

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. проректора по учебной работе

Ф.Д. Кодзоева

« 30 » июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 Термодинамика

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки – **03.03.02 Физика**
(код, наименование)

Направленность: **Физика**

Квалификация выпускника – **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

г. Магас, 2022

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Термодинамика» являются формирование специалиста владеющего основными законами и расчетными соотношениями термодинамики, принципами действия и протекания рабочих процессов тепловых двигателей, теплосиловых установок, холодильных машин и парогенераторных установок, а также приобретение навыков использования основных методов термодинамических и теплотехнических расчетов.

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта
01 Образование и наука		
1.	01.001	Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н(зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный №30550), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 августа 2016г.№422н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 23 августа2016г., регистрационный № 43326)
2.	01.003	Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018г. № 298н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 28 августа 2018г., регистрационный № 52016

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций (трудовых функций):

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Термодинамика» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Для усвоения дисциплины «Термодинамика» студент должен знать в полном объеме:

а) Общую физику (Механику, Молекулярную физику, Электричество и магнетизм, Оптику, Атомную и ядерную физику;

б) разделы Теоретической физики: Теоретическую механику, Электродинамику, Квантовую механику;

г) Математический анализ, Векторный анализ, Линейную алгебру, Обыкновенные дифференциальные уравнения, Дифференциальные уравнения в частных производных; Основы теории вероятностей, Математическую статистику.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Термодинамика» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Термодинамика»	Семестр
Б1.О.04.01	Мат.анализ	1,2,3
Б1.О.04.02	Аналитическая геометрия и линейная алгебра	1,2
Б1.О.04.04	Диф.уравнения	3
Б1.О.04.06	Теория вероятности и математическая статистика	5
Б1.О.07	Общая физика	1,2,3,4,5
Б.1.О.16	Теоретическая механика. Механика сплошных сред	4,5
Б1.В.07	Физика конденсированного состояния	6

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Термодинамика» с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Термодинамика»	Семестр
Б.1.О.17	Квантовая теория	7
Б.1.В.ДВ.07.01	Методы исследования твердых тел	5
Б.1.В.10	Статистическая физика	7

Таблица 2.3.

Связь дисциплины «Термодинамика» со смежными дисциплинами

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Термодинамика»	Семестр
Б1.О.07.06	Физика атомного ядра и элементарных частиц	6
Б1.В.07	Физика конденсированного состояния	6

В результате изучения курса «Термодинамика» студент обязан знать, как переходить к необходимому (для измерения) термодинамическим переменным, выражать конечные результаты для теплоемкости.

- Знать роль канонических распределений Гиббса и их соответствующими термодинамическими потенциалами, дающими в итоге возможность экспериментальной проверки.

- Понимать значение и смысл квазиклассического предельного перехода, и смысл температуры вырождения.

- Знать основные результаты теории флуктуаций.

- Знать и понимать смысл основных уравнений (Власова, Больцмана), границы применимости и результаты получаемых из них.

3. Результаты освоения дисциплины «Термодинамика»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи. УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи. УК-1.3. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки. УК-1.4. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. УК-1.5. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.	Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и естественных наук в сфере своей	ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями в области физико-математических наук, необходимыми для решения профессиональных задач. ОПК-1.2. Аргументированно	Знает физические основы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы термодинамики, электричества и

	<p>профессиональной деятельности.</p>	<p>применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера. ОПК-1.3. Обладает навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, решения профессиональных задач в области физики и смежных с ней естественнонаучных дисциплин.</p>	<p>магнетизма, оптики, основы атомной и ядерной физики, понимает широту и ограниченность применения физики исследованию процессов и явлений в природе и обществе. Умеет использовать теоретические знания при объяснении результатов экспериментов, применять знания в области физики для освоения общепрофессиональных дисциплин и решения профессиональных задач, оценивает достоверность полученного решения задачи. Владеет навыками физических исследований, способен передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций в терминах предметной области знания.</p>
ПК -3	<p>готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований</p>	<p>ПК-3.1. Понимает физические основы методов и средства преобразования информации, обмена информацией на расстоянии с помощью радиоэлектронных средств и технологий. ПК-3.2. Владеет методологией математического моделирования физических процессов и объектов на базе как стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ. ПК-3.3. Применяет цифровую технику при обработке данных при соблюдении основных требований информационной безопасности. ПК-3.4. Применяет современные информационные средства при подготовке данных при</p>	<p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований. Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований. Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>

