

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горно-Алтайский государственный университет»
(ФГБОУ ВО ГАГУ, ГАГУ, Горно-Алтайский государственный университет)

Молекулярная физика
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	кафедра математики, физики и информатики		
Учебный план	03.03.02_2024_614.plx 03.03.02 Физика Цифровые технологии в альтернативной энергетике		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	6 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	216	Виды контроля в семестрах:	
в том числе:		экзамены 3	
аудиторные занятия	140		
самостоятельная работа	37,6		
часов на контроль	34,75		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	16 5/6			
Неделя	16 5/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	48	48	48	48
Лабораторные	56	56	56	56
Практические	36	36	36	36
Консультации (для студента)	2,4	2,4	2,4	2,4
Контроль самостоятельной работы при проведении аттестации	0,25	0,25	0,25	0,25
Консультации перед экзаменом	1	1	1	1
Итого ауд.	140	140	140	140
Контактная работа	143,65	143,65	143,65	143,65
Сам. работа	37,6	37,6	37,6	37,6
Часы на контроль	34,75	34,75	34,75	34,75

Итого	216	216	216	216
-------	-----	-----	-----	-----

Программу составил(и):

Старший преподаватель, Николаева Е.Г.

Рабочая программа дисциплины

Молекулярная физика

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 891)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 Физика

утвержденного учёным советом вуза от 01.02.2024 протокол № 2.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

кафедра математики, физики и информатики

Протокол от 11.04.2024 протокол № 8

Зав. кафедрой и.о.зав.каф.Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2025 г. № ____
Зав. кафедрой и.о.зав.каф.Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой и.о.зав.каф.Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой и.о.зав.каф.Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой и.о.зав.каф.Богданова Р.А.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цели: 1. Формирование научного мировоззрения и современной физической картины мира. 2. Расширение естественнонаучного кругозора. 3. Развитие самостоятельного мышления. 4. Ознакомление с основными понятиями и методами статистической механики и термодинамики и некоторыми их приложениями (идеальный газ, газ Ван – дер- Ваальса, элементы теории строения жидкостей), а также с явлениями переноса, элементами газодинамики, с самоорганизующимися системами.
1.2	Задачи: -Изучение методов решения задач молекулярной физики и термодинамики. -Ознакомление с методикой и техникой физического эксперимента.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Механика
2.1.2	Элементарная физика
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Общая физика
2.2.2	Теоретическая физика
2.2.3	Оптика
2.2.4	Методика преподавания физики
2.2.5	Теоретическая механика. Механика сплошных сред
2.2.6	Электричество и магнетизм
2.2.7	Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц
2.2.8	Квантовая теория
2.2.9	Альтернативная энергетика
2.2.10	Химия
2.2.11	Термодинамика. Статистическая физика. Физическая кинетика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;
ИД-1.ОПК-1: Знает основные физические законы и математический аппарат, знаком с естественными науками в необходимом для профессиональной деятельности объеме
Знает основные физические законы и математический аппарат
ИД-2.ОПК-1: Способен решать типовые физические задачи на основе аппарата высшей математики
Умеет решать типовые физические задачи
ИД-3.ОПК-1: Имеет представление об области применения физических законов и естественно-научных знаний в своей профессиональной деятельности
Владеет представлениями об области применимости физических законов
ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;
ИД-1.ОПК-2: Знает методику проведения физического эксперимента, способен проводить физические измерения и обрабатывать их результаты
Знает методику проведения физического эксперимента

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1. Примерные темы лекций						
1.1	ГлаваI. Введение. Основные представления о молекулярно-кинетической теории вещества §1. История развития теории атомно-молекулярного строения вещества. §2. Основные положения молекулярно-кинетической теории. §3. Опытные факты, лежащие в основе м.к.т. вещества. §4. Предмет молекулярной физики. Статистический и термодинамический подходы к изучению макроскопических систем. /Лек/	3	2	ИД-1.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы к лабораторным работам, вопросы и задания к экзамену
1.2	ГлаваII. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов §1. Экспериментальные газовые законы. Уравнение Клапейрона-Менделеева. §2. Основное уравнение м.к.т. идеальных газов. Абсолютная температура. Статистический смысл понятий температуры и давления. §3. Экспериментальное доказательство справедливости основного уравнения м.к.т. §4. Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения. Атмосферы планет. Опыт Штерна. §5 Барометрическая формула. Закон Больцмана. §6. Броуновское движение. Опыты Перрена. Число Авогадро. §7. Средняя длина свободного пробега молекул. Вакуум. §8. Явления переноса в газах (диффузия, вязкость и теплопроводность). Эмпирические и теоретические уравнения переноса. § 9. Зависимость коэффициентов переноса от давления при обычных условиях и в области вакуума. Вакуум и методы его получения. /Лек/	3	14	ИД-1.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы к лабораторным работам, вопросы и задания к экзамену

1.3	<p>ГлаваIII. Основы термодинамики.</p> <p>§1. Предмет и метод термодинамики. Основные принципы и понятия термодинамики.</p> <p>§2. Полная и внутренняя энергия термодинамической системы. Работа и теплота как два процесса передачи энергии.</p> <p>§3. Первое начало термодинамики и его методологическое значение.</p> <p>§4. Степени свободы молекул. Внутренняя энергия идеального газа. Теорема (принцип) о равномерном распределении энергии по степеням свободы.</p> <p>§5. Классическая теория теплоемкости газов и ее затруднения. Квантовые представления о теплоемкости газов.</p> <p>§6. Изопроцессы в газах. Работа, совершаемая газом в изопроцессах. Адиабатический процесс. Политропический процесс.</p> <p>§7. Обратимые и необратимые процессы. Формулировки второго начала термодинамики. Тепловые машины. Цикл Карно. Максимальный к.п.д. тепловой машины. I и II теоремы Карно. Холодильные машины. Математическое выражение II начала термодинамики.</p> <p>§8. Понятие об энтропии. Закон возрастания энтропии. Расчет энтропии для различных процессов.</p> <p>§9. Физический смысл энтропии. Энтропия и вероятность. Статистический характер II начала термодинамики и границы его применимости.</p> <p>§10. Теорема Нернста. Третье начало термодинамики и его квантовый характер.</p> <p>/Лек/</p>	3	10	ИД-1.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы к лабораторным работам, вопросы и задания к экзамену
1.4	<p>ГлаваIV. Реальные газы</p> <p>§ 1. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реальных газов. Критическая температура.</p> <p>§ 2. Кипение, испарение и конденсация. Теплота парообразования. Свойства паров. Влажность воздуха и методы ее определения. Значение влажности в технике, на производстве и в сельском хозяйстве.</p> <p>§3. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов. Отрицательные абсолютные температуры.</p> <p>/Лек/</p>	3	6	ИД-1.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы к лабораторным работам, вопросы и задания к экзамену

1.5	<p>ГлаваV. Жидкости</p> <p>§1. Общие свойства и строение жидкостей. Газоподобные и твердоподобные модели вещества в жидком состоянии. Основные законы и закономерности, определяющие свойства жидкостей.</p> <p>§2. Поверхностные явления в жидкостях. Поверхностные натяжения. Рассмотрение природы поверхностного натяжения с силовой и энергетической позиций.</p> <p>§3. Давление под изогнутой поверхностью. Формула Лапласа. Смачивание и капиллярные явления. Формула Жюрена. Практическое использование поверхностных явлений в производстве.</p> <p>§4. Давление насыщенных паров над искривленной поверхностью жидкости. /Лек/</p>	3	6	ИД-1.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы к лабораторным работам, вопросы и задания к экзамену
1.6	<p>ГлаваVI. Твердые тела..</p> <p>§1. Кристаллические и аморфные тела. Основные характеристики кристаллов. Строение и свойства кристаллов по типу связи. Моно- и поликристаллы.</p> <p>§2. Энергия связи в кристаллах. Формула Ми. Теория ионных кристаллов. Разрушение кристалла. Дефекты в кристаллах. Упрочнение кристаллов. Современные волокнистые материалы или материалы будущего.</p> <p>§3. Тепловое расширение, теплопроводность твердых тел. Классическая теория теплоемкости твердых тел (закон Дюлонга и Пти) и ее трудности. Квантовые теории Эйнштейна и Дебая теплоемкости твердых тел. /Лек/</p>	3	6	ИД-1.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы к лабораторным работам, вопросы и задания к экзамену
1.7	<p>ГлаваVII. Фазовые равновесия и превращения</p> <p>§1. Равновесие фаз. Фазовые переходы между газами, жидкостью и твердыми телами. Диаграмма состояния вещества. Тройная точка.</p> <p>§2. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса и его применение к фазовым переходам. Понятие о фазовых переходах 1-2 рода.</p> <p>§3. Особенности фазовых превращений воды и их роль в природе /Лек/</p>	3	4	ИД-1.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы к лабораторным работам, вопросы и задания к экзамену
	Раздел 2. Темы практических занятий						
2.1	<p>ГлаваII. Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов</p> <p>1.Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Уравнение состояния.</p> <p>2.Газовые законы.</p> <p>3.Распределение Максвелла и Больцмана</p> <p>4. Явления переноса. /Пр/</p>	3	10	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы и задания к экзамену, тест

2.2	ГлаваIII. Основы термодинамики. 1. Первое начало термодинамики. Теплоемкость газов. 2. Тепловые двигатели и холодильные машины. Второе начало термодинамики. Энтропия. /Пр/	3	10	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы и задания к экзамену, тест
2.3	ГлаваIV. Реальные газы 1.Реальные газы. Газ Ван-дер-Ваальса. 2. Свойства паров. Влажность воздуха /Пр/	3	4	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы и
2.4	ГлаваV. Жидкости 1. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение. Капиллярные явления. /Пр/	3	4	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы и
2.5	ГлаваVI. Твердые тела 1. Свойства твердых тел. /Пр/	3	4	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы и
2.6	ГлаваVII. Фазовые равновесия и превращения 1. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. /Пр/	3	4	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы и
	Раздел 3. Примерный перечень лабораторных работ						

3.1	<p>Лабораторная работа 1 Определение размеров микроскопических (броуновских) частиц методом наблюдения их распределения в поле тяжести</p> <p>Лабораторная работа 2 Определение универсальной газовой постоянной методом откачки</p> <p>Лабораторная работа 3 Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул</p> <p>Лабораторная работа 4 Определение отношения удельных теплоемкостей газа методом адиабатического расширения</p> <p>Лабораторная работа 5 Определение коэффициента динамической вязкости воздуха</p> <p>Лабораторная работа 6 Определение коэффициента внутреннего трения вязкости жидкости по методу Стокса.</p> <p>Лабораторная работа 7. Определение коэффициента внутренней теплопроводности металлов.</p> <p>Лабораторная работа 8 Второе начало термодинамики. Определение энтропии при плавлении твердых тел.</p> <p>Лабораторная работа 9 Определение абсолютной и относительной влажности воздуха</p> <p>Лабораторная работа 10 Определение температуры и удельной теплоты плавления льда.</p> <p>Лабораторная работа 11 Определение коэффициента линейного расширения твердых тел.</p> <p>Лабораторная работа 12 Определение удельных теплоемкостей жидкостей.</p> <p>Лабораторная работа 13 Изучение зависимости коэффициента поверхностного натяжения от температуры (метод максимального давления в пузырьке).</p> <p>Лабораторная работа 14 Изучение зависимости давления газа от температуры в сосуде постоянного объема</p> <p>Лабораторная работа 15 Проверка уравнения состояния газа</p> <p>/Лаб/</p>	3	56	ИД-3.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2	Л1.1 Л1.2 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.3	0	Вопросы к лабораторным работам, вопросы и задания к экзамену
	Раздел 4. Самостоятельная работа						

4.1	1.Проработать вопросы для проверки, литературу, теоретические сведения, алгоритм решения задач по молекулярной физике, рассмотреть пример решения задачи (практические занятия). 2.Подготовка и сдача домашнего задания 3.Подготовка к лабораторным работам /Ср/	3	37,6	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.3	0	Коллоквиум, контрольная работа, вопросы к лабораторным работам
Раздел 5. Консультации							
5.1	Консультация по дисциплине /Конс/	3	2,4	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2		0	
Раздел 6. Промежуточная аттестация (экзамен)							
6.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	3	34,75	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2		0	
6.2	Контроль СР /КСРАтт/	3	0,25	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2		0	
6.3	Контактная работа /КонсЭк/	3	1	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1 ИД-3.ОПК-1 ИД-1.ОПК-2		0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Пояснительная записка

1. Назначение фонда оценочных средств. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Молекулярная физика».

2. Фонд оценочных средств включает примерный перечень оценочных средств, контрольные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену

5.2. Оценочные средства для текущего контроля

Коллоквиум

Теоретические вопросы

- 1.Основное уравнение МКТ (вывод)
- 2.Вывод выражения для средней кинетической энергии поступательного движения молекул.
- 3.Получение выражения для основного уравнения МКТ в виде: $p = nkT$
- 4.Уравнение состояния идеального газа (получить из основного уравнения МКТ)
- 5.Закон Бойля-Мариотта (получить из уравнения состояния идеального газа). Представить закон математически и графически
- 6.Закон Гей-Люссака (получить выражения в трех видах). Представить закон математически и графически
- 7.Закон Шарля (получить выражения в трех видах). Представить закон математически и графически
- 8.Закон Дальтона для смеси газов (получить из уравнения состояния идеального газа).
- 9.Закон Авогадро (получить из уравнения состояния идеального газа)
- 10.Распределение газовых молекул по скоростям. Распределение Максвелла
- 11.Законы изменения давления и концентрации газа с высотой в поле силы тяжести. Закон Больцмана (математические и графические представления).

