

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Решение задач по термодинамике и молекулярной физике

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

03.03.02 - Физика

Направленность образовательной программы

Медицинская физика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.1.01.02 Решение задач по термодинамике и молекулярной физике относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД УК-1: Демонстрация способности осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД УК-1: Знать фундаментальные понятия, законы и модели классической термодинамики и молекулярной физики. Уметь применять законы и модели термодинамики и молекулярной физики для решения профессиональных задач.	Задачи	Зачёт: Контрольная работа

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Механика сплошных сред	14	0	6	6	8
Молекулярно-кинетическая теория газов	8	0	3	3	5
Первый принцип термодинамики	9	0	4	4	5
Газы с межмолекулярным взаимодействием	9	0	4	4	5
Второй принцип термодинамики	11	0	6	6	5
Равновесие фаз и фазовые переходы	8	0	3	3	5
Статистическая термодинамика	12		6	6	6
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	0	32	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Механика сплошных сред

1. Кинематика твердого тела. Твердое тело. Виды движения твердого тела. Степени свободы. Связь между линейными и угловыми характеристиками движения твердого тела. Плоское движение твердого тела. Мгновенные оси вращения. Центр масс и момент инерции твердого тела относительно центра масс. Теорема Штейнера-Гюйгенса.
2. Динамика твердого тела. Уравнение моментов для твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси. Плоское движение твердого тела. Кинетическая энергия твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси и совершающего плоское движение. Теорема Кенига. Условие равновесия твердого тела. Трение качения. Свободные оси вращения. Главные оси инерции. Тензор и эллипсоид инерции. Момент импульса твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Приближенная теория гироскопов.
3. Механика жидкостей и газов. Распределение давления в покоящейся несжимаемой жидкости в поле силы тяжести. Закон Архимеда. Барометрическая формула. Уравнение Бернулли для стационарного потока идеальной несжимаемой жидкости. Вязкость. Формула Пуазейля.

Термодинамика и молекулярная физика

1. Молекулярно-кинетическая теория газов. Основное уравнение кинетической теории газов. Давление идеального газа. Закон Дальтона. Уравнение состояния. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
2. Первый принцип термодинамики. Работа и внутренняя энергия. Первый принцип термодинамики для адиабатически изолированной системы. Количество теплоты. Первый принцип термодинамики. Адиабатическое расширение и сжатие идеального газа. Теплоемкость. Уравнение политропического процесса. Внутренняя энергия и теплоемкость идеального газа.
3. Газы с межмолекулярным взаимодействием. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическая температура и критическое состояние. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Недостатки уравнения Ван-дер-Ваальса.

4. Второй принцип термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия идеального газа. Циклические процессы. Цикл Карно. Второй принцип термодинамики. Первая теорема Карно. Термодинамическая шкала температур. Приведенное количество теплоты. Энтропия. Дифференциальные соотношения для энтропии. Изменение энтропии при необратимых процессах. Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Закон возрастания энтропии. Пределы применимости второго принципа термодинамики. Статистический смысл второго принципа термодинамики.
5. Равновесие фаз и фазовые переходы. Метод микроциклов. Уравнение Клайперона- Клаузиуса. Метод характеристических функций. Уравнения Гиббса-Гельмгольца. Термодинамический потенциал сложных систем. Условия равновесия однородных систем. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и компоненты. Фазовое равновесие и фазовые превращения первого рода. Правило Максвелла. Теплота фазового перехода. Равновесие гетерогенной системы. Правило фаз Гиббса. Кривые равновесия фаз. Тройная точка.
6. Статистическая термодинамика. Статистические закономерности. Основы теории вероятностей и элементы комбинаторики. Распределение Максвелла. Вычисление средних значений скоростей.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа студентов предусматривает выполнение домашних заданий, решение задач, изучение рекомендованной литературы и подготовку к зачету. Оценочные средства для контроля текущей успеваемости включают в себя устный опрос на практических занятиях, активность в обсуждении качественных вопросов.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1:

Примеры задач. Полный перечень в ФОС.