		составлении обзоров, отчетов и научных публикаций.	
--	--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Термодинамика»

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

Объем дисциплины и виды учебной работы

	Всего	Порядковый номер семестра
Общая трудоемкость дисциплины всего (в з.е.), в том числе:	4	7
Аудиторные занятия всего (в акад. часах), в том числе:	108	
Лекции	36	
Практические занятия, семинары	72	
Самостоятельная работа всего (в акад. часах), в том числе:	36	
Вид итоговой аттестации:		
Зачет/дифф.зачет	+	
Экзамен		
Общая трудоемкость дисциплины (часах)	144	

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в контактная работа							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по								
			Самостоятельная работа					Самостоятельная работа										
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект) др.
1.	Введение. Термодинамические системы, параметры и равновесие.	7	13	4	9			4			4							
2.	Термическое и калорическое уравнения состояния. Основные законы и уравнения термодинамики.	7	14	5	9			5			5	+		+				
3	Основные термодинамические процессы и их уравнения.	7	14	5	9			5			5		+		+			

4	2-ое начало термодинамики. Основные уравнения термодинамики для равновесных процессов.	7	14	5	9			5			5		+		+			
5	Расчет энтропии. Парадокс Гиббса.	7	14	5	9			5			5			+				
6	2-ое начало термодинамики для неравновесных процессов.	7	14	5	9			5			5			+				
7	3-е начало термодинамики. Основные следствия третьего начала термодинамики.	7	13	4	9			4			4			+				
8	Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.	7	12	3	9			3			3		+		+			
	Общая трудоемкость, в часах		108	36	72			36			36		Промежуточная аттестация					
									Форма									
									Зачет									
									Зачет с оценкой									
									Экзамен					+				

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

Введение. Термодинамические системы, параметры и равновесие. Исходные положения термодинамики.

Термическое и калорическое уравнения состояния. Основные законы и уравнения термодинамики. Первое начало термодинамики.

Основные термодинамические процессы и их уравнения. Следствия, вытекающие из термического уравнения. Теплота и энтальпия.

2-ое начало термодинамики. Основные уравнения термодинамики для равновесных процессов. Связь между термическим и калорическим уравнениями.

Расчет энтропии. Парадокс Гиббса.

2-ое начало термодинамики для неравновесных процессов. Основные уравнения и основные неравенства термодинамики. Цикл Карно. Пределы применимости 2-го начала термодинамики.

3-е начало термодинамики. Основные следствия третьего начала термодинамики. Методы термодинамики. Метод круговых процессов. Метод термодинамических потенциалов.

Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы 2-го рода. Уравнение Эренфеста.

5. Образовательные технологии

№ п.п.	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии
1	Введение. Термодинамические системы, параметры и равновесие.	классическое традиционное; лекционное обучение
2	Термическое и калорическое уравнения состояния. Основные законы	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные,