12. Явления переноса. Экспериментальный закон диффузии (закон Фика). Схематическое представление процесса диффузии.
13. Явления переноса. Экспериментальный закон вязкости (закон Ньютона). Схематическое представление процесса вязкости.
14. Явления переноса. Экспериментальный закон теплопроводности (закон Фурье). Схематическое представление процесса теплопроводности.
15. Первое начало термодинамики.
16. Теплоемкость. Теплоемкость тела, удельная теплоемкость, молярная теплоемкость и их соотношение.
17. Изопрцессы. Работа и теплоемкость в изопрцессах. Изохорический процесс.
18. Изопрцессы. Работа и теплоемкость в изопрцессах. Изобарический процесс.
19. Изопрцессы. Работа и теплоемкость в изопрцессах. Изотермический процесс.
20. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Сравнение адиабаты и изотермы координатах p, V .
21. Цикл Карно. КПД тепловой машины.
22. Второе начало термодинамики. Понятие об энтропии и ее физический смысл. Основное уравнение термодинамики.
23. Внутренняя энергия идеального и реального газов.
24. Уравнение состояния реального газа (уравнение Ван-дер-Ваальса). Обоснование уравнения Ван-дер-Ваальса. Теоретические и экспериментальные изотермы Ван-дер-Ваальса.
- Основные физические понятия
- Вещество – это вид материи, который обладает массой покоя. Это элементарные частицы, небольшая совокупность элементарных частиц (атомы, ионы, молекулы), большое число элементарных частиц (физические тела), огромная совокупность элементарных частиц (мегамир).
- Макроскопическая система – любое тело или группа тел, состоящих из множества частиц.
- Молекулярная физика – раздел физики, изучающий строение и свойства вещества исходя из молекулярно-кинетических представлений, основывающихся на том, что все тела состоят из молекул, находящихся в непрерывном хаотическом движении.
- Термодинамика – раздел физики, изучающий общие свойства макроскопических систем, находящихся в состоянии термодинамического равновесия, и процессы перехода между этими состояниями.
- Статистический метод (основы молекулярной физики) – метод исследования систем из большого числа частиц, оперирующий статистическими закономерностями и средними значениями физических величин, характеризующих всю совокупность частиц (например, средние значения скоростей теплового движения молекул и их энергий).
- Термодинамический метод (основы термодинамики) - метод исследования систем из большого числа частиц, оперирующий на основе законов превращения энергии величинами, характеризующими систему в целом (например, давление, объем, температура), не рассматривая ее микроструктуры и совершающихся в системе микропрцессов.
- Термодинамические параметры – совокупность физических величин, характеризующих свойства термодинамической системы. Обычно в качестве параметров состояния выбирают температуру, давление и объем.
- Температура – физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия макроскопической системы и определяющая направление теплообмена между телами.
- Уравнение состояния – функциональная зависимость между параметрами простой термодинамической системы – давлением p , объемом V и температурой T .
- Идеальный газ – идеализированная модель газа, согласно которой: 1) собственный объем молекул газа пренебрежительно мал по сравнению с объемом сосуда; 2) между молекулами газа отсутствуют силы взаимодействия; 3) столкновения молекул газа между собой и стенками сосуда абсолютно упругие.
- Молекула – наименьшая частица вещества, обладающая его основными химическими свойствами и состоящая из атомов, соединенных между собой химическими связями.
- Молекулярная масса – масса молекулы.
- Молярная масса – масса вещества, взятого в количестве 1 моля.
- Явления переноса – необратимые процессы в термодинамически неравновесных системах, в которых происходит пространственный перенос энергии, массы, импульса.
- Теплопроводность – направленный перенос теплоты от более нагретых частей тела к менее нагретым, приводящий к выравниванию их температуры.
- Диффузия – направленный процесс проникновения молекул одного вещества в другое вследствие теплового движения в направлении уменьшения концентрации этих молекул.
- Вязкость (внутреннее трение) – явление возникновения сил, препятствующих относительному перемещению слоев жидкости или газа, обусловленное переносом импульса.
- Внутренняя энергия термодинамической системы – энергия хаотического (теплового) движения микрочастиц системы (молекул, атомов, электронов, ядер и т.д.) и энергия взаимодействия этих частиц.
- Работа – мера изменения энергии системы в механических прцессах. Работа является макрофизическим прцессом передачи энергии.
- Работа в термодинамике – работа при сжатии или расширении газа в цилиндре при изобарическом прцессе: $A = p \Delta V$.
- Количество теплоты – энергия, полученная или отданная телом в форме беспорядочного движения образующих тело микрочастиц путем теплообмена.
- Теплоемкость тела – количество теплоты, необходимое для увеличения температуры тела на 1 К.
- Изопрцессы – равновесные процессы, в которых один из основных параметров сохраняется постоянным.
- Адиабатический процесс – Процесс, при котором отсутствует теплообмен между системой и окружающей средой.
- Энтропия – функция состояния термодинамической системы, характеризующая направление протекания в ней самопроизвольных прцессов.
- Термодинамическая вероятность состояния W – число способов, которыми может быть реализовано данное состояние макроскопической системы, или число микросостояний, осуществляющих данное макросостояние.

Цикл Карно – наиболее экономичный обратимый круговой процесс, состоящий из двух изотерм и двух адиабат.

Критерии оценивания:

- «зачтено» выставляется студенту, если был дан исчерпывающий ответ на поставленные вопросы, выступление грамотное, с точки зрения физики - аргументированное. Студент владеет наглядными способами представления информации
- «незачтено» выставляется студенту, если студент не смог выполнить поставленную задачу.

Контрольные работы

Оценочные средства для текущего контроля приведены в Приложении №1

Контрольные вопросы к лабораторным работам:

Лабораторная работа 1

Определение размеров микроскопических (броуновских) частиц методом наблюдения их распределения в поле тяжести

1. Почему производят большое число отсчетов частиц, видимых в поле зрения микроскопа?
2. Что такое число Авогадро?
3. Как связано давление газа с числом молекул и температурой?
4. Что такое Броуновское движение.
5. Формула Больцмана. Опыт Перрена.
6. Почему меняется количество частиц с высотой?
7. Вывод рабочей формулы.
8. Почему в горах воздух разрежен?
9. Определите высоту, на которую может подняться молекула азота и частица краски с объемом $V=10\text{-}21$ м³ при $T=280\text{K}$ в поле силы тяжести Земли.

Лабораторная работа 2

Определение универсальной газовой постоянной методом откачки

1. В чем отличие термодинамического и микроскопического описания системы? Какие параметры называются термодинамическими, а какие микроскопическими?
2. Сформулируйте основные положения молекулярно-кинетической теории. Какие явления подтверждают эти положения?
3. Запишите и сформулируйте основное уравнение МКТ?
4. Запишите уравнение Менделеева–Клапейрона и объясните величины, входящие в него.
5. Какой процесс называется изотермическим. Закон Бойля-Мариотта. Изобразите график изотермы.
6. Какой процесс называется изобарным. Закон Гей-Люссака. Изобразите график изобары.
7. Какой процесс называется изохорным. Закон Шарля. Изобразите график изохоры.
8. Вычислите универсальную газовую постоянную, используя со-стояние газа при нормальных условиях.
9. Каков физический смысл универсальной газовой постоянной?
10. Рассчитайте массу воздуха в лаборатории, используя реальные данные.

Лабораторная работа 3

Определение средней длины свободного пробега и эффективного диаметра молекул

1. Вывод рабочих формул
2. Дайте определение средней длины свободного пробега молекул, от каких физических параметров она зависит. Дать определение эффективного диаметра.
3. Дайте определение числа Лошмидта. Рассчитать число Лошмидта.
4. Как изменится длина свободного пробега, если газ станет ре-альным (Ван-дер-Ваальсовским газом)?

Лабораторная работа 4

Определение отношения удельных теплоемкостей газа методом адиабатического расширения

1. Что называется теплоемкостью, удельной теплоемкостью, мо-лярной теплоемкостью? Запишите связь между удельной и молярной теплоемкостями.
2. Дайте определение ν и ν_V , ν_p и ν_C . От чего зависит теплоемкость?
3. Запишите уравнение Майера (связь ν_p и ν_C).
4. Какой процесс называется адиабатическим. Запишите уравнение адиабаты. Что и почему идет круче адиабата или изотерма?
5. Запишите первое начало термодинамики для адиабатического процесса. Чему равны: количество теплоты, внутренняя энергия и работа при адиабатическом процессе?
6. Запишите уравнение Пуассона. Чему равен показатель адиабаты? От чего он зависит?
7. Как меняется температура газа при адиабатическом расшире-нии?
8. Объясните, почему растет давление в сосуде после закрытия крана?

Лабораторная работа 5

Определение коэффициента динамической вязкости воздуха

1. От каких параметров и как зависит коэффициент вязкости газов?
2. Объяснить различие в зависимости от температуры коэффициентов динамической вязкости газов и жидкости.
3. Что такое эффективный диаметр газовых молекул?
4. Какие другие методы применяются для определения коэффициента динамической вязкости жидкости и газов?
5. Почему, несмотря на истечение воды из баллона, с некоторого момента устанавливается постоянная разность давлений ($p_1 - p_2$) в манометре?
6. Можно ли в качестве манометрической жидкости в данной работе использовать ртуть?
7. Каково соотношение между единицами измерения коэффициента динамической вязкости в системах СИ и СГС?

Лабораторная работа 6.

Определение коэффициента внутреннего трения вязкости жидкости по методу Стокса.

1. Чему равна и как направлена сила внутреннего трения двух слоев жидкости?
2. Каков физический смысл коэффициента вязкости? Размерность его.
3. Объясните возникновение сил внутреннего трения с точки зрения молекулярно-кинетической теории.
4. Раскрыть характер движения шарика на различных участках и показать где его поведение определяется первым законом Ньютона, а где вторым Законом Ньютона.
5. Как зависит от температуры коэффициент вязкости для газа и жидкости? Объясните разницу.
6. Запишите формулу Стокса и объясните, при каких условиях ею можно пользоваться.
7. Дайте понятия ламинарного и турбулентного течений.
8. Оцените число Рейнольдса по вашим данным, используя измерения для самого большого и самого маленького шариков и среднее значение найденного коэффициента вязкости.

Лабораторная работа 7.

Определение коэффициента внутренней теплопроводности металлов.

1. Почему добавлять воду в кипятильник (1-ый метод) следует малыми дозами? Что нужно сделать, чтобы можно было добавлять воду большими порциями?
2. Для чего начальную температуру в калориметре (1-ый метод) берут ниже комнатной, а конечную на такое же число градусов выше комнатной?
3. Для чего увеличивают поверхность соприкосновения стержня с водой калориметра? Какого знака будет ошибка при измерении k , если этого не сделать?
4. Оцените полученное значение k , учитывая рассеяние теплоты стержнем в окружающее пространство. Занижено или завышено это значение по отношению к истинной величине k ?
5. Вывод основной рабочей формулы.
6. Какие явления носят общее название явлений переноса?
7. Указать способы переноса теплоты.
8. Вывести и разобрать уравнение теплопроводности.
9. Каков физический смысл коэффициента теплопроводности?
10. Каковы границы применимости уравнений переноса?

Лабораторная работа 8.

Второе начало термодинамики.

Определение энтропии при плавлении твердых тел.

1. Вывод основной формулы.
2. Что такое приведенное количество теплоты? Что такое эн-тропия?
3. Второе начало термодинамики. Дать три основных формулировки второго начала термодинамики (Клаузиуса, Планка-Томсона и др.).
4. Сформулируйте второе начало термодинамики, используя понятие энтропии.

Лабораторная работа 9

Определение абсолютной и относительной влажности воздуха

1. Что такое абсолютная и относительная влажность, упругость паров?
2. Как меняется температура жидкости при испарении. Почему?
3. Какой пар называется насыщенным? Указать по изотерме реального газа области с насыщенным паром. Как зависит давление насыщенного пара от температуры?
4. Как меняется масса жидкости, находящейся в контакте с паром, с течением времени, если пар а) насыщенный, в) ненасыщенный. Как меняется температура жидкости в этом случае?
5. Что такое скрытая теплота испарения? Как она зависит от температуры?
6. Как зависит температура смоченного термометра от относительной влажности? Почему?
7. Что такое точка росы?

Лабораторная работа №10

Определение температуры и удельной теплоты плавления льда.

1. Вывод рабочей формулы.
2. Как объяснить кривую изменения температуры, полученную в опыте?
3. Почему меняется угол наклона кривой к оси абсцисс?

4. Что показывают диаграммы состояний и тройные точки?
5. Что называется теплоемкостью тела? Почему в работе следует пользоваться средней удельной теплоемкостью?
6. Теплоемкость при изотермическом процессе равна бесконечно-сти, что это означает в физики?
7. Отличительный признак фазового перехода первого рода от фазового перехода второго рода.
8. Физический смысл уравнения Клайперона-Клаузиуса.

Лабораторная работа №11.

Определение коэффициента линейного расширения твердых тел.

1. Как объяснить с точки зрения МКТ тепловое расширение тел.
2. В каких единицах измеряется α ?
3. Выведите зависимость между линейным (α) и объемным (β) коэффициентами теплового расширения тел.
4. Почему в данной задаче первоначальная длина стержня l_1 измеряется с меньшей точностью, чем величина Δl ?
5. Вывести зависимость длины твердых тел от температуры для случая, когда начальная температура $t_0=0^\circ\text{C}$.
6. Есть ли связь между тепловым расширением тел и их упругими свойствами? Между коэффициентом теплового расширения и теплоемкостью твердых тел?

Лабораторная работа 12

Определение удельных теплоемкостей жидкостей.

1. Вывести рабочую формулу.
2. Почему необходимо в процессе измерения непрерывно перемешивать жидкость?
3. Почему, если сопротивление спиралей одинаково, можно считать, что в калориметрах выделяется одинаковое количество теплоты?
4. Как определить погрешность в показаниях приборов?
5. Что такое молярная теплоемкость? Связь между молярной теплоемкостью и удельной теплоемкостью вещества?

Лабораторная работа 13

Изучение зависимости коэффициента поверхностного натяжения от температуры (метод максимального давления в пузырьке).

1. Капиллярные явления в жидкостях.
2. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения от температуры. Его значение при критической температуре.
3. Влияние примесей на коэффициент поверхностного натяжения.
4. Вывод основных формул.

Лабораторная работа 14

Изучение зависимости давления газа от температуры в сосуде постоянного объема

1. Каковы выводы молекулярно-кинетической теории газов о зависимости давления газов от микропараметров газа (массы молекул, их скорости, кинетической энергии, концентрации молекул)?
2. Как связаны температуры тел, измеренные по шкале Цельсия и Кельвина?
3. Какова зависимость давления газа от абсолютной температуры газа в закрытом сосуде, если исходить из уравнения состояния идеального газа?
4. Почему температура по шкале Кельвина называется абсолютной температурой?