Механика сплошных сред

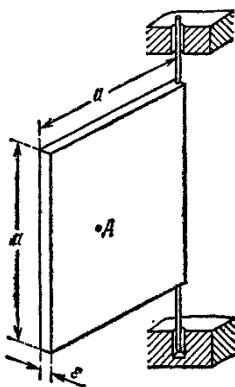
Задача 1. Сплошному однородному шару радиуса r , лежащему на горизонтальной плоскости, сообщается в начальный момент времени поступательная скорость V_0 без вращения. Учитывая трение скольжения, но пренебрегая трением качения, найти угловую скорость шара, когда его движение перейдет в чистое качение. Определить потерю кинетической энергии на трение.

Задача 2. Сплошной однородный шар радиуса r , вращающийся вокруг горизонтального диаметра с угловой скоростью ω_0 , ставится на горизонтальную плоскость без сообщения ему поступательного движения. Учитывая трение скольжения, но пренебрегая трением качения, найти линейную скорость центра масс шара, когда его движение перейдет в чистое качение. Определить потерю кинетической энергии на трение.

Задача 3. Вращающийся с угловой скоростью ω_0 сплошной однородный цилиндр радиуса r ставится без начальной поступательной скорости у основания наклонной плоскости, образующей угол α с горизонтальной плоскостью, и начинает вкатываться вверх. Определить время, в течение которого цилиндр достигает наивысшего положения на наклонной плоскости.

Задача 4. Вращающийся с угловой скоростью ω_0 сплошной однородный цилиндр массы m_1 ставится без начальной поступательной скорости на длинную доску массы m_2 , лежащую на гладкой горизонтальной плоскости. Начальная скорость доски равна нулю. Пренебрегая трением качения, но учитывая трение скольжения между доской и цилиндром, найти угловую скорость вращения цилиндра после того, как его движение перейдет в чистое качение. Доска предполагается настолько длинной, что чистое качение успевает установиться до того, как цилиндр скатится с доски.

Задача 5. Однородная тонкая квадратная пластинка массы m_0 может вращаться вокруг вертикальной оси. В точку A , находящуюся на расстоянии $\frac{2}{3}a$ от оси, нормально к пластинке ударяется шар с массой m , летевший со скоростью v_0 . Как будут двигаться пластинка и шар после соударения?



Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания.
не зачтено	Невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно

Оценка	Критерии оценивания
	обозначить проблемные ситуации.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

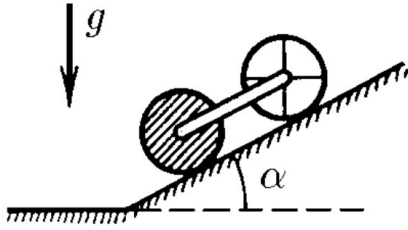
5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции УК-1

Механика сплошных сред

Вариант 1.

1. Оси тонкостенного и сплошного цилиндров соединены невесомой штангой. Цилиндры скатываются без проскальзывания по наклонной плоскости с углом α . Радиусы цилиндров одинаковы, масса каждого цилиндра m . Определите силы натяжения штанги.

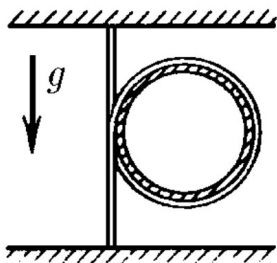


2. Тонкий однородный стержень длины l лежит на шероховатой поверхности с коэффициентом трения k . Один из его концов нанизан на вертикальную ось, вокруг которой он может вращаться, причем трением в оси можно пренебречь. В начальный момент в середину стержня под углом α к нему ударяет скользящее по поверхности со скоростью v тело, масса которого равна массе стержня и размерами которого можно пренебречь по сравнению с размерами стержня. Удар абсолютно неупругий. Через сколько оборотов n прекратится вращение?

3. Определить максимальное гироскопическое давление быстроходной турбины, установленной на корабле. Корабль подвержен килевой качке с амплитудой φ и периодом T вокруг оси, перпендикулярной оси ротора. Ротор турбины, момент инерции которого I , делает ν об/с. Расстояние между подшипниками l .

Вариант 2

1. Однородная тяжелая веревка, концы которой закреплены на одной вертикали, охватывает невесомый обруч. С каким ускорением обруч падает, если его отпустить?



2. Стержень массы M и длины l , который может свободно вращаться вокруг неподвижной горизонтальной оси, проходящей через один из его концов, под действием силы тяжести переходит из горизонтального положения в вертикальное. Проходя через вертикальное положение, нижний конец стержня упруго ударяет малое тело массы m , лежащее на горизонтальном столе. Определить скорость тела m после удара. Определить, на какое расстояние S переместиться тело m после удара, если коэффициент трения между телом и столом равен k и не зависит от скорости. Тело скользит по столу без вращения.

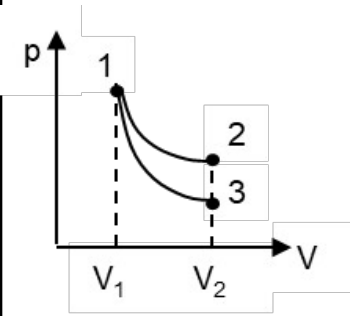
3. Диск радиуса r , вращающийся вокруг собственной оси с угловой скоростью ω , катится без скольжения в наклонном положении по горизонтальной плоскости, описывая окружность за время T . Определить T и радиус окружности R , если $r \ll R$, а угол между горизонтальной плоскостью и плоскостью диска равен α .

Термодинамика и молекулярная физика

Вариант №1

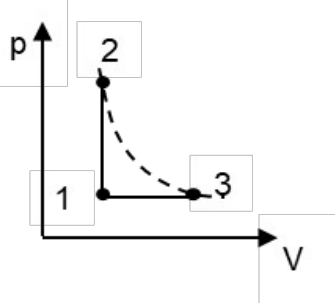
1	Определить кинетическую энергию $N = 10^5$ атомов гелия при температуре $t = 47^\circ\text{C}$.
2	Идеальный газ расширяется по закону $pV^2 = a$, $a = \text{const}$. Какова его молярная теплоемкость при этом процессе? Нагревается или охлаждается газ?
3	Идеальный газ, занимавший объем V при давлении P , расширился изотермически до $2V$. После этого, охлаждая газ изохорически, уменьшили его давление до $P/4$. Далее газ изобарически расширили до $4V$. Найдите работу, совершенную газом. Начертите графики этих процессов в координатах (P, V) .
4	Определить зависимость приращения энтропии моля идеального газа от объема V при его политропическом расширении. Известны начальный объем V_0 , показатель политропы n и адиабаты γ .
5	Найти приращение энтропии одного моля ван-дер-ваальсовского газа при изотермическом изменении его объема от V_1 до V_2 .

Вариант №2

1	Гелий находится при температуре $t = 27^\circ\text{C}$. Кинетическая энергия теплового движения всех молекул газа $E_k = 10$ Дж. Определить число молекул гелия.
2	Идеальный газ расширяется по закону $p^2V = \text{const}$. Какова его молярная теплоемкость при этом процессе? Нагревается или охлаждается газ?
3	Идеальный газ с показателем адиабаты γ совершает прямой цикл, состоящий из адиабаты, изобары и изохоры. Найти КПД цикла, если при адиабатическом процессе объём идеального газа увеличивается в n раз.
4	На рисунке изображены изотермическое и адиабатическое расширения идеального газа от объема V_1 до объема V_2. Нарисуйте кривые, изображающие эти процессы, на диаграмме (T,S). 
5	Найти работу, совершаемую одним молем ван-дер-ваальсовского газа при изотермическом расширении его от объема V_1 до V_2 при температуре T .

Вариант №3

1	Один сосуд заполнен гелием, а другой такой же – кислородом. Температура газов одинакова: $T = 300$ К. На сколько следует изменить температуру газа в одном из сосудов, чтобы средние квадратичные скорости молекул гелия и кислорода стали равными? Рассмотреть возможные варианты решения.
2	Один моль идеального газа совершает цикл, состоящий из изотермы, изобары и адиабаты. Нарисовать цикл в координатах (p,V) и (T,S) . Изотермическое расширение происходит при максимальной температуре цикла.
3	Определить КПД цикла, проходящего последовательно через состояния: 1) $2P, V$; 2) $2P, 8V$; 3) $P, 4V$; 4) $P, 2V$. Газ идеальный одноатомный, все участки цикла – политропические.
4	На рисунке изображены два процесса с идеальным газом. Точки 2 и 3 лежат на одной

	изотерме. Изобразите эти процессы на диаграмме (T,S). 
5	Объем идеального газа увеличился в два раза: один раз изотермически, другой раз изобарически. В каком из этих двух случаев газ совершит бóльшую работу? Почему?

Вариант №4

1	Вычислить среднюю потенциальную энергию молекулы газа в поле силы тяжести.
2	Один моль идеального газа совершает цикл, состоящий из двух изотерм и двух изохор. Соотношение максимальной и минимальной температур равно n, соотношение максимального и минимального объемов равно k. Найти КПД цикла, показатель адиабаты g.
3	Определить КПД цикла, проходящего последовательно через состояния: 1) $8P, V$; 2) $4P, 2V$; 3) $2P, 2V$; 4) P, V. Газ идеальный одноатомный, все участки цикла – политропические.
4	Найти изменение внутренней энергии одного моля газа Ван-дер-Ваальса (постоянные a и b известны) при изотермическом расширении от объема V_1 до объема V_2.
5	Лед массой 2 кг, находящийся при температуре -13°C, нагрели до 0°C и расплавили. Определить изменение энтропии.

Вариант №5

1	Используя закон распределения молекул идеального газа по скоростям, найдите наиболее вероятную скорость, среднюю квадратичную скорость, среднюю скорость молекул.
---	--

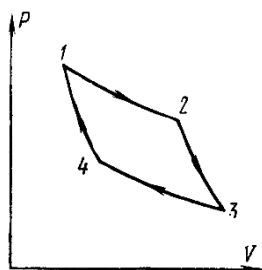
2	Вычислите приращение энтропии 1 моля идеального одноатомного газа при переходе его от объема V_1 и температуры T_1 к объему V_2 и температуре T_2 , если газ: а) нагревается при постоянном объеме V_1 , а затем изотермически расширяется; б) расширяется при постоянной температуре T_1 до объема V_2 , затем нагревается при постоянном объеме; в) адиабатически расширяется до объема V_2 , затем нагревается при постоянном объеме.
3	Какое количество тепла надо сообщить $\nu=3,0$ моль углекислого газа, чтобы при расширении в вакуум от объема $V_1=5,0$ л до $V_2=10$ л температура его не изменилась? Газ считать ван-дер-ваальсовским.
4	Какая часть теплоты парообразования воды при температуре $t = 100^\circ\text{C}$ идет на увеличение внутренней энергии системы?
5	Один моль некоторого идеального газа изобарически нагрели на $\Delta T = 72$ К, сообщив ему количество тепла $Q = 1,60$ кДж. Найти совершенную газом работу, приращение его внутренней энергии и величину $\gamma = C_p/C_V$.

Вариант №6

1	Найти силу, действующую на частицу со стороны однородного поля, если концентрации этих частиц на двух уровнях, отстоящих друг от друга на расстоянии $Dh = 40$ мкм, отличаются в $h = 2$ раза. Температура системы $T = 280\text{K}$.
2	В двух сосуда объемами V_1 и V_2 находится один и тот же идеальный газ. В первом сосуде газ находится под давлением p_1 , во втором – под давлением p_2 , температуры одинаковы. Сосуды соединили друг с другом. Определить суммарное изменение ΔS энтропии рассматриваемой системы после установления равновесного состояния.
3	Масса $m=0.5$ г водяного пара занимает объем $V_1 = 10$ л при температуре $t = 50^\circ\text{C}$. Какая масса Dm пара сконденсируется, если изотермически уменьшить объем от V_1 до $V_2=V_1/2$?
4	В каком случае КПД цикла Карно повысится больше: при увеличении температуры нагревателя на ΔT или при уменьшении температуры холодильника на такую же величину?
5	Идеальный газ совершает цикл, состоящий из: а) изохоры, адиабаты и изотермы; б) изобары, адиабаты и изотермы, причем изотермический процесс происходит при минимальной температуре цикла. Найти КПД каждого цикла, если температура T в его пределах изменяется в n раз.

Вариант повышенной сложности

1. Моль идеального газа находится в цилиндрическом сосуде с подвижным поршнем. Начальные объем и давление газа равны V_0 и p_0 . Газ адиабатически расширяется до объема V_1 . Какое количество теплоты нужно сообщить газу, чтобы он нагрелся до начальной температуры, если последний процесс проводится при постоянном давлении. Найти конечный объем, занимаемый газом, и работу, которую он совершил.
2. Моль газа Ван-дер-Ваальса расширили в изотермических условиях от V_1 до V_2 . Температура газа равна T . Найти: а) количество подведенного к газу тепла, б) изменение внутренней энергии, в) изменение энтальпии.
3. Рассчитать положение центра масс столба газа высотой H в поле тяжести Земли. Ускорение свободного падения и температуру считать постоянными.
4. Для измерения теплоемкости газа исследуемый нагретый газ заставляют протекать через спиральную металлическую трубку (змеевик), опущенную в воду калориметра. На одном конце змеевика поддерживают постоянными давление p_1 и температуру T_1 . На выходе змеевика поддерживают давление p_2 и измеряют температуру газа T_2 . По повышению температуры воды в калориметре можно определить количество тепла, отданное газом. Разделив полученную величину на понижение температуры и на число молей прошедшего газа, найдем его молярную теплоемкость. Какая теплоемкость измеряется таким методом?
5. Сосуд объемом V_0 , заполненный аргоном при температуре T_0 и давлении p_0 привели в тепловой контакт с медной пластиной, имеющей температуру T_1 . Теплоемкость пластины равна C . Найти установившуюся температуру и изменение энтропии, если газ поддерживается при постоянном давлении. Система (сосуд + пластина) теплоизолирована, теплоемкостью сосуда и термическим расширением меди пренебречь.
6. Обратимый термодинамический цикл, выполняемый с молем идеального газа в качестве рабочего вещества, состоит из двух изотермических процессов 12, 34 и двух политропических процессов 23, 41 с теплоемкостью газа C_0 . Найти работы, совершаемые газом, и количества получаемого им тепла на всех этапах цикла. Найти КПД тепловой машины, работающей по этому циклу.



Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания.
не зачтено	Невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Матвеев Алексей Николаевич. Молекулярная физика : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - М. : Высшая школа, 1981. - 400 с. : ил. - 1.30., 124 экз.
2. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : учеб. пособие для физ. специальностей вузов : [в 5 т.]. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1990. - 591 с. : ил. - ISBN 5-02-014187-9 (в пер.) : 1.50., 93 экз.
3. Сборник задач по общему курсу физики. Книга II. Термодинамика и молекулярная физика / Гинзбург В.Л., Левин Л.М., Сивухин Д.В., Яковлев И.А. - Москва : Физматлит, 2006., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645676&idb=0>.
4. Иродов И. Е. Задачи по общей физике : учебное пособие для вузов / Иродов И. Е. - 19-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 420 с. - Рекомендовано Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по естественнонаучным, педагогическим и техническим направлениям и специальностям. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-45369-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=864835&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Базаров Иван Павлович. Термодинамика : [учеб. для ун-тов по специальности "Физика"]. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1991. - 375, [1] с. : ил. - ISBN 5-06-000626-3 : 1.30., 98 экз.
2. Иродов Игорь Евгеньевич. Физика макросистем. Основные законы : учеб. пособие. - 4-е изд. - М. : Бином. Лаборатория знаний, 2010. - 207 с. : ил. - (Общая физика). - ISBN 978-5-9963-0284-0 :

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Помещения для проведения занятий: лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Гажулина Анастасия Петровна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Чупрунов Евгений Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 09.01.2024, протокол № б/н.