	и уравнения термодинамики.	программированные
3	Основные термодинамические процессы и их уравнения.	классическое традиционное; лекционное обучение, вербальные (аудио)
4	2-ое начало термодинамики. Основные уравнения термодинамики для равновесных процессов.	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
5	Расчет энтропии. Парадокс Гиббса.	классическое традиционное; лекционное обучение, самообучение
6	2-ое начало термодинамики для неравновесных процессов.	классическое традиционное; лекционное обучение, дистанционные
7	3-е начало термодинамики. Основные следствия третьего начала термодинамики.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
8	Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Изучение термодинамических свойств реальных газов на примере гелия	Изучение литературы по тематике раздела Подготовка к зачету Выполнение ИДЗ Изучение литературы по теме реферата/доклада Подготовка реферата/доклада Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела		9
2	История создания двигателей внутреннего сгорания.	Подготовка к зачету Выполнение ИДЗ Изучение литературы по теме реферата/доклада Подготовка реферата/доклада Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела Изучение литературы по теме обзора Подготовка тематического обзора		9
3	Изучение различных видов теплообмена.	Изучение литературы по тематике раздела Подготовка к зачету Выполнение ИДЗ Отработка стандартных и нестандартных заданий по теме раздела Подготовка к контрольной работе Повторение материала предыдущих разделов		9
4	Коэффициент теплоотдачи. Сложности его экспериментальног	Изучение литературы по тематике раздела Подготовка к зачету Выполнение ИДЗ Изучение литературы по теме реферата/доклада		9

	о определения.	Подготовка реферата/доклада Выбор темы проекта Подбор и изучение литературы по теме проекта Разработка проекта Подготовка отчета по проекту		
	Всего			36

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Целью самостоятельной работы является самостоятельное приобретение новых знаний и выработка способности к постоянному самообучению и самосовершенствованию в профессиональной и социально-общественных сферах деятельности.

Самостоятельная учебная работа представлена такими формами учебного процесса, как лекция, семинар, практические и лабораторные занятия, экскурсии, подготовка к ним. Студент должен уметь вести краткие записи лекций, составлять конспекты, планы и тезисы выступлений, подбирать литературу и т.д.

Научная самостоятельная работа студента заключается в его участии в работе кружков на кафедрах, в научных конференциях разного уровня, а также в написании контрольных, курсовых и выпускных квалификационных (дипломных работ) работ.

Самостоятельная работа студентов включает следующие компоненты:

№№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма контроля
1	Проработка лекционного материала	18	Зачет с оценкой
2	Подготовка к практическим занятиям	18	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Самостоятельная работа.

1. Гомогенные и гетерогенные системы. Фазы и константы. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа.

2. Теплоемкость. Виды теплоемкостей. Закон Джоуля для идеального газа.

3. Обратимые и необратимые процессы. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори. Равенство Клаузиуса.

4. Методы термодинамики. Термодинамические потенциалы сложных систем и систем с переменным числом частиц. Полный термодинамический потенциал.

5. Релятивистская термодинамика. Идеальный газ. Равновесное излучение.

6. Термодинамика систем при отрицательных температурах.

7. Применение термодинамики. Термодинамика гальванических и топливных элементов. Определение химического сродства. Термодинамика диэлектриков и магнетиков. Термодинамика излучений, плазмы.

Практические занятия.

Задачи по курсу термодинамики:

1. Показать, что дифференциальное выражение для элементарной работы не является полным дифференциалом какой – либо функции параметров состояния системы.

2. Доказать, что для всякой средней обобщенной силы A_i соответственной сопряженному внешнему параметру a , имеет место тождество

$$\left(\frac{\partial T}{\partial A}\right)_a \left(\frac{\partial A}{\partial a}\right)_T \left(\frac{\partial a}{\partial T}\right)_A = -1.$$

3. Установить связь между термическими коэффициентами

$$\alpha = \frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right); \beta = -\frac{1}{V_0} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right); \gamma = \frac{1}{p_0} \left(\frac{\partial p}{\partial T}\right).$$

где v_0 , p_0 -соответственно средний объем и среднее давление в произвольной термодинамической системе.

4. Для идеального газа $pV=\Theta$, $C_v=\text{const}$ получить уравнение адиабаты $p=p(v)$.

5. Показать, что для идеального газа $pV=\Theta$ удельная теплоемкость $C_p=C_v+1$.

6. Определить КПД тепловой машины работающей по циклу, пересеченных по циклу, состоящих из двух изотерм $\Theta=\Theta_1$ и $\Theta=\Theta_2$, пересеченных двумя адиабатами.