Лабораторная работа 15

Проверка уравнения состояния газа

1. Какие параметры газа определяют его состояние? Какие из них изменяются и измеряются в работе?
2. Как должен выглядеть график зависимости давления газа от его объема при постоянной температуре? График зависимости произведения объема газа на его давление от объема при постоянной температуре? График зависимости произведения объема газа на его давление от температуры?
3. Чему равна погрешность измерения параметров газа в работе?

Критерии оценки

Каждая лабораторная работа оценивается в 5 баллов, из них 3 балла – за ответы на контрольные вопросы, 2 балла – за выполнение и оформление лабораторных работ.

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он правильно выполнил измерения, грамотно оформил их результаты в виде таблиц и графиков, верно произвел оценку погрешностей измерений, правильно произвел расчёты по рабочим формулам, сделал выводы, логически вытекающие из экспериментальных результатов, правильно ответил на контрольные вопросы, продемонстрировав ясное понимание физики изучаемого явления и сути проводимого эксперимента
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он правильно выполнил измерения, грамотно оформил их результаты в виде таблиц и графиков, верно произвел оценку погрешностей измерений, правильно произвел расчёты по рабочим формулам, правильно ответил на большинство контрольных вопросов, продемонстрировав понимание физики изучаемого явления и сути проводимого эксперимента;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он правильно выполнил измерения, оформил их результаты в

виде таблиц и графиков, произвёл оценку погрешностей измерений, произвёл расчёты по рабочим формулам, однако при этом имелись некоторые недочёты, при ответе на контрольные вопросы продемонстрировал лишь знание основных законов, связанных с изучаемым явлением

Тестовые задания

Оценочные средства для текущего контроля приведены в Приложении №1

Критерии оценки:

- Оценка «отлично» выставляется студенту, если он дал правильные ответы в диапазоне 85-100%,
- Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он дал правильные ответы на 76-84%
- Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он дал правильные ответы на 61-75% вопросов
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он дал правильные ответы менее чем на 61% вопросов.

5.3. Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Примерные темы курсовых работ:

1. Абсорбционная холодильная машина.
2. Адгезия.
3. Адсорбция.
4. Аморфные тела.
5. Броуновское движение.
6. Броуновское движение как процесс диффузии.
7. Вращательное броуновское движение.
8. Дефекты в кристаллах.
9. Диаграммы состояния бинарных смесей.
10. Жидкостные термометры.
11. Жидкие кристаллы.
12. Закон Гесса.
13. Идеально-газовая шкала температур.
14. Кристаллические решётки.
15. Капиллярно-гравитационные волны.
16. Классическая теория теплоёмкости кристаллов.
17. Критическая температура фазового перехода.
18. Концентрационная диффузия в газах.
19. Магнитный метод охлаждения.
20. Максимальная работа и свободная энергия.
21. Международная практическая шкала температур.
22. Методы получения низких температур.
23. Методы сжижения газов.
24. Метастабильные состояния.
25. Миллеровские индексы и индексы направлений.
26. Молекулярное течение ультраразреженного газа.
27. Насыщенный пар, его свойства.
28. Неньютоновские жидкости.
29. Осмос и осмотическое давление.
30. Сверхтекучесть.
31. Отрицательное давление в жидкости.
32. Парадокс Гиббса.
33. Поверхностные явления.
34. Принцип детального равновесия.
35. Принцип динамического отопления.
36. Принцип Ле-Шателье – Брауна.
37. Распространение звука в газах.
38. Связь диффузии с подвижностью частицы.
39. Свойства вещества в критическом состоянии.
40. Уравнение Дитеричи.
41. Температурные волны.
42. Термическая диффузия в газах.
43. Термодинамика гальванического элемента.
44. Термодинамическая шкала температур.
45. Термодинамический цикл Ренкина, его применения.
46. Термодинамический цикл Дизеля, его применения.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студентам, если логично и правильно выстроена структура работы, использованы приемы и методы риторики, выдержан эстетический компонент сообщения;
- оценка «хорошо» выставляется студентам, если достаточно логично и правильно выстроена структура работы,

использованы некоторые приемы и методы риторики, выдержан эстетический компонент сообщения;
 - оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, если не совсем логично и правильно выстроена структура работы, слабо использованы приемы и методы риторики, не выдержан эстетический компонент сообщения;
 - оценка «неудовлетворительно» выставляется студентам, плохо выстроена структура работы, не использованы приемы и методы риторики, отсутствует эстетический компонент сообщения;

5.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНАЦИОННЫМ БИЛЕТАМ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

Оценочные средства для текущего контроля приведены в Приложения №1

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Грабовский Р.И.	Курс физики: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2009	
Л1.2	Савельев И.В.	Курс физики. Т.1. Механика. Молекулярная физика: в 3-х т.; учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2016	
Л1.3	Алмадакова Г.В., Петрова О.П.	Практические и семинарские занятия по молекулярной физике и термодинамике с использованием диалогового обучения. Ч.1: учебное пособие для вузов	Горно-Алтайск: БИЦ ГАГУ, 2018	http://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&view=book&id=2201:prakticheskie-i-seminarskie-zanyatiya-po-molekulyarnoj-fizike-i-termodynamike-s-ispolzovaniem-dialogovogo-obucheniya-chast-1&catid=6:physics&Itemid=164
Л1.4	Алмадакова Г.В., Петрова О.П.	Практические и семинарские занятия по молекулярной физике и термодинамике с использованием диалогового обучения: учебное пособие для вузов	Горно-Алтайск: БИЦ ГАГУ, 2018	http://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&view=book&id=2202:prakticheskie-i-seminarskie-zanyatiya-po-molekulyarnoj-fizike-i-termodynamike-s-ispolzovaniem-dialogovogo-obucheniya-chast-2&catid=6:physics&Itemid=164
Л1.5	Николаева Е. Г.	Практикум по общему курсу физики. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие	Горно-Алтайск: БИЦ ГАГУ, 2023	https://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&view=book&id=5144:1132&catid=6:physics&Itemid=164

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Савельев И.В.	Курс общей физики. Кн.3. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие для вузов: в 5-и кн.	Москва: Астрель, 2004	
Л2.2	Петрова О.П., Петров А.В., Петров А.В.	Лабораторный практикум по общей физике. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие для вузов	Горно-Алтайск: МНКО, 2008	
Л2.3	Сивухин Д.В.	Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика: в 5-и т.: учебное пособие для вузов	Москва: Физматлит, 2014	

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	7-Zip
6.3.1.2	
6.3.1.3	Google Chrome
6.3.1.4	MS Office
6.3.1.5	Adobe Reader
6.3.1.6	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса СТАНДАРТНЫЙ
6.3.1.7	MS WINDOWS
6.3.1.8	Moodle
6.3.1.9	NVDA
6.3.1.10	Яндекс.Браузер
6.3.1.11	LibreOffice
6.3.1.12	РЕД ОС

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

6.3.2.1	Электронно-библиотечная система IPRbooks
6.3.2.2	База данных «Электронная библиотека Горно-Алтайского государственного университета»

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	дискуссия	
	проблемная лекция	

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Номер аудитории	Назначение	Основное оснащение
102 Б1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, мультимедиапроектор, экран, компьютер. Рабочее место преподавателя, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), кафедра
109 Б1	Лаборатория молекулярной физики. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Установки для: изучения газовых законов; определения коэффициента линейного расширения; определения коэффициента вязкости жидкости; определения размеров броуновских частиц; определения коэффициента поверхностного натяжения; изучения адиабатических процессов; определения коэффициента теплопроводности; определения теплоёмкости. Комплекс "Физический практикум по молекулярной физике". Набор демонстрационный "Газовые законы и свойства насыщенных паров". Насос вакуумный Комовского. Стенды учебные. Манометр водяной, метроном, микроманометр. Микроскопы, набор ареометров, трансформатор (Регулятор напряжения РНШ), электропечь малая, Электроплитка лабораторная. Стенды: «Десятичные приставки», «Основные законы», «Система СИ», «Техника безопасности», «Формулы». Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя, ученическая доска

211 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение для самостоятельной работы	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), компьютеры с доступом к Интернет
214 Б1	Кабинет методики преподавания физики. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, мультимедиапроектор, компьютер, экран, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя
109 Б1	Лаборатория молекулярной физики. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Установки для: изучения газовых законов; определения коэффициента линейного расширения; определения коэффициента вязкости жидкости; определения размеров броуновских частиц; определения коэффициента поверхностного натяжения; изучения адиабатических процессов; определения коэффициента теплопроводности; определения теплоёмкости. Комплекс "Физический практикум по молекулярной физике". Набор демонстрационный "Газовые законы и свойства насыщенных паров". Насос вакуумный Комовского. Стенды учебные. Манометр водяной, метроном, микроманометр. Микроскопы, набор ареометров, трансформатор (Регулятор напряжения РНШ), электропечь малая, Электроплитка лабораторная. Стенды: «Десятичные приставки», «Основные законы», «Система СИ», «Техника безопасности», «Формулы». Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя, ученическая доска
211 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение для самостоятельной работы	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), компьютеры с доступом к Интернет

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекции, с одной стороны – это одна из основных форм учебных занятий в высших учебных заведениях, представляющая собой систематическое, последовательное устное изложение преподавателем определенного раздела конкретной науки или учебной дисциплины, с другой – это особая форма самостоятельной работы с учебным материалом. Лекция не заменяет собой книгу, она только подталкивает к ней, раскрывая тему, проблему, выделяя главное, существенное, на что следует обратить внимание, указывает пути, которым нужно следовать, добиваясь глубокого понимания поставленной проблемы, а не общей картины.

Работа на лекции – это сложный процесс, который включает в себя такие элементы как слушание, осмысление и собственно конспектирование. Для того, чтобы лекция выполнила свое назначение, важно подготовиться к ней и ее записи еще до прихода преподавателя в аудиторию. Без этого дальнейшее восприятие лекции становится сложным. Лекция в университете рассчитана на подготовленную аудиторию. Преподаватель излагает любой вопрос, ориентируясь на те знания, которые должны быть у студентов, усвоивших материал всех предыдущих лекций. Важно научиться слушать преподавателя во время лекции, поддерживать непрерывное внимание к выступающему.

Однако, одного слушания недостаточно. Необходимо фиксировать, записывать тот поток информации, который сообщается во время лекции – научиться вести конспект лекции, где формулировались бы наиболее важные моменты, основные положения, излагаемые лектором. Для ведения конспекта лекции следует использовать тетрадь. Ведение конспекта на листочках не рекомендуется, поскольку они не так удобны в использовании и часто теряются. При оформлении конспекта лекции необходимо оставлять поля, где студент может записать свои собственные мысли, возникающие параллельно с мыслями, высказанными лектором, а также вопросы, которые могут возникнуть в процессе слушания, чтобы получить на них ответы при самостоятельной проработке материала лекции, при изучении рекомендованной литературы или

непосредственно у преподавателя в конце лекции. Составляя конспект лекции, следует оставлять значительный интервал между строчками. Это связано с тем, что иногда возникает необходимость вписать в первоначальный текст лекции одну или несколько строчек, имеющих принципиальное значение и почерпнутых из других источников. Расстояние между строками необходимо также для подчеркивания слов или целых групп слов (такое подчеркивание вызывается необходимостью привлечь внимание к данному месту в тексте при повторном чтении). Обычно подчеркивают определения, выводы. Также важно полностью без всяких изменений вносить в тетрадь схемы, таблицы, чертежи и т.п., если они предполагаются в лекции. Для того, чтобы совместить механическую запись с почти дословным фиксированием наиболее важных положений, можно использовать системы условных сокращений. В первую очередь сокращаются длинные слова и те, что повторяются в речи лектора чаще всего. При этом само сокращение должно быть по возможности кратким.

Семинарские (практические) занятия Самостоятельная работа студентов по подготовке к семинарскому (практическому) занятию должна начинаться с ознакомления с планом семинарского (практического) занятия, который включает в себя вопросы, выносимые на обсуждение, рекомендации по подготовке к семинару (практическому занятию), рекомендуемую литературу к теме. Изучение материала следует начать с просмотра конспектов лекций. Восстановив в памяти материал, студент приводит в систему основные положения темы, вопросы темы, выделяя в ней главное и новое, на что обращалось внимание в лекции. Затем следует внимательно прочитать соответствующую главу учебника.

Для более углубленного изучения вопросов рекомендуется конспектирование основной и дополнительной литературы. Читая рекомендованную литературу, не стоит пассивно принимать к сведению все написанное, следует анализировать текст, думать над ним, этому способствуют записи по ходу чтения, которые превращают чтение в процесс. Записи могут вестись в различной форме: развернутых и простых планов, выписок (тезисов), аннотаций и конспектов.

Подобрав, отработав материал и усвоив его, студент должен начать непосредственную подготовку своего выступления на семинарском (практическом) занятии для чего следует продумать, как ответить на каждый вопрос темы.

По каждому вопросу плана занятий необходимо подготовиться к устному сообщению (5-10 мин.), быть готовым принять участие в обсуждении и дополнении докладов и сообщений (до 5 мин.).

Выступление на семинарском (практическом) занятии должно удовлетворять следующим требованиям: в нем излагаются теоретические подходы к рассматриваемому вопросу, дается анализ принципов, законов, понятий и категорий; теоретические положения подкрепляются фактами, примерами, выступление должно быть аргументированным.

Лабораторные работы являются основными видами учебных занятий, направленными на экспериментальное (практическое) подтверждение теоретических положений и формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

В процессе лабораторной работы как вида учебного занятия студенты выполняют одно или несколько заданий под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

При выполнении обучающимися лабораторных работ значимым компонентом становятся практические задания с использованием компьютерной техники, лабораторно - приборного оборудования и др. Выполнение студентами лабораторных работ проводится с целью: формирования умений, практического опыта (в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, и на основании перечня формируемых компетенций, установленными рабочей программой дисциплины), обобщения, систематизации, углубления, закрепления полученных теоретических знаний, совершенствования умений применять полученные знания на практике.

