция неравновесных систем.
2. *Уметь объяснять физические явления.* стакан с горячей водой поместили под колокол воздушного насоса и начали откачивать воздух. Через некоторое время вода закипела. Подробно объясните свой ответ.
3. *Владеть методами решения типовых задач.* Сколько водяного пара, температура которого 100°C надо ввести в латунный калориметр массой 100 г, в котором находится снег массой 150 г при температуре – 20°C, для того, чтобы весь снег растаял?

4.3. Критерии оценивания

Оценка за экзамен выставляется с учетом рейтинга. Если обучающийся набрал недостаточное количество баллов или хочет повысить оценку, то обучающийся сдает экзамен.

Шкала оценивания для экзамена

Уровни освоения индикаторов достижения компетенций	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	Академическая оценка	% освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный (высокий)	Творческая деятельность	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему / задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий.	Отлично	90-100
Базовый	Продуктивная деятельность	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	Хорошо	70-89
Удовлетворительный	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретического и практического материала.	Удовлетворительно	50-69
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		Неудовлетворительно	менее 50

4.4. Методические указания по проведению процедуры промежуточной аттестации

1. Сроки проведения процедуры оценивания: по расписанию экзаменов. Если обучающийся по результатам рейтинговой системы не набирает нужное количество баллов или желает повысить оценку, то сдает экзамен согласно требованиям.
2. Сбор, обработка и оценивание результатов промежуточной аттестации проводится преподавателем, ведущим дисциплину.
3. Предъявление результатов оценивания осуществляется: по окончании ответа студента и фиксируется в зачетной книжке и экзаменационной ведомости.
4. При наличии письменных ответов обучающихся, полученных в ходе экзаменационной сессии, материалы хранятся в течение месяца после завершения сессии на кафедрах.
5. Порядок выполнения и защиты курсовой работы регламентирован «Положением о курсовой работе ФГБОУ ВО «Глазовский государственный педагогический институт имени В.Г. Короленко».
6. Считать, что положительные результаты промежуточного контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования указанных компетенций и индикаторов достижения компетенций (этапов формирования компетенций).

5. Содержание оценочных средств для проверки сформированности компетенций и индикаторов достижения компетенций (поститоговый контроль) и критерии их оценивания

Задания для проверки компетенции и индикаторов достижения компетенции: ПК-1: ИПК-1.1., ИПК-1.2., ИПК-1.3.

Код компетенции	ПК-1
Формулировка компетенции	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач
Индикатор достижения компетенции	ИПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ИПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ИПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

Время выполнения заданий: не более 30 минут

ИПК-1.1., ИПК-1.2.

Практическое задание 1. Напишите формулы для определения работы газа при изобарном, изотермическом, адиабатном расширении.

ИПК-1.3.

Практическое задание 2. Идеальная тепловая машина имеет полезную мощность 50 кВт. Температура нагревателя 300 К. Определите количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя за 1 час работы.

Ключ к практическому заданию 1:

Работа газа при изобарном расширении $\partial A = p dV$.

Работа газа при изотермическом расширении $A = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)$.

Работа газа при адиабатном расширении $A = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1}$.

Ключ к практическому заданию 2: КПД тепловой машины $\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$, КПД иде-

альной тепловой машины $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$. Поэтому количество теплоты, получаемое машиной

от нагревателя, $Q_1 = \frac{A \cdot Q_1}{T_1 - T_2}$. За 1 час совершает работу $A = W \cdot \Delta t$, получив от нагревателя

количество теплоты $Q_1 = \frac{\Delta t \cdot W \cdot Q_1}{T_1 - T_2}$.

Задания для проверки компетенции и индикаторов достижения компетенции: ПК-3: ИПК-3.1., ИПК-3.2., ИПК-3.3.

Код компетенции	ПК-3
Формулировка компетенции	Способен формировать развивающую образовательную среду для достижения личностных, предметных и метапредметных результатов обучения средствами преподаваемых учебных предметов
Индикатор достижения компетенции	ИПК-3.1. Владеет способами интеграции учебных предметов для организации развивающей учебной деятельности (исследовательской, проектной, групповой и др.). ИПК-3.2. Использует образовательный потенциал социокультурной среды региона в преподавании (предмета по профилю) в учебной и во внеурочной деятельности. ИПК-3.3. Знает психолого-педагогические условия создания развивающей образовательной среды для достижения личностных и метапредметных результатов обучения.