7. Показать, что КПД теплового двигателя не может превышать КПД цикла Карно, работающего в том же диапазоне температур.

8. Полагая, что давление равновесного излучения p равно трети плотности его энергии $U=E/V$, получить температурную зависимость $U=U(\Theta)$.

9. Считая $ds=1/\Theta(dE+pdv)$ полным дифференциалом в переменных (Θ, V) , выразить величину $\left(\frac{\partial \varepsilon}{\partial V}\right)_\Theta$ через уравнение состояния $p=p(\Theta, V)$.

10. Указать условия, при которых равновесное состояние системы соответствует максимальному значению энтропии.

11. Указать условия, при которых равновесное состояние системы соответствует минимальному значению свободной энергии.

12. Внутренняя энергия U единицы объема газа является функцией только Θ , а уравнение состояния газа имеет вид $p = \frac{u(\Theta)}{3}$. Определить функциональную форму $U(\Theta)$.

13. Вывести выражение для энтропии идеального газа для случая, когда удельная теплоемкость при постоянном объеме $C_v = C_v^0 = \text{const}$.

14. Для газа заданы соотношения:

а) $pV = f(\Theta)$ и б) $\left(\frac{\partial u}{\partial V}\right)_\Theta = 0$.

Показать, что $f(\Theta)$ имеет смысл абсолютной температуры. Здесь Θ - температура в некоторой произвольной температурной шкале, p - давление, V -объем и u - внутренняя энергия.

15. Методом циклов найти зависимость ЭДС гальванического элемента от температуры.

Контрольные вопросы.

1. Термодинамика. Введение.
2. Основные понятия и исходные положения термодинамики.
3. Термодинамические параметры (интенсивные, экстенсивные). Релаксация. Постулаты термодинамики.
4. Гомогенные, гетерогенные системы. Фазы и компоненты.
5. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа.
6. Термическое и калорические уравнения состояния.
7. Следствия, вытекающие из термического уравнения.
8. Теплота и энтальпия.
9. Первое начало термодинамики.
10. Теплоемкость. Удельная теплоемкость.
11. Закон Джоуля.

12. Основные термодинамические процессы и их уравнения.
13. Второе начало термодинамики.
14. Принцип адиабатной недостижимости Каратеодори.
15. Основное уравнение термодинамики для равновесных процессов.
16. Парадокс Гиббса.
17. Границы применимости 2-го начала термодинамики.
18. 3-е начало термодинамики.
19. Методы термодинамики. Метод круговых процессов.
20. Метод термодинамических потенциалов.
21. Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов.
22. Фазовые переходы 1-го рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона.
23. Применение 3-го начала термодинамики к фазовым переходам 1-го рода.
24. Фазовые переходы 2-го рода. Уравнение Эренфеста.
25. Термодинамика систем при отрицательных температурах. Существование систем с отрицательной термодинамической температурой.
26. Условия устойчивости систем с отрицательными термодинамическими температурами.
27. Термодинамика различных физических систем. Термодинамика гальванических и топливных элементов.
28. Термодинамика излучения.
29. Термодинамика плазмы.
30. Исходные положения и основные уравнения термодинамики линейных необратимых процессов.

Тестовые задания по дисциплине «Термодинамика»

1. Передача теплоты от одного тела к другому может происходить, если их температуры:
 1. одинаковые
 2. различные
 3. пропорциональные
2. При переходе вещества из жидкого состояния в газообразное силы притяжения между молекулами вещества:
 - 1 уменьшаются
 - 2 увеличиваются
 - 3 остаются без изменения
3. Согласно кинетической теории газов теплота определяется движением частиц:
 1. беспорядочным
 2. упорядоченным
 3. поступательным
4. Термодинамические параметры системы
 1. масса, объем, давление, температура
 2. масса, объем, теплота, температура
 3. масса, объем, давление, работа
5. К независимым параметрам газа относятся:
 1. температура, давление, объем, масса
 2. температура, теплоемкость, давление, масса
 3. температура, теплоемкость, объем, масса
6. Объемная доля газа в смеси – это:
 1. произведение объема компонента и объема всей смеси
 2. отношение объема компонента к объему всей смеси
 3. отношение объема всей смеси к объему компонента
7. Моль и молекула (атом) равны между собой:
 1. по объему