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что в ходе выполнения заданий у студентов формируются умения и практический опыт работы с различными приборами, установками, лабораторным оборудованием, аппаратурой, программами и др., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов - их теоретической готовности к выполнению задания.

Формы организации студентов при проведении лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется группами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Текущий контроль учебных достижений по результатам выполнения лабораторных работ проводится в соответствии с системой оценивания (рейтинговой, накопительной и др.), а также формами и методами (как традиционными, так и инновационными, включая компьютерные технологии), указанными в рабочей программе дисциплины (модуля). Текущий контроль проводится в пределах учебного времени, отведенного рабочим учебным планом на освоение дисциплины, результаты заносятся в журнал учебных занятий.

Объем времени, отводимый на выполнение лабораторных работ, планируется в соответствии с учебным планом ОПОП.

Перечень лабораторных работ в РПД, а также количество часов на их проведение должны обеспечивать реализацию требований к знаниям, умениям и практическому опыту студента по дисциплине (модулю) соответствующей ОПОП.

Самостоятельная работа обучающихся – это планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Объем самостоятельной работы определяется учебным планом основной профессиональной образовательной программы (ОПОП), рабочей программой дисциплины (модуля).

Самостоятельная работа организуется и проводится с целью формирования компетенций, понимаемых как способность

применять знания, умения и личностные качества для успешной практической деятельности, в том числе:

- формирования умений по поиску и использованию нормативной, правовой, справочной и специальной литературы, а также других источников информации;
- качественного освоения и систематизации полученных теоретических знаний, их углубления и расширения по применению на уровне межпредметных связей;
- формирования умения применять полученные знания на практике (в профессиональной деятельности) и закрепления практических умений обучающихся;
- развития познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления обучающихся;
- совершенствования речевых способностей обучающихся;
- формирования необходимого уровня мотивации обучающихся к систематической работе для получения знаний, умений и владений в период учебного семестра, активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования способностей к саморазвитию (самопознанию, самоопределению, самообразованию, самосовершенствованию, самореализации и саморегуляции);
- развития научно-исследовательских навыков;
- развития навыков межличностных отношений.

К самостоятельной работе по дисциплине (модулю) относятся: проработка теоретического материала дисциплины (модуля); подготовка к семинарским и практическим занятиям, в т.ч. подготовка к текущему контролю успеваемости обучающихся (текущая аттестация); подготовка к лабораторным работам; подготовка к промежуточной аттестации (зачётам, экзаменам).

Виды, формы и объёмы самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины (модуля) определяются:

- содержанием компетенций, формируемых дисциплиной (модулем);
- спецификой дисциплины (модуля), применяемыми образовательными технологиями;
- трудоёмкостью СР, предусмотренной учебным планом;
- уровнем высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура, аспирантура), на котором реализуется ОПОП;
- степенью подготовленности обучающихся.

Курсовая работа является самостоятельным творческим письменным научным видом деятельности студента по разработке конкретной темы. Она отражает приобретенные студентом теоретические знания и практические навыки. Курсовая работа выполняется студентом самостоятельно под руководством преподавателя.

Курсовая работа, наряду с экзаменами и зачетами, является одной из форм контроля (аттестации), позволяющей определить степень подготовленности будущего специалиста. Курсовые работы защищаются студентами по окончании изучения указанных дисциплин, определенных учебным планом.

Оформление работы должно соответствовать требованиям. Объем курсовой работы: 25–30 страниц. Список литературы и Приложения в объем работы не входят. Курсовая работа должна содержать: титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы, приложение (при необходимости). Курсовая работа подлежит рецензированию руководителем курсовой работы. Рецензия является официальным документом и прикладывается к курсовой работе.

Тематика курсовых работ разрабатывается в соответствии с учебным планом. Руководитель курсовой работы лишь помогает студенту определить основные направления работы, очертить её контуры, указывает те источники, на которые следует обратить главное внимание, разъясняет, где отыскать необходимые книги.

Составленный список источников научной информации, подлежащий изучению, следует показать руководителю курсовой работы.

Курсовая работа состоит из глав и параграфов. Вне зависимости от решаемых задач и выбранных подходов структура работы должна содержать: титульный лист, содержание, введение, основную часть; заключение; список литературы; приложение(я).

Во введении необходимо отразить: актуальность; объект; предмет; цель; задачи; методы исследования; структура работы. Основную часть работы рекомендуется разделить на 2 главы, каждая из которых должна включать от двух до четырех параграфов.

Содержание глав и их структура зависит от темы и анализируемого материала.

Первая глава должна иметь обзорно-аналитический характер и, как правило, является теоретической.

Вторая глава по большей части раскрывает насколько это возможно предмет исследования. В ней приводятся практические данные по проблематике темы исследования.

Выводы оформляются в виде некоторого количества пронумерованных абзацев, что придает необходимую стройность изложению изученного материала. В них подводятся итог проведённой работы, непосредственно выводы, вытекающие из всей работы и соответствующие выявленным проблемам, поставленным во введении задачам работы; указывается, с какими трудностями пришлось столкнуться в ходе исследования.

Правила написания и оформления курсовой работы регламентируются Положением о курсовой работе (проекте), утвержденным решением Ученого совета ФГБОУ ВО ГАГУ от 27 апреля 2017 г.

1. ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНАЦИОННЫМ БИЛЕТАМ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

1.Молекулярно-кинетическая теория идеального газа. Основные положения и основное уравнение МКТ идеального газа. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул. Постоянная Больцмана. Статистический смысл температуры и давления.

2.Опытное подтверждение правильности основного уравнения кинетической теории. Уравнение состояния идеального газа. Экспериментальные газовые законы и их сравнение с теоретическими.

3.Скорости газовых молекул. Опыт Штерна. Распределение скоростей молекул по Максвеллу.

4.Явления переноса в газах. Вязкость (внутреннее трение).

5.Явления переноса в газах. Диффузия.

6.Явления переноса в газах. Теплопроводность.

7.Первое начало термодинамики и его методологическое значение.

8.Степени свободы. Принцип равномерного распределения энергии по степеням свободы, границы его применимости. Внутренняя энергия идеального газа.

9.Классическая теория теплоемкости газов и ее затруднения. Квантовые представления о теплоемкости газов.

10.Изопроцессы в газах. Работа, совершаемая газом в изопроцессах.

11.Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Работа, совершаемая при адиабатическом процессе.

12.Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины. Цикл Карно и его КПД. Количественное выражение второго начала термодинамики.

13.Второе начало термодинамики. Энтропия - функция состояния. Закон возрастания энтропии в изолированной системе. Энтропия идеального газа.

14.Энтропия и вероятность. Статистический характер второго начала термодинамики и границы его применимости. Современные взгляды на II начало термодинамики. Тепловая теорема Нернста или третье начало термодинамики.

15.Отступление реальных газов от законов для идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Сравнение изотерм Ван-дер-Ваальса с экспериментальными изотермами.

16.Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона. Сжижение газов и получение низких температур. Понятие об отрицательной абсолютной температуре.

17.Теория вещества в жидком состоянии. Общие свойства и строение жидкостей. Поверхностное натяжение.

18.Смачивание и капиллярные явления, формула Жюрена. Практическое использование поверхностных явлений.

19.Теория вещества в твердом состоянии. Кристаллические и аморфные тела. Монокристаллы и поликристаллы. Анизотропия физических свойств монокристаллов. Классификация кристаллов по типу межмолекулярных сил: атомные, ионные, металлические и молекулярные кристаллы.

20.Тепловые свойства твердых тел: тепловое расширение, теплопроводность, теплоемкость. Эмпирический закон Дюлонга и Пти. Затруднения классической физики в объяснении температурной зависимости теплоемкости твердых тел.

21.Фазовые превращения. Диаграмма состояния вещества. Тройная точка. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса, его применение к процессам испарения, плавления и возгонки. Особенности фазовых превращений воды и ее роль в природе.

ТРЕТИЙ ВОПРОС В БИЛЕТАХ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ И ТЕРМОДИНАМИКЕ

Раскрыть содержание следующих понятий:

1. Вещество, количество вещества, число Авогадро, молярная масса.
2. Макроскопическая и термодинамическая системы.
3. Изопроцессы, адиабатический процесс.
4. КПД тепловой машины, холодильный коэффициент.
5. Абсолютная и относительная влажность, точка росы, упругость водяных паров.
6. Абсолютная температура, абсолютный нуль.
7. Энергия, внутренняя энергия вещества.
8. Работа, теплота, количество теплоты.
9. Длина и средняя длина свободного пробега молекул, вакуум.
10. Критическое состояние вещества, критические параметры.
11. Броуновское движение, флуктуация.
12. Диффузия, теплопроводность, вязкость.
13. Вечные двигатели I и II рода.
14. Виды движения молекулы, степени свободы.
15. Равновесное и неравновесное состояния, равновесный и неравновесный процессы.
16. Газ, пар, насыщенный пар.
17. Теплоемкость, удельная теплоемкость, молярная теплоемкость.
18. Обратимые и необратимые процессы.
19. Приведенная теплота, энтропия.
20. Термодинамическая вероятность, статистический смысл энтропии.
21. Испарение, конденсация, кипение.
22. Сублимация, плавление, кристаллизация.
23. Парциальное давление, Внутреннее или молекулярное давление, лапласовское давление.
24. Дальний и ближний порядок.
25. Молекула, эффективный диаметр молекулы.

ВТОРОЙ ВОПРОС В БИЛЕТАХ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ И ТЕРМОДИНАМИКЕ

Решить следующие качественные задачи:

1. Идеальный газ расширяется в пустоту. Процесс адиабатический. Будет ли изменяться энергия газа, его температура и энтропия?
2. Какое значение имеет скрытая теплота парообразования и коэффициент поверхностного натяжения в критическом состоянии вещества?
3. Как изменяется энтропия системы при приближении ее к состоянию термодинамического равновесия?
4. Почему все процессы, сопровождающиеся механическим трением, расширением газа, теплопередачей являются необратимыми процессами?
5. От каких термодинамических параметров зависит внутренняя энергия идеального и реального газов?
дм.
6. Показать с точки зрения молекулярного строения вещества, что при сжатии газ нагревается
7. Почему C_p больше, чем C_v ?

8. Объяснить с энергетической точки зрения кривую фазовых переходов на диаграмме (рис. 1). Записать количество теплоты, подводимое (или выделяемое) к системе на участках: 1-2; 2-3; 3-4; 4-5; 5-6; 6-7; 7-8; 8-9; 9-10.

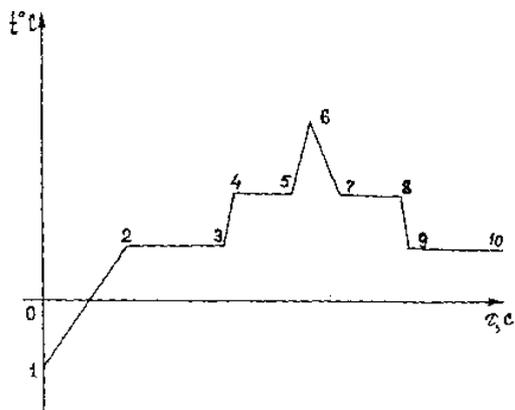


Рис. 1.

9. Зарисовать графики изотермы и адиабаты в системе координат p от V и обосновать их различную крутизну.
 10. Различаются ли внутренняя энергия у воды и пара при одинаковой температуре, например, при 100°C ?
 11. Производит ли газ давление на стенки сосуда или на любое тело, помещенное внутри него, в состоянии невесомости?
 12. Исходя из рисунка 2, объяснить поведение жидкости в капиллярах

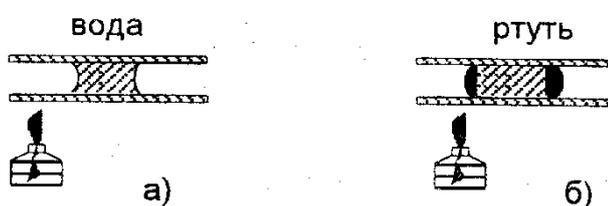


Рис. 2.

13. Какова температура космического глубоковакуумного пространства?
 14. В сосуд с горячей водой опущена капиллярная трубка. Будет ли изменяться уровень воды в трубке при ее остывании?
 15. У какой воды больше поверхностное натяжение - чистой или мыльной? Почему мыльная вода дает такие прочные пленки, каких из чистой воды получить нельзя?
 16. Одно колено открытого U-образного ртутного манометра присоединено к колбе с водой, из которой выкачан воздух (рис. 3). Что будет показывать манометр, если колбу погрузить в сосуд с кипящей водой? Будут ли зависеть показания манометра от высоты над уровнем моря?

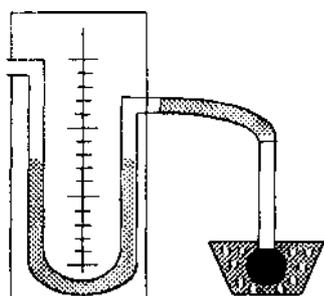


Рис.3.

17. Может ли кипеть вода в кастрюле, плавающей в другой кастрюле с кипящей водой?

18. Имеются две тонкие трубки, расширяющиеся к одному концу. В трубки введены капли различных жидкостей (рис.4). Почему капли не остаются в покое, а движутся вдоль трубки? Куда передвигаются капли?

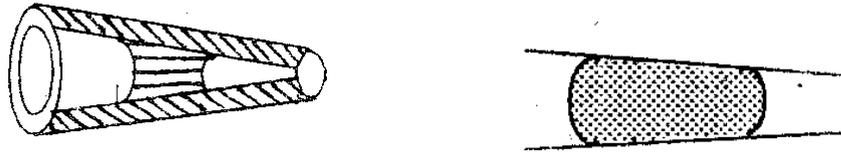


Рис.4.

19. В замкнутом сосуде объемом V содержится жидкость при температуре T_1 . При повышении температуры до T_2 жидкость испарилась. Построить график зависимости относительной влажности от температуры, т.е. $f = f(T)$. Начальная масса жидкости мала.

20. Температура 0°C является, как известно, одновременно и температурой таяния льда, и температурой замерзания воды. Что произойдет, если в сосуд с водой при 0°C положить кусок льда при 0°C ?