Время выполнения заданий: не более 30 минут

ИПК-3.1., ИПК-3.2.

Практическое задание 1. Влажность в комнате объемом 520 м^3 при температуре 25°C равна 90%. Какое количество воды надо удалить из комнаты, чтобы уменьшить влажность до 50%? Плотность насыщенного пара при 25°C – 23 г/м^3 .

ИПК-3.3.

Практическое задание 2. Баллон вместимостью 40 л содержит 1,98 кг углекислого газа. Баллон выдерживает давление не выше $30 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$. При какой температуре возникает опасность взрыва?

Ключ к практическому заданию 1: относительная влажность воздуха $\varphi = \rho/\rho_n$, плотность водяного пара $\rho = V/m$. Поэтому $m = \varphi \rho_n V$. Значит массу пара m_1 и m_2 при относительной влажности φ_1 и φ_2 соответственно можно определить по формулам: $m_1 = \varphi_1 \rho_n V$ и $m_2 = \varphi_2 \rho_n V$. Так как воду удаляют из комнаты, следовательно $m_1 > m_2$, тогда $\Delta m = m_1 - m_2$. Учитывая приведенные формулы, получаем $\Delta m = (\varphi_1 - \varphi_2) \rho_n V$ (4,8 кг).

Ключ к практическому заданию 2: запишем уравнения Менделеева-Клапейрона $pV = \frac{m}{M}RT$ и выразим из него температуру $T = \frac{pV \cdot M}{mR}$ и подставим числовые значения (48°C).

Критерии оценивания:

Каждый индикатор достижения компетенции оценивается в 10 баллов:

- Тестовое задание оценивается в 10 баллов (ответ на вопрос теста стоит 0 или 2 балла);
- Задания на соответствие оцениваются в 10 баллов (каждое оценивается 0-5 баллов)
 - 5 баллов – полностью правильно найденные соответствия;
 - 4 балла – три правильных соответствия;
 - 3 балла – два правильных соответствия;
 - 2 балла – одно правильно соответствие;
 - 1 балл – отсутствие правильных соответствий;
 - 0 баллов – не приступал к выполнению задания;
- Каждое практическое задание оценивается в 10 баллов:
 - 10 баллов – студент правильно выполнил предложенные задания на основе изученной теории, методов, приемов, технологий;
 - 8 баллов – студент способен применять полученные теоретические знания в практической деятельности, решать типичные задачи на основе воспроизве-

дения стандартных алгоритмов, при выполнении заданий допускает незначительные ошибки;

- 6 баллов – при выполнении задания допущены грубые ошибки;
- 0 баллов – студент не выполнил задание.

Оценка зависит от процента выполнения всех заданий.

Шкала оценивания сформированности компетенции и индикаторов достижения компетенции

Уровни освоения индикатора (ов) достижений компетенций	Основные признаки выделения уровня	Академическая оценка	% выполнения всех заданий
Повышенный (высокий)	Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать проблему / задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий.	Отлично	90-100
Базовый	Включает нижестоящий уровень. Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	Хорошо	70-89
Удовлетворительный	Изложение в пределах задач курса теоретического и практического контролируемого материала.	Удовлетворительно	50-69
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня.	Неудовлетворительно	менее 50

Считать, что положительные результаты поститогового контроля свидетельствуют об успешном процессе формирования компетенции (ий) и индикатора (ов) достижения компетенции (ий) (этапа формирования компетенции). Если обучающийся получил оценку «неудовлетворительно», то считать компетенцию не сформированной на данном этапе. При получении оценок «удовлетворительно», «хорошо» или «отлично» считать, что проверяемая компетенция сформирована на достаточном уровне.

Методические указания для проверки остаточных знаний

1. Сроки проведения процедуры оценивания: по графику деканата.
2. Сбор, обработка и оценивание результатов поститогового контроля проводится преподавателем по распоряжению деканата.
3. Предъявление результатов оценивания осуществляется в течение недели после проведения контрольного мероприятия, оформляется в виде отчета и хранится в деканате в течение всего срока обучения обучающегося.