2. по массе
3. по количеству весовых единиц
8. Теплота – это:
 1. форма передачи энергии
 2. метод передачи энергии
 3. путь передачи энергии
9. Термодинамический процесс – это изменение состояния термодинамической системы при
 - обмене энергией в форме:
 1. температуры и работы
 2. давления и теплоты
 3. работы и теплоты
10. Система, лишенная возможности обмениваться энергией с окружающей средой называется:
 1. ограниченной
 2. изолированной
 3. закрытой
11. Киломольные теплоемкости при постоянном давлении (C_P) и постоянном объеме (C_V) связаны между собой уравнением (R - универсальная газовая постоянная):
 1. $C_P = C_V + R$
 2. $C_V = C_P + R$
 3. $R = C_P + C_V$
12. При неравновесном процессе в каждый момент времени параметры системы в различных
 - точках:
 1. одинаковые
 2. разные
 3. пропорциональны друг другу
13. При нагревании газа при постоянном объеме подводимое тепло расходуется на:
 1. изменение размеров системы
 2. изменение внутренней энергии системы
 3. изменение массы системы
14. Внутренняя энергия (U) в термодинамической системе играет роль:
 1. функции
 2. параметра
 3. независимой переменной
15. Внутренняя энергия тела – это:
 1. сумма кинетической и потенциальной энергии всех его частиц
 2. разность потенциальной и кинетической энергий его частиц
 3. произведение кинетической и потенциальной энергий частиц
16. Внутренняя энергия газа пропорциональна его:
 1. давлению
 2. температуре
 3. объему
17. Термодинамический процесс, протекающий при постоянной температуре, называется:
 1. адиабатным
 2. изотермическим
 3. политропным
18. Термодинамический процесс, протекающий при постоянном давлении, называется:
 1. изобарным
 2. адиабатным
 3. изохорным
19. Поверхность, соединяющая точки с одинаковой температурой, называется:

1. изохорной
2. изобарной
3. изотермической
20. Киломоль любого газа содержит молекул или атомов:
 1. $6,022 \cdot 10^{21}$
 2. $6,022 \cdot 10^{23}$
 3. $6,022 \cdot 10^{26}$
21. Уравнение Клайперона устанавливает связь между:
 1. давлением, объемом и температурой газа
 2. давлением и температурой газа
 3. объемом и температурой газа
22. По закону Бойля–Мариотта давление идеального газа при постоянной температуре:
 1. обратно пропорционально его объему
 2. прямо пропорционально его объему
 3. равно его объему
23. Массовая теплоемкость вещества - это количество тепла, необходимое для нагревания на 1 градус Кельвина:
 1. 1 кг вещества
 2. 1 г вещества
 3. 1 мг вещества
24. Единицы измерения массовой теплоемкости:
 1. кДж / моль * К
 2. Н / моль * К
 3. кДж / кг * К
25. Изменение внутренней энергии системы равно разности между количеством тепла, подведенного к системе и:
 1. изменением объема системы
 2. изменением массы системы
 3. количеством работы, совершенной системой
26. Первый закон термодинамики выражается следующим уравнением (Q – тепловой эффект, U – внутренняя энергия системы, A – работа системы):
 1. $Q = \Delta U + A$
 2. $Q = \Delta U - A$
 3. $Q = \Delta U * A$
27. Энтальпия (H) в термодинамической системе играет роль:
 1. функции
 2. параметра
 3. зависимой переменной
28. Энтальпия системы (H) связана с внутренней энергией системы (U) уравнением (A - работа):
 1. $\Delta H = \Delta U / A$
 2. $\Delta H = \Delta U + A$
 3. $\Delta H = \Delta U * A$
29. Термодинамический процесс, протекающий при постоянном объеме, называется:
 1. изобарным
 2. изохорным
 3. изотермическим
30. Для изобарного процесса справедливо уравнение:
 1. $V_1/T_1 = V_2/T_2$
 2. $V_1 \cdot P_1 = V_2 \cdot P_2$
 3. $P_1/T_1 = P_2/T_2$