21. Если острия S-образной картонной пластинки (рис.5) натереть мылом и положить на воду, то пластинка будет вращаться. Почему? В каком направлении?

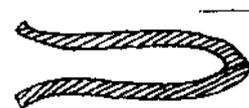


Рис.5.

22. Для того чтобы нагреть кастрюлю с водой, всегда помещают нагреватель внизу (например, ставят кастрюлю на плитку). Желая охладить кастрюлю с водой как можно быстрее до комнатной температуры, хозяйка поставила ее на лед. Правильно ли она поступила?

23. Бумажная рамка (рис.6) плавает на поверхности воды. Что произойдет, если внутри рамки капнуть мыльным раствором?

Рис.6.



24. На рисунке 7 графически изображен процесс теплообмена для случая, когда кусок льда при $-t^\circ\text{C}$ опускают в калориметр, содержащий воду при температуре $t_1^\circ\text{C}$. Объяснить значения отдельных частей графика. Что означает различие в крутизне участков АВ и СД?

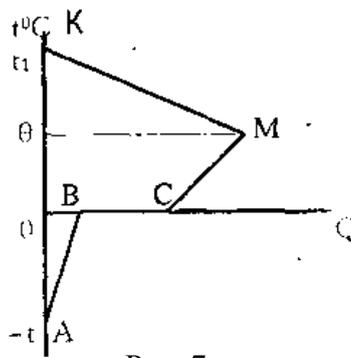


Рис. 7.

25. Кусок металла и кусок дерева имеют одинаковую температуру. Почему на ощупь холодный металл кажется холоднее дерева, а горячий металл - горячее дерева? При какой температуре и металл, и дерево будут казаться на ощупь одинаково нагретыми?

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ЗАКОНЫ И ФОРМУЛЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ

Основные понятия молекулярной физики и термодинамики

Вещество – это вид материи, который обладает массой покоя. Это элементарные частицы, небольшая совокупность элементарных частиц (атомы, ионы, молекулы), большое число элементарных частиц (физические тела), огромная совокупность элементарных частиц (мегамир).

Макроскопическая система – любое тело или группа тел, состоящих из множества частиц.

Молекулярная физика – раздел физики, изучающий строение и свойства вещества исходя из молекулярно-кинетических представлений, основывающихся на том, что все тела состоят из молекул, находящихся в непрерывном хаотическом движении.

Термодинамика – раздел физики, изучающий общие свойства макроскопических систем, находящихся в состоянии термодинамического равновесия, и процессы перехода между этими состояниями.

Статистический метод (основы молекулярной физики) – метод исследования систем из большого числа частиц, оперирующий статистическими закономерностями и средними значениями физических величин, характеризующих всю совокупность частиц (например, средние значения скоростей теплового движения молекул и их энергий).

Термодинамический метод (основы термодинамики) - метод исследования систем из большого числа частиц, оперирующий на основе законов превращения энергии величинами, характеризующими систему в целом (например, давление, объем, температура), не рассматривая ее микроструктуры и совершающихся в системе микропроцессов.

Термодинамическая система – тело или совокупность тел любой физико-химической природы, полностью характеризующееся некоторым числом независимых макроскопических параметров.

Термодинамические параметры – совокупность физических величин, характеризующих свойства термодинамической системы. Обычно в качестве параметров состояния выбирают температуру, давление и объем.

Термодинамический процесс – любое изменение в термодинамической системе, связанное с изменением хотя бы одного из ее термодинамических параметров.

Термодинамическое равновесие – система находится в термодинамическом равновесии, если ее состояние с течением времени не меняется.

Равновесные процессы – процессы, проходящие через ряд равновесных состояний. Они протекают таким образом, что изменение параметров, описывающих систему, за конечный промежуток времени бесконечно мало.

Неравновесные процессы – процессы, при которых за конечный промежуток времени происходит конечное изменение параметров системы и, следовательно, равновесие системы нарушается.

Круговой процесс – процесс, при котором система, пройдя через ряд состояний, возвращается в исходное.

Температура – физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия макроскопической системы и определяющая направление теплообмена между телами.

Уравнение состояния – функциональная зависимость между параметрами простой термодинамической системы – давлением p , объемом V и температурой T .

Идеальный газ – идеализированная модель газа, согласно которой: 1) собственный объем молекул газа пренебрежительно мал по сравнению с объемом сосуда; 2) между молекулами газа отсутствуют силы взаимодействия; 3) столкновения молекул газа между собой и стенками сосуда абсолютно упругие.

Молекула – наименьшая частица вещества, обладающая его основными химическими свойствами и состоящая из атомов, соединенных между собой химическими связями.

Молекулярная масса – масса молекулы.

Молярная масса – масса вещества, взятого в количестве 1 моля.

Средняя длина свободного пробега молекул – путь, который в среднем проходят молекулы между двумя последовательными столкновениями.

Эффективный диаметр молекулы – минимальное расстояние, на которое сближаются при столкновении центры двух молекул.

Броуновское движение – непрерывное хаотическое движение малых частиц, взвешенных в жидкости или газе.

Явления переноса – необратимые процессы в термодинамически неравновесных системах, в которых происходит пространственный перенос энергии, массы, импульса.

Теплопроводность – направленный перенос теплоты от более нагретых частей тела к менее нагретым, приводящий к выравниванию их температуры.

Диффузия – направленный процесс проникновения молекул одного вещества в другое вследствие теплового движения в направлении уменьшения концентрации этих молекул.

Вязкость (внутреннее трение) – явление возникновения сил, препятствующих относительному перемещению слоев жидкости или газа, обусловленное переносом импульса.

Внутренняя энергия термодинамической системы – энергия хаотического (теплового) движения микрочастиц системы (молекул, атомов, электронов, ядер и т.д.) и энергия взаимодействия этих частиц.

Число степеней свободы – число независимых переменных, полностью определяющих положение системы в пространстве.

Работа – мера изменения энергии системы в механических процессах. Работа является макрофизическим процессом передачи энергии.

Работа в термодинамике – работа при сжатии или расширении газа в цилиндре при изобарическом процессе: $A = p \Delta V$.

Количество теплоты – энергия, полученная или отданная телом в форме беспорядочного движения образующих тело микрочастиц путем теплообмена.

Теплота (теплообмен) – процесс передачи энергии от одного тела к другому без совершения работы, обусловленный градиентом температуры. Теплообмен является микрофизическим процессом передачи энергии. При этом не происходит каких-либо макроскопических перемещений тел.

Теплоемкость тела – количество теплоты, необходимое для увеличения температуры тела на 1 К.

Изопроцессы – равновесные процессы, в которых один из основных параметров сохраняется постоянным.

Адиабатический процесс – Процесс, при котором отсутствует теплообмен между системой и окружающей средой.

Приведенное количество теплоты – отношение теплоты Q , полученной телом в изотермическом процессе, к температуре T теплоотдающего тела.

Энтропия – функция состояния термодинамической системы, характеризующая направление протекания в ней самопроизвольных процессов.

Термодинамическая вероятность состояния W – число способов, которыми может быть реализовано данное состояние макроскопической системы, или число микросостояний, осуществляющих данное макросостояние.

Термостат – термодинамическая система, которая может обмениваться теплотой с телами без изменения температуры.

Тепловой двигатель – периодически действующий двигатель, совершающий работу за счет полученной извне теплоты.

Холодильная машина – периодически действующая установка, в которой за счет работы внешних сил теплота переносится к телу с более высокой температурой.

Цикл Карно – наиболее экономичный обратимый круговой процесс, состоящий из двух изотерм и двух адиабат.

Радиус молекулярного действия – расстояние (порядка 10^{-9} м), при котором можно пренебречь силами притяжения между молекулами жидкости.

Молекулярное внутреннее давление – давление, оказываемое поверхностным мономолекулярным слоем жидкости толщиной $1,5 \cdot 10^{-9}$ м на всю жидкость.

Поверхностная энергия - дополнительная энергия, которой обладают молекулы в поверхностном слое жидкости.

Поверхностное натяжение – свойство поверхности раздела двух сред, характеризующее работу, затрачиваемой на образование этой поверхности и обусловленное силами поверхностного натяжения, стремящихся сократить поверхность до минимума.

Смачивание – явление искривления свободной поверхности жидкости при соприкосновении ее с поверхностью твердого тела, обусловленное характером сил, действующих между молекулами поверхностных слоев соприкасающихся тел.

Краевой угол ϑ - угол между касательными к поверхности жидкости и твердого тела.

Капиллярные явления – явления изменения высоты уровня жидкости в капиллярах.

Избыточное давление – давление на искривленную поверхность жидкости, обусловленное силами поверхностного натяжения.

Кристаллические тела твердые тела, имеющие упорядоченное, периодически повторяющееся расположение частиц (атомов, молекул, ионов).

Аморфные тела – твердые тела, физические свойства которых одинаковы по всем направлениям (анизотропия свойств).

Полимеры – органические аморфные тела, молекулы которых состоят из большого числа одинаковых длинных молекулярных цепочек, соединенных химическими связями.

Монокристаллы – твердые тела, частицы которых образуют единую кристаллическую решетку.

Поликристаллы – твердые тела, имеющие мелкокристаллическую структуру, т.е. состоящие из множества беспорядочно ориентированных кристаллических зерен.

Дефекты кристаллической решетки – отклонения от упорядоченного расположения частиц в узлах решетки.

Парообразование – процесс перехода из жидкого состояния в газообразное.

Испарение – парообразование, происходящее при любой температуре со свободной поверхности жидкости.

Сублимация (возгонка) – испарение твердых тел.

Конденсация – переход вещества вследствие его охлаждения или сжатия из газообразного состояния в конденсированное (жидкое или твердое).

Плавление – переход вещества из кристаллического (твердого) состояния в жидкое.

Кристаллизация (затвердевание) – переход из жидкого состояния в кристаллическое (твердое).

Фаза – термодинамически равновесное состояние вещества, отличающееся по физическим свойствам от других возможных равновесных состояний того же вещества.

Фазовый переход – переход вещества из одной фазы в другую.

Фазовый переход I рода – фазовый переход, сопровождающийся скачкообразным изменением внутренней энергии и плотности вещества.

Фазовый переход II рода – фазовый переход, при котором отсутствует скачкообразное изменение внутренней энергии или плотности вещества.

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И ФОРМУЛЫ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕРМОДИНАМИКИ

Закон Бойля-Мариотта

$$pV = \text{const при } T, m = \text{const}$$

Закон Гей-Люссака

$$V = V_0(1 + \alpha t) \text{ при } p, m = \text{const}$$

Закон Шарля

$$p = p_0(1 + \alpha t) \text{ при } V, m = \text{const}$$

Закон Дальтона

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n$$

Уравнение Клапейрона - Менделеева для произвольной массы газа

$$pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT$$

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E}_k$$

Средняя квадратичная скорость молекулы

$$v_{кв} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$$

Средняя арифметическая скорость молекулы

$$v = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi \mu}}$$

Наиболее вероятная скорость молекулы

$$v_s = \sqrt{\frac{2kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{2RT}{\mu}}$$

Барометрическая формула

$$n = n_0 e^{-\mu gh/RT}$$

Средняя длина свободного пробега молекулы

$$\bar{\lambda} = \frac{v}{z} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{1}{\pi d^2 n}$$

Среднее число столкновений молекулы за 1 с

$$z = \sqrt{2} \pi d^2 n v$$

Закон теплопроводности Фурье

$$Q = -\lambda \frac{dT}{dx} St$$

Закон диффузии Фика

$$m = -D \frac{d\rho}{dx} St$$

Закон Ньютона для внутреннего трения (вязкости)

$$F = -\eta \frac{dv}{dx} S$$

Средняя кинетическая энергия молекулы

$$\bar{E}_k = \frac{i}{2} kT$$

Внутренняя энергия произвольной массы газа

$$U = \nu \frac{i}{2} RT = \frac{m}{\mu} \frac{i}{2} RT$$

Первое начало термодинамики

$$\delta Q = dU + \delta A$$

Молярная теплоемкость газа при постоянном объеме

$$C_v = \frac{i}{2} R$$

Молярная теплоемкость газа при постоянном давлении

$$C_p = \frac{i+2}{2} R$$

Работа газа при изменении его объема

$$\delta A = p dV$$

Работа газа при изобарном расширении

$$A = p(V_2 - V_1) = \frac{m}{\mu} R(T_2 - T_1)$$

Работа газа при изотермическом расширении

$$A = Q = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{V_2}{V_1} = \frac{m}{\mu} RT \ln \frac{p_1}{p_2}$$

Уравнение адиабатического процесса (уравнения Пуассона)

$$pV^\gamma = \text{const}; TV^{\gamma-1} = \text{const}; T p^{1-\gamma} = \text{const}$$

Работа газа при адиабатическом расширении

$$A = \frac{m}{\mu} C_v (T_1 - T_2) = \frac{p_1 V_1}{\gamma - 1} \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1} \right]$$

Термический коэффициент полезного действия для кругового процесса

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

Термический к. п. д. цикла Карно

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Уравнение Ван-дер-Ваальса для моля реального газа

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2} \right) (V_m - b) = RT$$

Определение существования энтропии

$$\frac{\delta Q}{T} = dS$$

Разность энтропий двух состояний

$$S_B - S_A = \int_A^B \frac{\delta Q}{T}$$

Связь энтропии S и термодинамической вероятности W

$$S = k \ln W$$

Критерии оценки студента на экзамене по 4-бальной системе

1. Оценка “отлично” ставится, если студент:

*Показывает глубокое и полное знание и понимание всего объёма программного материала; полное понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей, теорий, взаимосвязей;

*Умеет составить полный и правильный ответ на основе изученного материала; выделять главные положения, самостоятельно подтверждать ответ конкретными примерами, фактами; самостоятельно и аргументировано делать анализ, обобщения, выводы. Устанавливать межпредметные (на основе ранее приобретенных знаний) и внутрипредметные связи, творчески применять полученные знания в незнакомой ситуации. Последовательно, чётко, связно, обоснованно и безошибочно излагать учебный материал; давать ответ в логической последовательности с использованием принятой терминологии; делать собственные выводы; формулировать точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий; при ответе не повторять дословно текст учебника; излагать материал литературным языком; правильно и обстоятельно отвечать на дополнительные вопросы преподавателя. Самостоятельно и рационально использовать наглядные пособия, справочные материалы, учебник, дополнительную литературу, первоисточники; применять систему условных обозначений при ведении записей, сопровождающих ответ; использование для доказательства выводов из наблюдений и опытов;

*Самостоятельно, уверенно и безошибочно применяет полученные знания в решении проблем на творческом уровне; допускает не более одного недочёта, который легко исправляет по требованию преподавателя; имеет необходимые навыки работы с приборами, чертежами, схемами и графиками, сопутствующими ответу; записи, сопровождающие ответ, соответствуют требованиям.

2. Оценка “хорошо” ставится, если студент:

*Показывает знания всего изученного программного материала. Даёт полный и правильный ответ на основе изученных теорий; незначительные ошибки и недочёты при воспроизведении изученного материала, определения понятий дал неполные, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов; материал излагает в определенной логической последовательности, при этом допускает одну негрубую ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно при требовании или при небольшой помощи преподавателя; в основном усвоил

учебный материал; подтверждает ответ конкретными примерами; правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

*Умеет самостоятельно выделять главные положения в изученном материале; на основании фактов и примеров обобщать, делать выводы, устанавливать внутриспредметные связи. Применять полученные знания на практике в видоизменённой ситуации, соблюдать основные правила культуры устной речи и сопровождающей письменной, использовать научные термины;

*Не обладает достаточным навыком работы со справочной литературой, учебником, первоисточниками (правильно ориентируется, но работает медленно). Допускает негрубые нарушения правил оформления письменных работ.

3. Оценка “удовлетворительно” ставится, если студент:

*Усвоил основное содержание учебного материала, имеет пробелы в усвоении материала, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала;

*Материал излагает несистематизированно, фрагментарно, не всегда последовательно;

*Показывает недостаточную сформированность отдельных знаний и умений; выводы и обобщения аргументирует слабо, допускает в них ошибки.

*Допустил ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определения понятий дал недостаточно четкие;

*Не использовал в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, фактов, опытов или допустил ошибки при их изложении;

*Испытывает затруднения в применении знаний, необходимых для решения задач различных типов, при объяснении конкретных явлений на основе теорий и законов, или в подтверждении конкретных примеров практического применения теорий;

*Отвечает неполно на вопросы преподавателя (упуская и основное), или воспроизводит содержание текста учебника, но недостаточно понимает отдельные положения, имеющие важное значение в этом тексте;

*Обнаруживает недостаточное понимание отдельных положений при воспроизведении текста учебника (записей, первоисточников) или отвечает неполно на вопросы преподавателя, допуская одну-две грубые ошибки.

4. Оценка “неудовлетворительно” ставится, если студент:

*Не усвоил и не раскрыл основное содержание материала;

*Не делает выводов и обобщений;

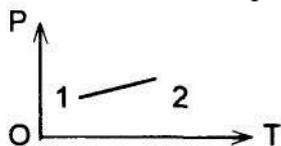
*Не знает и не понимает значительную или основную часть программного материала в пределах поставленных вопросов; или имеет слабо сформированные и неполные знания и не умеет применять их к решению конкретных вопросов и задач по образцу; или при ответе (на один вопрос) допускает более двух грубых ошибок, которые не может исправить даже при помощи преподавателя.

2. Контрольные работы

Контрольная работа №1

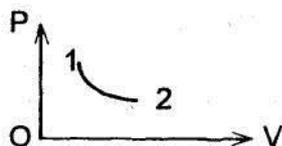
Вариант №1.

1. В баллоне содержится газ при температуре $t_1=100\text{ }^{\circ}\text{C}$. До какой температуры t_2 нужно нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в два раза?
2. Найти среднее число столкновений в секунду молекул азота при температуре $t=27^{\circ}\text{C}$ и давлении $p=400\text{ мм рт.ст.}$
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что изменяется при этом объем?
. Как изменяется при этом объем?



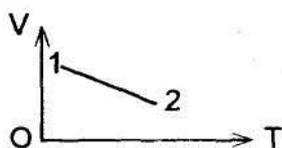
Вариант №2.

1. Колба емкостью 300 см^3 , закрытая пробкой с краном, содержит разреженный воздух. Для измерения давления в колбе ее горлышко погрузили в воду на незначительную глубину и открыли кран, в результате чего в колбу вошло $m=292\text{ г}$ воды. Определить первоначальное давление p_0 в колбе, если атмосферное давление $p=100\text{ кПа}$.
2. Коэффициенты диффузии и внутреннего трения водорода **при** некоторых условиях равны соответственно $D=1,42\text{ см}^2/\text{с}$ и $\eta=8,5\cdot 10^{-6}\text{ Па}\cdot\text{с}$. Найти число молекул водорода в 1 м^3 при этих условиях.
3. На графике показан переход идеального газа от 1-го состояния ко 2-му при условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$. Как изменится при этом температура?



Вариант №3.

1. В цилиндр длиной $l=1,6\text{ м}$, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении p начали медленно вдвигать поршень площадью $S=200\text{ см}^2$. Определить силу F , которая будет действовать на расстоянии $l_1=10\text{ см}$ от дна цилиндра.
2. Какая часть молекул азота, находящегося при температуре $T=400\text{ }^{\circ}\text{K}$, имеет скорости, лежащие в интервале от V_B до $V_B+\Delta V$, где $\Delta V =20\text{ м/с}$?
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $p=\text{const}$. Как изменяется при этом масса газа?



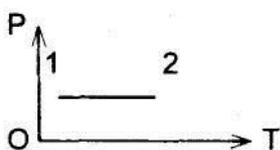
Вариант №4.

1. В сосуде А емкостью $V_1=3\text{ л}$, находится газ под давлением $p_1=1\text{ ат}$. В сосуде емкостью $V_2=4\text{ л}$ находится тот же газ под давлением $p_2=1\text{ ат}$. Температура в обоих сосудах одинакова. Под каким давлением будет находиться газ, если соединить сосуды А и В трубкой?

2. В баллоне объемом $V=5\text{ л}$ содержится кислород массой $m=20\text{ г}$. Определить концентрацию n молекул в баллоне.

3. На графике показан переход идеального газа от первого

состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$ Как изменяется при этом объем газа?



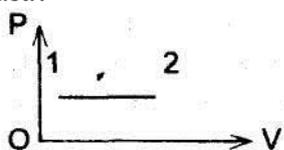
Вариант №5.

1. Баллон содержит водород массой $m=10\text{ г}$ при температуре $T=280\text{ К}$. Определить кинетическую энергию E_n поступательного движения и полную кинетическую энергию E_k всех молекул.

2. Пучок молекул нормально падает на стенку. Сколько ударов молекул получит стенка за единицу времени, если концентрация молекул в пучке n , их средняя скорость V , а площадь поперечного сечения пучка S ?

3. На графике показан переход идеального газа от первого

m состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$ Как изменяется при этом температура газа?



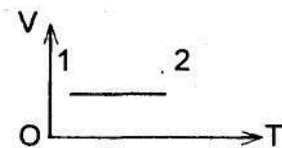
Вариант №6.

1. Определить среднее значение полной кинетической энергии (E_k) одной молекулы гелия при температуре 127°C .

2. Какая часть молекул азота, находящегося при температуре $T=200\text{ К}$, имеет скорости, лежащие в интервале от V_B до $V_B + \Delta V$, где $\Delta V = 20\text{ м/с}^2$.

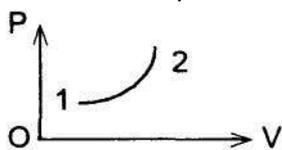
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при

условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$. Как изменяется при этом масса газа?



Вариант №7.

1. Какова наиболее вероятная скорость молекул водорода при температуре $T=400^{\circ}K$?
2. Коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях $D=0,91 \text{ см}^2/\text{с}$. Определить коэффициент теплопроводности (χ) водорода.
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$. Как изменяется при этом температура газа?

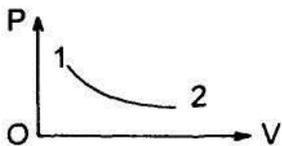


Вариант №8.

1. Баллон емкостью $V=30 \text{ л}$ содержит смесь водорода и гелия при температуре $T=300^{\circ}K$ и давлении $P=8,2 \text{ атм}$. Масса смеси $m=24 \text{ г}$. Определить массу m_1 водорода и массу m_2 гелия.
2. Баллон содержит азот массой $m=2 \text{ г}$ при температуре $T=280^{\circ}K$. Определить суммарную кинетическую энергию (E_k) поступательного движения всех молекул газа.
3. Найти среднее число столкновений (z), испытываемых в течение 1 сек . молекулой кислорода при нормальных условиях.

Вариант №9.

1. Одна треть молекул азота массой $m=10 \text{ г}$ распалась на атомы. Сколько всего частиц находится в таком газе?
2. Баллон емкостью $V=10 \text{ л}$ содержит водород массой $m=1 \text{ г}$. Определить среднюю длину свободного пробега (λ) молекул.
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$. Как изменяется при этом температура газа?

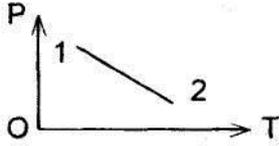


Вариант №10.

1. В 1 кг сухого воздуха содержится $m_1=232 \text{ г}$ кислорода и $m_2=768 \text{ г}$ азота (массой других газов пренебрегаем). Определить кажущуюся относительную молярную массу μ воздуха.
2. Определить число киломолей ν и число N молекул газа, содержащегося в колбе емкостью $V=240 \text{ см}^3$, если температура газа $T=290^{\circ}K$ и давление $p=50 \text{ кПа}$.
3. При нормальных условиях динамическая вязкость азота $\eta=17 \text{ мкПа}\cdot\text{с}$. Найти среднюю длину свободного пробега (λ) молекул азота.

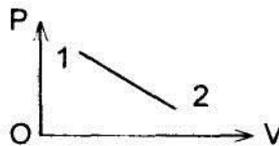
Вариант №11.

1. В колбе емкостью $V=100 \text{ см}^3$ содержится некоторый газ при температуре $T=300^\circ\text{K}$. На сколько понизится давление p газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет $N=10^{20}$ молекул?
2. Коэффициент диффузии кислорода при температуре 0°C $D=0,19 \text{ см}^2/\text{с}$. Определить давление газа.
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $\mu = \text{const}$ и $V = \text{const}$. Как изменяется при этом масса газа?



Вариант №12.

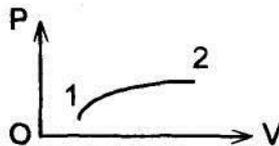
1. При нагревании некоторой массы газа на $\Delta T=1 \text{ K}$ при постоянном давлении объем этой массы газа увеличился на $1/350$ часть первоначального объема. Найти начальную температуру T газа.
2. Можно ли считать вакуум с давлением $p=100 \text{ мкПа}$ высоким, если он создан в колбе диаметром $d=20 \text{ см}$, содержащей азот при температуре $T=280 \text{ K}$?
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при



условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$. Как изменяется при этом температура газа?

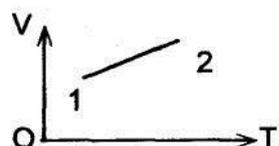
Вариант №13.

1. Сосуд емкостью $V=0,01 \text{ м}^3$ содержит азот массой $m_1=7 \text{ г}$ и водород массой $m_2=1 \text{ г}$ при температуре $T=280 \text{ K}$. Определить давление p смеси газов.
2. Найти плотность газовой смеси, состоящей по массе из одной части водорода и восьми частей кислорода при давлении $p=100 \text{ кПа}$ и температуре $T=300 \text{ K}$.
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$. Как изменяется при этом температура газа?



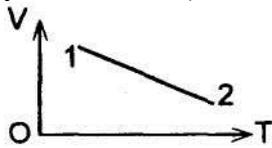
Вариант №14.

1. В баллоне объемом 5 л содержится кислород массой $m=20 \text{ г}$. Определить концентрацию n молекул в баллоне.
2. В газообразной трубке находится неон при температуре $T=300 \text{ K}$ и давлении $p=1 \text{ Па}$. Найти число N атомов неона, ударяющихся за время $t=1 \text{ с}$ о катод, имеющий форму диска площадью $S=1 \text{ см}^2$.
3. На графике показан переход от первого состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$. Как изменяется при этом давление?



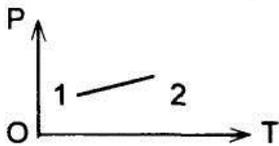
Вариант №15.

1. На сколько уменьшится атмосферное давление $p=100 \text{ кПа}$ при подъеме наблюдателя над поверхностью Земли на высоту $\Delta h=100 \text{ м}$? Считать, что температура $T=290 \text{ К}$ и не изменяется с высотой.
2. Баллон содержит водород массой $m=10 \text{ г}$ при температуре $T=280 \text{ К}$. Определить кинетическую энергию всех молекул газа.
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $\mu = \text{const}$ и $p = \text{const}$. Как изменяется при этом масса газа?



Вариант №16.

1. В баллоне содержится газ при температуре $t_1=100 \text{ }^\circ\text{C}$. До какой температуры t_2 нужно нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в два раза?
2. Найти среднее число столкновений в секунду молекул азота при температуре $t=27^\circ\text{C}$ и давлении $p=400 \text{ мм рт.ст.}$
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что изменяется при этом объем? Как изменяется при этом объем?

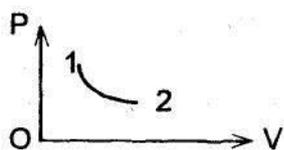


Вариант №25

1. В 1 кг сухого воздуха содержится $m_1 = 232 \text{ г}$ кислорода и $m_2=768 \text{ г}$ азота (массой других газов пренебрегаем). Определить кажущуюся относительную молярную массу μ воздуха.
2. Определить число киломолей ν и число N молекул газа, содержащегося в колбе емкостью $V=240 \text{ см}^3$, если температура газа $T=290^\circ\text{K}$ и давление $p=50 \text{ кПа}$.
3. При нормальных условиях динамическая вязкость азота $\eta = 17 \text{ мкПа}\cdot\text{с}$. Найти среднюю длину свободного пробега (λ) молекул азота.

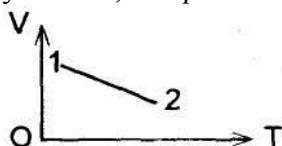
Вариант №17

1. Колба емкостью 300 см^3 , закрытая пробкой с краном, содержит разреженный воздух. Для измерения давления в колбе ее горлышко погрузили в воду на незначительную глубину и открыли кран, в результате чего в колбу вошло $m=292 \text{ г}$ воды. Определить первоначальное давление p_0 в колбе, если атмосферное давление $p=100 \text{ кПа}$.
2. Коэффициенты диффузии и внутреннего трения водорода при некоторых условиях равны соответственно $D=1,42 \text{ см}^2/\text{с}$ и $\dot{\eta}=8,5 \cdot 10^{-6} \text{ Па}\cdot\text{с}$. Найти число молекул водорода в 1 м^3 при этих условиях.
3. На графике показан переход идеального газа от 1-го состояния ко 2-му при условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$. Как изменится при этом температура?



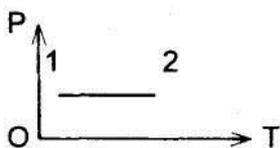
Вариант №18

1. В цилиндр длиной $l=1,6$ м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении p начали медленно вдвигать поршень площадью $S=200$ см². Определить силу F , которая будет действовать на расстоянии $l_1=10$ см от дна цилиндра.
2. Какая часть молекул азота, находящегося при температуре $T=400$ °K, имеет скорости, лежащие в интервале от V_B до $V_B+\Delta V$, где $\Delta V = 20$ м/с?
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $p=const$. Как изменяется при этом масса газа?



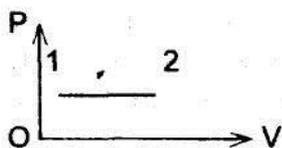
Вариант №19

1. В сосуде А емкостью $V_1=3$ л, находится газ под давлением $p_1=1$ атм. В сосуде В емкостью $V_2=4$ л находится тот же газ под давлением $p_2=1$ атм. Температура в обоих сосудах одинакова. Под каким давлением будет находиться газ, если соединить сосуды А и В трубкой?
2. В баллоне объемом $V=5$ л содержится кислород массой $m=20$ г. Определить концентрацию n молекул в баллоне.
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = const$. Как изменяется при этом объем газа?



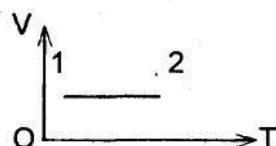
Вариант №20

1. Баллон содержит водород массой $m=10$ г при температуре $T=280$ °K. Определить кинетическую энергию E_n поступательного движения и полную кинетическую энергию E_k всех молекул.
2. Пучок молекул нормально падает на стенку. Сколько ударов молекул получит стенка за единицу времени, если концентрация молекул в пучке n , их средняя скорость V , а площадь поперечного сечения пучка S ?
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = const$. Как изменяется при этом температура газа?



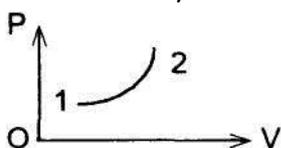
Вариант №21

1. Определить среднее значение полной кинетической энергии (E_k) одной молекулы гелия при температуре 127°C .
2. Какая часть молекул азота, находящегося при температуре $T=200^\circ\text{K}$, имеет скорости, лежащие в интервале от V_B до $V_B + \Delta V$, где $\Delta V = 20 \text{ м /с}^2$.
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$. Как изменяется при этом масса газа?



Вариант №22

1. Какова наиболее вероятная скорость молекул водорода при температуре $T=400^\circ\text{K}$?
2. Коэффициент диффузии водорода при нормальных условиях $D=0,91 \text{ см}^2/\text{с}$. Определить коэффициент теплопроводности (χ) водорода.
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = \text{const}$. Как изменяется при этом температура газа?



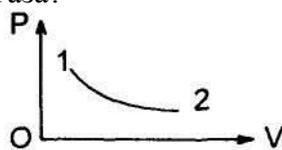
Вариант №23

1. Баллон емкостью $V=30 \text{ л}$ содержит смесь водорода и гелия при температуре $T=300^\circ\text{K}$ и давлении $P=8,2 \text{ атм}$. Масса смеси $m=24 \text{ г}$. Определить массу m_1 водорода и массу m_2 гелия.
2. Баллон содержит азот массой $m=2 \text{ г}$ при температуре $T=280^\circ\text{K}$. Определить суммарную кинетическую энергию (E_k) поступательного движения всех молекул газа.
3. Найти среднее число столкновений (z), испытываемых в течение 1 сек . молекулой кислорода при нормальных условиях.

Вариант №24

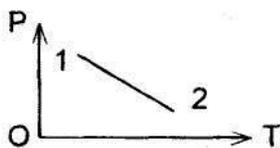
1. Одна треть молекул азота массой $m=10 \text{ г}$ распалась на атомы. Сколько всего частиц находится в таком газе?
2. Баллон емкостью $V=10 \text{ л}$ содержит водород массой $m=1 \text{ г}$. Определить среднюю длину свободного пробега (λ) молекул.
3. На графике показан переход идеального газа от первого

m состояния ко второму при условии, что $\frac{m}{\mu} = const$. Как изменяется при этом температура газа?



Вариант №26

1. В колбе емкостью $V=100 \text{ см}^3$ содержится некоторый газ при температуре $T=300^\circ\text{K}$. На сколько понизится давление p газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет $N=10^{20}$ молекул?
2. Коэффициент диффузии кислорода при температуре 0°C $D=0,19 \text{ см}^2/\text{с}$. Определить давление газа.
3. На графике показан переход идеального газа от первого состояния ко второму при условии, что $\mu = const$ и $V = const$. Как изменяется при этом масса газа?



Контрольная работа №2

Вариант 1.

1. В замкнутом сосуде объемом V_0 содержится m жидкости при температуре T_1 . При повышении температуры до T_2 жидкость испарилась. Построить примерный график зависимости относительной влажности от температуры, т.е. $\varphi=f(T)$. Начальная масса жидкости мала.
2. Определить к.п.д. тепловой машины, если за один цикл была произведена работа $3,5 \cdot 10^3$ Дж и холодильнику передано $16 \cdot 10^3$ Дж тепла.
3. В стеклянный сосуд, имеющий при 0°C объем 20 л налит до краев керосин при той же температуре. На сколько градусов должна повыситься температура, чтобы вытекло 0.5 л керосина? Коэффициент объемного расширения керосина $\beta=1.0 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$, коэффициент линейного расширения стекла $\alpha=9 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$.

Вариант 2.

1. Почему при понижении температуры воздуха в комнате начинает ощущаться сырость?
2. 3 кг воды нагреваются от температуры 10°C до температуры 100°C , при которой обращаются в пар. Определить изменение энергии воды.
3. Исходя из знания критических значений углекислого газа ($p_k=73 \text{ ат.}$, $t_k=31.1^\circ\text{C}$), определить постоянные Ван-дер-Ваальса "a" и "b".

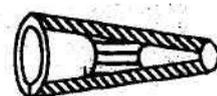
Вариант 3.

1. Может ли кипеть вода в кастрюле, плавающей в другой кастрюле с кипящей водой? Какое необходимо уточнение в этом вопросе?
2. В сосуде емкостью 3 л находится 1 моль углекислого газа (CO_2) при температуре $T=300 \text{ K}$. Определить давление p газа:
 - 1) по уравнению Клапейрона-Менделеева;
 - 2) по уравнению Ван-дер-Ваальса, если $a=3,6 \text{ л} \cdot \text{атм}/\text{моль}^2$, $b=0,043 \text{ л}/\text{моль}$.
3. На сколько давление внутри мыльного пузыря больше атмосферного давления, если диаметр пузыря 5 мм?

Вариант 4.

1. Почему после жаркого дня роса бывает более обильной?

2. Определить давление воздуха в воздушном пузырьке диаметром $d=0.01$ мм, находящемся на глубине 20 см под поверхностью воды, если внешнее атмосферное давление $p_1=765$ мм рт. ст., плотность воды $\rho \approx 10^3$ кг/м³, коэффициент поверхностного натяжения воды $\alpha=0,07$ Н/м.



3. Исходя из рисунка, объяснить: 1) почему капля не останется в покое, а будет двигаться вдоль трубки? 2) Куда будет двигаться капля?

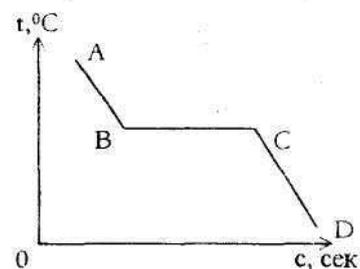
Вариант 5.

1. Почему при густой облачности ночью роса не выпадает?
2. На какую высоту поднимется бензол в капилляре, внутренний диаметр которого равен $d=1$ мм? Смачивание считать полным. Коэффициент поверхностного натяжения бензола $\alpha = 0,03$ Н/м, плотность бензола 880 кг/м³.
3. Исходя из рисунков объяснить: а) Почему капля не останется в покое, а будет двигаться вдоль трубки? б) Куда будет двигаться капля?



Вариант 6

1. Тигль с расплавленным свинцом находится в отапливаемом помещении. Изменение температуры свинца с течением времени показано на графике. Каким должен быть характер графика, изображающего такой же процесс, но происходящий на морозе?
2. Определить коэффициент объемного расширения изотропного твердого тела, если при 200°C оно имело объем 200 см³ а при 1200°C - $217,6$ см³
3. Рамка, охватывающая поверхность в 40 см², затянута мыльной пленкой. На сколько уменьшится энергия пленки при изотермическом сокращении ее площади вдвое?

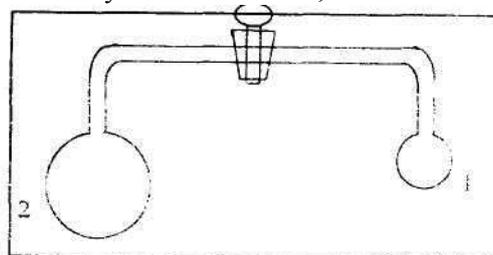


Вариант 7.

1. Найти постоянные "а" и "b" уравнения Ван-дер-Ваальса для азота по его критическим давлению и температуре.
2. Найти изменение температуры кипения для воды при изменении давления на 0.1 атм, если $\rho_{\text{воды}}=990$ кг/м³, $\rho_{\text{пар}}= 0.58$ кг/м³.
3. Капилляр опустили в жидкость, которая не смачивает его стенки. На каком уровне установится жидкость в этом капилляре и почему?

Вариант 8.

1. Вычислить, пользуясь формулой Ван-дер-Ваальса, давление 6 кг углекислого газа, заключенного в баллон емкостью 20 л при 13°C . Сравнить результат с давлением идеального газа при тех же условиях.
2. В комнате объемом 120 м³ при температуре 15°C относительная влажность равна 60% . Определить массу водяных паров в воздухе комнаты.



3 На концах трубки выдуты два мыльных пузыря различных диаметров. Будут ли они находиться в равновесии? Если нет, то почему?

Вариант 9.

1. Можно ли в состоянии невесомости измерить давление воздуха ртутным барометром? Почему?
2. Газ, занимающий объем 200 л, находится под давлением 40 атм при температуре 27°C. При какой температуре газ будет занимать объем 50 л при давлении 60 атм? (Расчет выполнить с помощью уравнения Ван-дер-Ваальса).
3. Высота воды в стеклянном капилляре, опущенном в воду 12 мм. Определить внутренний диаметр капиллярной трубки если коэффициент поверхностного натяжения воды $72 \cdot 10^3 \text{ Н*м}$.

Вариант 10.

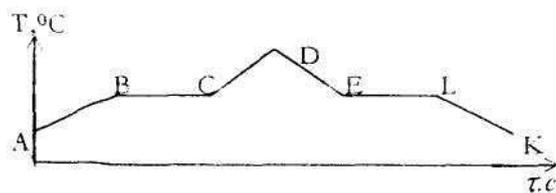
1. Найти критическое давление и температуру аргона.
2. Масса стеклянного сосуда при 0°C 53 г. Масса же стеклянного сосуда с ртутью - 1384 г. Когда его нагрели до 40°C, то часть ртути вытекла и масса сосуда с оставшейся ртутью стала 1376 г. Каков коэффициент объемного расширения стекла?
3. В засуху слежавшаяся почва высыхает сильно, а вспаханная слабо. Почему?

Вариант 11.

1. В комнате объемом 130 м³ при температуре 18°C относительная влажность равна 80%. Определить массу водяных паров в воздухе комнаты.
2. Вычислить, пользуясь формулой Ван-дер-Ваальса, давление углекислого газа массой $m=1,7$ кг, заключенного в баллон емкостью $V=3$ л при температуре 17°C.
3. Слепить фигурку из сухого песка нельзя, а из мокрого можно. Почему? Будет ли держаться фигурка из песка, если ее слепить под водой?

Вариант 12.

1. Найти, на какой глубине под водой находится пузырек воздуха, если известно, что плотность воздуха в нем равна 2 кг/м³. Диаметр пузырька 0,015 мм, температура 20°C и атмосферное давление 760 мм рт. ст.
2. Какую работу надо совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь, радиус которого 9 см. Коэффициент поверхностного натяжения $\alpha=40$ дн/см, атмосферное давление $p_0=1$ ат.
3. Укажите, как определяется количество теплоты на каждом из участков кривой.

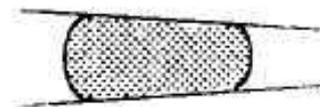


Вариант 13.

1. Какую работу надо произвести, чтобы выдуть мыльный пузырь диаметром $d=14$ см, если процесс раздувания пузырька изотермический?
2. В воде на глубине 35 см находится пузырек воздуха диаметром 0,1 мм. Давление атмосферы равно 760 мм рт. ст., температура воды 21°C. Каково давление воздуха внутри пузырька?
3. Капилляр опустили в жидкость, которая смачивает его стенки. На каком уровне установится жидкость в этом капилляре и почему?

Вариант 14.

1. Газ расширяется при постоянной температуре 27°C, причем объем 1 моля газа увеличивается от 1,5 до 15 л. Принимая, что условие $V_{\mu} \gg v$ выполняется, определить



пользуясь формулой Ван-дер-Ваальса, работу при расширении 1 моля газа (азота).

2. Резервуар газового термометра наполнен воздухом. Давление в резервуаре газа при 0°C равно 757 мм рт. ст., а при помещении его в сосуд с водой равно 840 мм рт. ст. Рассчитать температуру воды, предполагая, что воздух имеет относительную влажность, равную 60% при 0°C .

3 Исходя из рисунка, объяснить: а) Почему капля не останется в покое, а движется вдоль трубки? б) Куда будет двигаться капля?

Вариант 15.

1. В баллоне емкостью 20 л находится 80 моль некоторого газа. При 14°C давление газа равно 90 ат., а при 63°C - 109 ат. Вычислить постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа

2. Какова плотность воздуха при 29°C при относительной влажности 70% и нормальном давлении?

3. Капилляр опустили в жидкость, которая не смачивает его стенки. На каком уровне установится жидкость в этом капилляре и почему?

Вариант 16.

1 В каком количественном соотношении находятся кинетическая и потенциальная энергии молекул в твердом, жидком и газообразном состояниях вещества?

2 Относительная влажность воздуха при 27°C равна 40 %. Какова будет относительная влажность этого воздуха при 20°C .

3. С какой скоростью должна лететь льдинка при 0°C , чтобы при ударе о преграду она расплавилась?

Вариант 17.

1. Почему при внесении пылинок в пресыщенный пар в нем начинается процесс конденсации капель тумана?

2. Лед массой 2 кг при температуре $t_1=0^{\circ}\text{C}$ был превращен в воду при той же температуре при помощи пара, имеющего температуру 100°C . Определить массу израсходованного пара.

3. Каково давление водяных паров вблизи капелек воды, радиус которых $5 \cdot 10^{-6}$ см, при температуре 10°C ?

Вариант 18.

1. Вода легче песка. Почему же ветер в пустыне поднимает тучи песка, а на море только небольшое количество брызг?

2 Какова плотность воздуха при относительной влажности 60% и давлении 1 ат? Температура воздуха 30°C .

3. В баллоне емкостью 20л находится 80 моль газа. При 14°C давление газа 90 ат, а при 63°C - 109ат. Вычислить постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа.

Вариант 19.

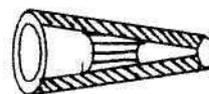
1. Найти постоянные а и b в уравнении Ван-дер-Ваальса для кислорода по его критическим давлению и температуре.

2. Рассчитайте работу, совершенную при выдувании мыльного пузыря радиусом 8см.

3. Исходя из рисунка, объяснить:

а) Почему капля не останется в покое, а будет двигаться вдоль трубки?

б) Куда будет двигаться капля?



Вариант 20.

1. Стекланный сосуд весит 53г. Тот же сосуд, наполненный ртутью, при 0°C весит 1384г. Когда этот сосуд нагрели до 40°C , то часть ртути вытекла и сосуд стал весить 1376г. Каков коэффициент объемного расширения стекла?

2. Принимая, что $\gamma = 0,036$ всех молекул водяного пара, попавших на поверхность воды, задерживаются ею. Подсчитать массу всех молекул, вылетающих в течение 1 секунды с 1 см^2 воды при 100°C в находящийся над ней насыщенный водяной пар.

3. Если острия S-образной картонной пластинки (см.рис.) натереть мылом и положить на воду, то пластинка будет вращаться. Почему? В каком направлении?



Вариант 21.

1. Комната имеет размеры $10 \times 5 \times 4$ м³. Температура в комнате 20°C, точка росы 12°C. Определить количество водяного пара, находящегося в комнате, и относительную влажность воздуха.
2. Две пластинки длиной 10 см находятся на расстоянии 0,01 мм одна от другой и погружены нижними краями в воду. Какова сила притяжения между пластинками, если коэффициент поверхностного натяжения воды равен 0,07 Н/м, а краевой угол смачивания равен нулю?
3. У какой воды больше поверхностное натяжение - у чистой или у мыльной? Почему мыльная вода дает такие прочные пузыри, каких из чистой воды получить нельзя?

Вариант 22.

1. Какую работу надо произвести, чтобы выдуть пузырек диаметром 17 см, если процесс изотермический?
2. В воде на глубине 40 см находится пузырек воздуха диаметром 0,1 мм. Давление атмосферы равно 760 мм рт.ст. Температура воды 22°C. Каково давление воздуха внутри пузырька?
3. Капилляр опустили в жидкость, которая смачивает его стенки. На каком уровне установится жидкость в этом капилляре и почему?

Предлагается такая система проверки, которая исключает субъективный фактор и наиболее полно учитывает знания, умения, навыки студентов при решении задач.

Система проверки представляет собой перечень критериев, по которым оценивается решение задачи. Каждому критерию соответствует процентное отношение от номинального количества баллов за задачу (см. таблицу).

Оцениваемые элементы знаний, умений, навыков	Процент
1. Ознакомление с условием задачи. В том числе:	25
– Краткая запись условия.	5
– Использование физической символики.	5
– Запись единиц измерения и перевод их в СИ.	5
– Хорошее оформление работы, четкие рисунки и чертежи.	5
– Нахождение и запись необходимых табличных и дополнительных данных.	5
2. Составление плана решения. В том числе:	25
– Обоснование выбора физических формул для решения.	10
– Рациональный способ решения.	10
– Запись формул.	5
3. Осуществление решения. В том числе:	25
– Вывод расчетных(ой) формул(ы).	15
– Умение решить задачу в общем виде.	10

4. Проверка правильности решения задачи. В том числе:	25
– Вычисления.	5
– Математические операции с единицами измерения физических величин.	5
– Краткое объяснение решения.	5
– Оригинальный способ решения.	5
– Анализ полученных результатов.	5

Для пересчета баллов в пятибалльную систему используется следующая структура связи:

I. Пороговый уровень (от 50-69 бал.) – «удовлетворительно»

II. Продвинутый уровень (70-84 бал.) – «хорошо»

III. Высокий уровень (85-100 бал.) – «отлично»

3. Тестовые задания

Тест к разделу «Основы молекулярной физики и термодинамики»

1. Назовите вариант ответа, в котором представлены основные положения Молекулярно-Кинетической Теории строения вещества....

- 1) все вещества состоят из молекул, молекулы движутся непрерывно и хаотично
- 2) молекулы притягиваются и отталкиваются
- 3) все вещества состоят из молекул, молекулы притягиваются и отталкиваются, молекулы движутся непрерывно и хаотично

2. Броуновское движение – это...

- 1) Проникновение молекул одного вещества в промежутки между молекулами другого вещества
- 2) Отрыв молекул с поверхности жидкостей или твердых тел
- 3) Хаотическое тепловое движение взвешенных частиц в жидкостях или газах

3. Физическая величина, определяемая числом структурных элементов, содержащихся в системе, называется...

- 1) Молярной массой. 2) Относительной молекулярной массой.
- 3) Количеством вещества.

4. В молекулярной физике используется понятие «идеальный газ». Это понятие применимо тогда, когда можно пренебречь:

- 1) Потенциальной энергией частиц.
 - 2) Кинетической энергией частиц.
 - 3) Потенциальной энергией частиц и их размерами.
5. Какая величина характеризует состояние термодинамического равновесия?
- 1) давление
 - 2) объём
 - 3) температура
6. Температура, при которой прекращается тепловое движение молекул, равна...
- 1) 273 К
 - 2) 0
 - 3) 0 К
7. К термодинамическим параметрам состояния идеального газа относятся ...
- 1) Объем, давление и молярная масса.
 - 2) Температура, объем, давление.
 - 3) Температура, объем, масса.
8. Давление газа обусловлено...
- 1) Прилипанием молекул к стенкам сосуда
 - 2) Столкновением молекул со стенками сосуда
 - 3) Столкновением молекул газа друг с другом
9. Единица измерения давления газа в Международной системе - ...
- 1) Кельвин
 - 2) Джоуль
 - 3) Паскаль
10. Изотермический процесс протекает при.....
- 1) постоянной температуре
 - 2) постоянном давлении
 - 3) постоянном объеме
11. Процесс, при котором давление газа не меняется, называется.....
- 1) адиабатным
 - 2) изобарным
 - 3) изохорным
12. Процесс, при котором объем газа не меняется, называется.....
- 1) адиабатным
 - 2) изобарным
 - 3) изохорным
13. Испарение — это переход вещества из
- 1) Жидкого состояния в газообразное.
 - 2) Твердого состояния в жидкое.
 - 3) Газообразного состояния в жидкое.
14. Испарение происходит...
- 1) при любой температуре.
 - 2) при температуре кипения.
 - 3) при определенной температуре для каждой жидкости.
15. При увеличении температуры жидкости скорость испарения...

1) уменьшается. 2) увеличивается. 3) не изменяется.

16. При испарении из жидкости вылетают....

- 1) молекулы с большой кинетической энергией
- 2) молекулы с маленькой кинетической энергией
- 3) любые молекулы из всей жидкости

17. При испарении жидкость.....

- 1) имеет постоянную температуру
- 2) охлаждается
- 3) нагревается

18. Конденсация — это процесс перехода вещества из ...состояние.

- 1) Жидкого в газообразное
- 2) Твердого в жидкое
- 3) Газообразного в жидкое

19. Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью называется....

- 1) ненасыщенный
- 2) насыщенный
- 3) стабильный

20. Влажность воздуха это.....

- 1) содержание в воздухе различных газов
- 2) содержание в воздухе частиц пыли
- 3) содержание в воздухе водяных паров

21. Кристаллические твердые тела отличаются от аморфных

- 1) формой
- 2) блеском
- 3) объемом

22. К кристаллическим телам относится.....

- 1) алмаз
- 2) сахарный леденец
- 3) графит

23. К аморфным телам относится.....

- 1) алмаз
- 2) сахарный леденец
- 3) графит

24. Деформация твердых тел происходит если....

- 1) под действием силы изменяется температура тела
- 2) под действием силы изменяется цвет тела
- 3) под действием силы изменяется форма или размер тела

25. Твердое тело восстанавливает форму после снятия действия силы, это.....

- 1) деформация упругая
- 2) деформация пластическая
- 3) деформация хрупкая

26. Пластичность — это свойство твердого тела, при котором ...

- 1) Исчезает деформация после прекращения действия сил.
- 2) Сохраняется деформация после прекращения действия сил.
- 3) При небольших деформациях происходит разрушение.

27. Сопrotивляемость материала упругой деформации характеризуется...
1) модулем упругости (Юнга) 2) гравитационной постоянной 3) электрической постоянной

28. Внутренняя энергия любого тела определяется ...
1) Кинетической энергией хаотического движения молекул.
2) Потенциальной энергией взаимодействия молекул.
3) Энергией движения и взаимодействия молекул.

29. Внутренняя энергия макроскопических тел зависит...
1) только от температуры 2) от температуры и объема
3) только от объема

30. Каким способом можно изменить внутреннюю энергию тела?
1) Только совершением работы. 2) Только теплопередачей.
3) Совершением работы и теплопередачей. 4) Внутреннюю энергию тела изменить нельзя.

31. Каким способом осуществляется передача энергии от Солнца к Земле?
1) Теплопроводностью. 2) Излучением. 3) Конвекцией.
4) Работой.

32. Как обогревается комната радиатором центрального отопления?
1) Тепло выделяется радиатором и распределяется по всей комнате.
2) Обогревание комнаты осуществляется только за счет явления теплопроводности.
3) Обогревание комнаты осуществляется только путем конвекции.
4) Энергия от батареи теплопроводностью передается холодному воздуху у ее поверхности. Затем конвекцией распределяется по всей комнате.

33. Как изменяется внутренняя энергия тела при его охлаждении?
1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

34. Каким способом можно точнее определить температуру горячей воды в стакане?

1) Опустить термометр в воду, быстро его вынуть и снять показания.
2) Опустить термометр в воду и быстро снять показания, не вынимая термометр из воды.
3) Опустить термометр в воду, дождаться, когда его показания перестанут изменяться, и снять показания, не вынимая его из воды.

4) Опустить термометр в воду, подождать 10 — 15 мин и снять показания, не вынимая термометр из воды.

35. В Международной системе единица теплоты:

- 1) Джоуль
- 2) Ньютон
- 3) Ватт
- 4) Кельвин

36. Кельвин является единицей:

- 1) количества теплоты.
- 2) теплоёмкости
- 3) абсолютной температуры

37. Ниже приведены четыре утверждения. Какое из них выражает смысл первого закона термодинамики?

- 1) Нельзя построить самый лучший на все времена двигатель. Пройдет время, и будет создан еще лучший двигатель, чем сделан сейчас.
- 2) Невозможно «вечное движение» ни в природе, ни в технике. Любые тела без действия внешних сил спустя некоторое время останавливаются.
- 3) Нельзя построить машину, которая совершала бы полезную работу без потребления энергии извне и без каких-либо изменений внутри машины.
- 4) Нельзя построить двигатель, который работал бы вечно, так как любая машина со временем изнашивается и ломается.

38. Тепловые двигатели это....

- 1) устройства, преобразующие электрическую энергию в механическую
- 2) устройства, преобразующие световую энергию в механическую
- 3) устройства, преобразующие энергию топлива в механическую

39. Тепловой двигатель состоит из.....

- 1) нагревателя и холодильника
- 2) рабочего тела и холодильника
- 3) рабочего тела, нагревателя и холодильника

40. КПД идеальной тепловой машины зависит

- 1) от температуры холодильника, температуры нагревателя и рода рабочего тела
- 2) только от рода рабочего тела
- 3) только от температуры холодильника
- 4) только от температуры холодильника и температуры нагревателя

Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамики

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10

11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
3
1
3
1
3
3
2
2
3
1
2
3
1
1
2

1
2
3
2
3
1
1
2
3
1
2
1
3
2
3
2
4
2
3
1
3
3
3
3
4