31. Для изохорного процесса справедливо уравнение:

1. $V_1/T_1=V_2/T_2$

2. $V_1 \cdot P_1=V_2 \cdot P_2$

3. $P_1/T_1=P_2/T_2$

32. Для изотермического процесса справедливо уравнение:

1. $V_1/T_1=V_2/T_2$

2. $V_1 \cdot P_1=V_2 \cdot P_2$

3. $P_1/T_1=P_2/T_2$

33. По закону Гей–Люссака при постоянном давлении объемы одинаковых масс одного и того же идеального газа:

1. прямо пропорциональны его абсолютным температурам

2. обратно пропорциональны его абсолютным температурам

3. равны его абсолютным температурам

34. Основные компоненты сухого воздуха:

1. кислород и азот

2. кислород и водород

3. кислород и озон

35. Газовая смесь состоит из газов:

1. химически несвязанных между собой

2. вступающих в химическую реакцию

3. изолированных друг от друга

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

7.1. Учебная литература:

Основная:

1. Задачи по термодинамике, статистической физике и кинетической теории. 419. ... Д. Г. Барсегов, И. Л. Касаткина, А. А. Греков, З. П. Мастропас. 2010.

2. Michael E. Starzak. 2010. introduction to modern thermodynamics. ... Курс общей физики. в 5 книгах. книга 3. Молекулярная физика и термодинамика. ... физматлит.

3. Термодинамика и статистическая физика. том 3. теория неравновесных систем. М.: 2011

4. Квасников И. А., Термодинамика и статистическая физика. том 1: теория равновесных систем: термодинамика: учебное пособие. Димитриенко Ю. И. Нелинейная механика сплошной среды. М.: физматлит, 2010.

5. educational resources of the internet - physics. образовательные ресурсы интернета - физика. ... - М.: дрофа, 2010. - 352 с.)

Дополнительная:

1. Д. Гиббс. Термодинамика. Статистическая физика. М. 1982.

2. Н.Н. Боголюбов. Динамические проблемы в статистической физике. М. 1946. Последнее переиздание- Н.Н. Боголюбов. Избранные труды по статистической физике. Изд-во МГУ, 1979.

3. Ю.Л. Климонтович. Статистическая физика. Наука. М. 1982.

4. И.А. Квасников. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. Изд-во МГУ, 1991.

5. И.А. Квасников. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. Изд-во МГУ, 1987.

6. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теоретическая физика Т. V. Статистическая физика, часть 1. Наука, М. 1976.

7. Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. Теоретическая физика Т. X. Физическая кинетика. Наука, М. 1979.

8. И.П. Базаров. Термодинамика. М. 1976, 1983.

9. И.П. Базаров, Э.В. Геворкян, П.Н. Николаев. Неравновесная термодинамика и физическая кинетика. Изд-во МГУ, 1989.
10. Ч. Киттель. Статистическая термодинамика. Наука. М. 1977.
11. П. Ландсберг. Задачи по термодинамической и статистической физике. Мир М. 1974.
12. Ю.Б. Румер, М.Ш. Рывкин. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. Наука. 1977.

7.2. Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.3 Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Консультант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

7.4. Материально-техническое обеспечение

Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий:

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, др. оборудование или компьютерный класс

Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся:

Видеопроектор, ноутбук, переносной экран.

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от « 07 » августа 2020 г. № 920.

Программу составил: к.ф-м.н., профессор кафедры «Физика» А. С. Ахриев

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
Протокол № 10 от «20» июня 2022 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета
Протокол № 10 от «22» июня 2022 года

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета
Протокол № 10 от « 29 » июня 2022 г.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой