

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
(ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»)

Кафедра общей физики и ядерного синтеза

УТВЕРЖДАЮ

Советник при ректорате



С.И. Маслов

(подпись)

М.П.

«14»

20 16 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Термодинамика и молекулярная физика в инженерных классах

(наименование программы)

Техническая физика

(образовательное направление программы в соответствии с утвержденным перечнем направлений подготовки (специальностей) высшего профессионального образования)

Москва 2016 г.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1. Цель реализации программы

Программа имеет целью повышение квалификации учителей путем формирования профессиональных компетенций, необходимых для проведения занятий со школьниками инженерных классов по термодинамике и молекулярной физике.

Программа является преемственной к программе основного профессионального образования по направлению «Техническая физика».

Программа предполагает новизну в формах новых педагогических технологий проведения занятий со школьниками. Освоение учителями электронного образовательного ресурса (ЭОР) с возможностью дистанционного выполнения лабораторных работ через Интернет и использование ЭОР на занятиях со школьниками направлено на формирование научного мировоззрения, научного мышления, освоение методов научного познания мира и развитие исследовательских способностей школьников, с наклонностями в области естественных наук (сфера деятельности «человек-природа» или окружающий мир). Актуальность дополнительной образовательной программы заключается в получении знаний в теплотехнической отрасли для общего понимания тепловых явлений, общего просвещения по роли тепловых явлений в быту и промышленности.

По типам задач программа затрагивает обучающие и развивающие позиции.

1.2. Планируемые результаты освоения программы

Личностные результаты:

1. Превращение знаний и способов деятельности, приобретённых обучающимися в образовательном процессе, в мировоззрение и убеждение, которые в свою очередь определяют систему ценностных ориентаций и отношений к дальнейшей профессиональной деятельности.
2. Способность использования разнообразных форм, приемов, методов и средств обучения, в том числе по индивидуальным учебным планам, ускоренным курсам в рамках федеральных государственных образовательных стандартов, современных образовательных технологий, включая информационные, а также цифровые образовательные ресурсы.
3. Способность обоснованно выбирать программы и учебно-методическое обеспечение, включая цифровые образовательные ресурсы с учетом приоритетных направлений развития образовательной системы Российской Федерации.

В области организационно-управленческой деятельности:

способностью разрабатывать мероприятия по внедрению средств и систем автоматизации и управления технологическими процессами в форме лабораторных занятий для школьников;

Выпускник должен обладать знаниями и умениями в следующих областях науки, техники и технологии:

- измерение технологических параметров;
- автоматическое регулирование технологических параметров;
- интерфейсы связи в системах автоматизации и управления.

Регулятивные универсальные учебные действия обеспечивают обучающимся организацию их учебной деятельности.

К ним относятся:

Целеполагание (постановка учебной задачи на основе соотнесения того, что уже известно и усвоено обучающимися, и того, что ещё неизвестно).

Планирование (определение последовательности промежуточных целей с учётом конечного результата; составление плана и последовательности действий).

Прогнозирование (предвосхищение результата и уровня усвоения, его временных характеристик).

Оценка (выделение и осознание обучающимися того, что уже усвоено и что ещё подлежит усвоению, осознание качества и уровня усвоения).

Предметным результатом обучения является освоенный в ходе изучения дополнительной образовательной программы опыт специфической деятельности по получению нового знания, его преобразованию и применению.

Результативность изучения дополнительной образовательной программы определяется на основе полученного умения школьного учителя применять на уроках физики методику дистанционного выполнения лабораторных работ на установках НИУ «МЭИ» по разделу «Термодинамика и молекулярная физика».

Разработанная дополнительная профессиональная программа может применяться на постоянной основе в системе дополнительного профессионального образования учителей, работающих в инженерных классах общеобразовательных организаций. Методические материалы семинаров могут использоваться в формировании городской программы сопровождения педагогических работников в процессе перехода к реализации Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования.

1.3. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимые для освоения программы

На освоение программы допускаются лица, удовлетворяющие следующим критериям: школьные учителя физики без требования предварительной подготовки, желающие освоить дополнительную образовательную программу. Желательно иметь стаж работы по преподаванию физики (не менее 1 года).

Требования к квалификации. Высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование по направлению подготовки "Образование и педагогика" или в области, соответствующей преподаваемому предмету, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению деятельности в образовательном учреждении без предъявления требований к стажу работы.

1.4. Общая трудоемкость программы

Нормативная трудоемкость обучения по программе составляет 36 академических часов, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

1.5. Форма обучения

Форма обучения - очная с частичным отрывом от работы, с использованием дистанционных образовательных технологий.

1.6. Режим занятий

При любой форме обучения учебная нагрузка устанавливается не более **12** часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя. Занятия проводятся 2 раза в неделю в течение 3-х недель. Общая нагрузка на одно занятие составляет не более 2 академических часов.

1.7. Выдаваемый документ

При успешном выполнении учебного плана и итоговой аттестации, выдается Удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

№	Наименование дисциплин, разделов и тем	Общая трудоемкость, ак.ч.	Очные занятия			Форма контроля
			Всего, ак.ч.	Из них		
				Лекции, ак.ч.	Семинары, лабораторные занятия, ак.ч.	
1.	Законы термодинамики. Принцип измерения температуры.	2	2	2	-	
2.	Температурные шкалы. Роль газового термометра. Датчики температуры.	2	2	2	-	
3.	Идеальный газ. Равновесное состояние термодинамической системы. Уравнение Менделеева-Клапейрона как результат обобщения экспериментальных газовых законов. Изопроецессы.	2	2	2	-	
4.	Теплоёмкость идеального газа.	2	2	2	-	
5.	Элементы классической теории теплоёмкости идеального газа.	2	2	-	2	
6.	Политропические процессы. Изопроецессы в идеальном газе как частный случай политропических процессов.	2	2	-	2	
7.	Обратимые и необратимые процессы.	2	2	-	2	

	Термодинамические циклы.					
8.	Цикл Карно.	2	2	-	2	
9.	Термодинамические циклы, используемые в технике	2	2	-	2	
10.	Виды теплопередачи. Теплопроводность в газах, жидкостях и твердых телах	2	2	-	2	
11.	Закон Фурье. Примеры расчета коэффициента теплопроводности для газа.	2	2	-	2	
12.	Сравнение значений коэффициентов теплопроводности для газов, жидкостей и твердых тел. Разбор вопросов тестов промежуточной аттестации.	2	2	-	2	Промежуточная аттестация по темам 1-12.
13.	Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Газовый термометр».	2	2	-	2	
14.	Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Определение удельной теплоемкости воздуха методом протока»	2	2	-	2	
15.	Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Определение показателя адиабаты воздуха»	2	2	-	2	
16.	Особенности и методические погрешности экспериментального определения показателя адиабаты воздуха	2	2	-	2	
17.	Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити»	2	2	-	2	
18.	Тесты по методике и проведению лабораторных работ.	1	-	-	1	
19.	Итоговая аттестация	1	-	-	1	Итоговый зачет
	Всего:	36	36	8	28	

3. ДИСЦИПЛИНАРНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Тема № 1. **Законы термодинамики. Принцип измерения температуры.**

Содержание темы:

1. Ознакомление с сайтом <https://surface.mpei.ac.ru/>
2. Технические требования к персональному компьютеру пользователя.

3. Порядок установки вспомогательных программ.
4. Инструкция по работе с сайтом. Порядок входа и регистрация пользователя.
5. Описание системы дистанционного обучения Moodle.
6. Порядок выполнения дистанционных лабораторных работ.
7. Рекомендуемые режимы работы для пользователей.
8. Порядок использования визуализации лабораторных установок.
9. Тепловые явления. Понятие изолированной системы тел. Два различных подхода к изучению свойств макроскопических систем. Термодинамика как феноменологический метод изучения тепловых явлений. Формулировки законов термодинамики. Опыты Джоуля.
10. Термодинамическое равновесие системы тел.
11. Нулевой закон термодинамики как основа всех способов измерения температуры. Понятие температуры в термодинамике.
12. Особенности механического и термодинамического равновесия системы тел. Отличие условий механического и термодинамического равновесия системы тел.
13. Принцип измерения температуры. Тело-термометр.
14. Необходимость создания температурной шкалы.

Тема № 2. Температурные шкалы. Роль газового термометра.

Содержание темы:

1. Термометры. Шкала температур Цельсия. Методика построения температурной шкалы Цельсия. Шкала Фаренгейта.
2. Проблема выбора термометрического тела для расширения температурной шкалы Цельсия.
3. Закон Шарля. Конструкция и принцип действия газового термометра постоянного объема.
4. Термический коэффициент давления для идеальных газов.
5. Абсолютная шкала температур Кельвина.
6. Физический смысл понятия абсолютной температуры согласно молекулярно-кинетической теории идеального газа.
7. Понятие абсолютного нуля температуры.
8. Термодинамическая температурная шкала.
9. Международная практическая шкала температур.
10. Датчики температуры. Конструкция и характеристики термометра сопротивления. Термопары.

Тема № 3. Идеальный газ. Уравнение Менделеева-Клапейрона как результат обобщения экспериментальных газовых законов.

Содержание темы:

1. Идеальный газ. Равновесные и квазиравновесные процессы.
2. Принципы построения графиков процессов. Роль Клапейрона в обобщении экспериментальных данных по процессам в газах.
3. Объединенный газовый закон (закон Клапейрона).
4. Универсальная газовая постоянная, полученная Менделеевым. Уравнение Менделеева-Клапейрона.
5. Уравнение Менделеева-Клапейрона в роли уравнения состояния идеального газа. Условия применимости уравнения Менделеева-Клапейрона.
6. Понятие реального газа. Изотерма реального газа.

Тема № 4. Теплоёмкость идеального газа.

Содержание темы:

1. Понятие молярной и удельной теплоемкости газа.
2. Зависимость теплоемкости идеального газа от вида процесса.
3. Сравнение теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме.
4. Примеры изобарных и изохорических процессов в технике и природе.
5. Вывод формулы Майера из первого начала термодинамики.
6. Теплоемкость адиабатического процесса. Примеры адиабатических процессов в технике и природе.

Тема № 5. Элементы классической теории теплоёмкости.

Содержание темы:

1. Соотношение между средней кинетической энергией поступательного движения молекулы и абсолютной температурой для условия термодинамического равновесия газа с одноатомными молекулами.
2. Экспериментальное подтверждение теоретического значения теплоемкости одноатомного идеального газа.
3. Методические особенности и возможность ознакомления школьников с элементами классической теории теплоемкости идеальных газов с многоатомными молекулами на основе представления о различных видах движения многоатомной молекулы.
4. Качественный вывод на основе предположения Больцмана и замены понятия степеней свободы на вид движения молекулы, что каждому из трех поступательных движений и каждому из трех вращательных движений многоатомной молекулы соответствует энергия $\bar{\epsilon}_i = \frac{1}{2} kT$.
5. Сравнение экспериментальных значений молярных теплоемкостей многоатомных газов с теоретическими значениями. Проблемы классической теории теплоемкости.
6. Опытная проверка соотношения Майера на основе значений показателя адиабаты, полученных методом Клемана-Дезорма, и значений теплоемкости при постоянном давлении, полученных методом постоянного потока.
7. Молярная теплоемкость твердых тел.

Тема № 6. Политропические процессы. Изопроцессы в идеальном газе как частный случай политропических процессов.

Содержание темы:

1. Запись уравнения первого начала термодинамики для изопроцессов и адиабаты.
2. Вывод уравнения адиабаты (уравнения Пуассона) из первого начала термодинамики.
3. Показатель адиабаты.
4. Политропические процессы.
5. Уравнение политропического процесса (политропы).
6. Запись уравнений изопроцессов в идеальном газе из уравнения политропы.

Тема № 7. Обратимые и необратимые процессы. Термодинамические циклы.

Содержание темы:

1. Обратимые процессы. Условия обратимости процессов в термодинамике.
2. Необратимые процессы.
3. Условия обратимости термодинамических циклов.

Тема № 8. Цикл Карно.

Содержание темы:

1. Постановка задачи создания тепловой машины «без потерь тепла» по аналогии с механической машиной «без трения», сформулированная Сади Карно.
2. Подробное описание рабочего цикла тепловой машины Карно.
3. Причины обратимости цикла Карно.
4. Независимость КПД обратимой тепловой машины от устройства машины и используемого рабочего вещества.
5. Причины максимального КПД тепловой машины Карно при заданных температурах нагревателя и среды (холодильника).
6. Роль цикла Карно в термодинамике.
7. Основные теоретические и технические причины, которые не позволяют реализовать на практике тепловую машину Карно.

Тема № 9. Термодинамические циклы, используемые в технике

Содержание темы:

1. Примеры политропических процессов, широко применяемых в тепловых двигателях.
2. Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания.
3. Цикл паровой машины (цикл Ренкина).
4. Цикл машины Стирлинга.

Тема № 10. Виды теплопередачи. Теплопроводность в газах, жидкостях и твердых телах

Содержание темы:

1. Условия возникновения теплопередачи. Примеры теплопередачи.
2. Три вида теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение.
3. Рассмотрение причин возникновения теплопроводности в газах, жидкостях и твердых телах.
4. Явление конвекции. Примеры возникновения конвекции в быту, технике и в природе. Причины возникновения конвекции. Закон Архимеда. Виды конвекции.
5. Явление теплового излучения. Источники теплового излучения. Солнце как первичный источник энергии на Земле. Парниковый эффект.

Тема № 11. Закон Фурье. Примеры расчета коэффициента теплопроводности для газа.

Содержание темы:

1. Теплопроводность. Гипотеза Фурье. Коэффициент теплопроводности.
2. Теплопроводность через плоский слой вещества.
3. Теплопроводность через цилиндрический слой вещества.

Тема № 12. Сравнение значений коэффициентов теплопроводности для газов, жидкостей и твердых тел. Разбор вопросов тестов промежуточной аттестации.

Содержание темы:

1. Коэффициент теплопроводности для газов. Характер зависимости коэффициента теплопроводности газов от температуры.
2. Коэффициент теплопроводности для жидкости. Характер зависимости от температуры.
3. Коэффициент теплопроводности для твердых тел.

Тема № 13. Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Газовый термометр».

Содержание темы:

1. Метод измерения и расчетные соотношения.
2. Схема установки.
3. Компьютерная модель установки.
4. Порядок выполнения работы с удаленным доступом к экспериментальной установке.
5. Обработка результатов измерений, полученных на экспериментальной установке с удаленным доступом.

Тема № 14. Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Определение удельной теплоемкости воздуха методом протока».

Содержание темы:

1. Метод измерения и расчетные соотношения.
2. Схема установки.
3. Компьютерная модель установки.
4. Порядок выполнения работы с удаленным доступом к экспериментальной установке.
5. Обработка результатов измерений, полученных на экспериментальной установке с удаленным доступом.

Тема № 15. Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Определение показателя адиабаты воздуха».

Содержание темы:

1. Метод измерения и расчетные соотношения.
2. Схема установки.
3. Компьютерная модель установки.
4. Порядок выполнения работы с удаленным доступом к экспериментальной установке.
5. Обработка результатов измерений, полученных на экспериментальной установке с удаленным доступом.

Тема № 16. Особенности и методические погрешности экспериментального определения показателя адиабаты воздуха. Проблемы экспериментов по проверке первого начала термодинамики.

Содержание темы:

1. Методы экспериментального определения показателя адиабаты. Метод Клемана – Дезорма. Методические погрешности рассматриваемых методов.
2. Вывод соотношения Майера для молярных теплоемкостей идеального газа.
3. Экспериментальные проблемы проверки первого начала термодинамики. Анализ методических погрешностей опытов Джоуля.
4. Экспериментальная проверка соотношения Майера как косвенная проверка первого начала термодинамики.

Тема № 17. Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити».

Содержание темы:

1. Метод измерения и расчетные соотношения.
2. Схема установки.
3. Компьютерная модель установки.
4. Порядок выполнения работы с удаленным доступом к экспериментальной установке.
5. Обработка результатов измерений, полученных на экспериментальной установке с удаленным доступом.

Тема № 18. Тесты по методике и проведению лабораторных работ.

3.1. Календарный учебный график

№	Наименование разделов и тем	Очные занятия			Дата занятия
		Всего, ак.ч.	Из них		
			Лекции, ак.ч.	Семинары, лабораторные занятия, ак.ч.	
1.	Законы термодинамики. Принцип измерения температуры.	2	2	-	08.09.2016 г.
2.	Температурные шкалы. Роль газового термометра. Датчики температуры.	2	2	-	08.09.2016 г.
3.	Идеальный газ. Равновесное состояние термодинамической системы. Уравнение Менделеева-Клапейрона как результат обобщения экспериментальных газовых законов. Изопроецессы.	2	2	-	08.09.2016 г.
4.	Теплоёмкость идеального газа.	2	2	-	12.09.2016 г.
5.	Элементы классической теории теплоёмкости идеального газа.	2	-	2	12.09.2016 г.
6.	Политропические процессы. Изопроецессы в идеальном газе как частный случай политропических процессов.	2	-	2	12.09.2016 г.
7.	Обратимые и необратимые процессы. Термодинамические циклы.	2	-	2	15.09.2016 г.
8.	Цикл Карно.	2	-	2	15.09.2016 г.
9.	Термодинамические циклы, используемые в технике.	2	-	2	15.09.2016 г.
10.	Виды теплопередачи. Теплопроводность в газах, жидкостях и твердых телах	2	-	2	19.09.2016 г.

11.	Закон Фурье. Примеры расчета коэффициента теплопроводности для газа.	2	-	2	19.09.2016 г.
12.	Сравнение значений коэффициентов теплопроводности для газов, жидкостей и твердых тел. Разбор вопросов тестов промежуточной аттестации.	2	-	2	19.09.2016 г.
13.	Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Газовый термометр».	2	-	2	22.09.2016 г.
14.	Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Определение удельной теплоемкости воздуха методом протока»	2	-	2	22.09.2016 г.
15.	Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Определение показателя адиабаты воздуха»	2	-	2	22.09.2016 г.
16.	Особенности и методические погрешности экспериментального определения показателя адиабаты воздуха	2	-	2	26.09.2016 г.
17.	Ознакомление с дистанционной лабораторной работой «Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити».	2	-	2	26.09.2016 г.
18.	Тесты по методике и проведению лабораторных работ.	1	-	1	26.09.2016 г.
19.	Итоговая аттестация	1	-	1	26.09.2016 г.
	Всего:	36	8	28	

Календарный учебный график прохождения тем

№ темы по учебному плану	Нед е л и		
	1-я неделя	2-я неделя	3-я неделя
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
Итоговая аттестация			

4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

4.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

Рекомендуемая литература

1. Федорович С.Д., Щербаков П.П., Щербаков С.П., Агеев А.Г. /Автоматизированный дистанционный лабораторный комплекс «Молекулярная физика и термодинамика»//Труды Международной научно-методической конференции «Информатизация инженерного образования» – ИНФОРИНО-2014 (Москва, 15 – 16 апреля 2014 г.). – М.: Издательство МЭИ, 2014. – 604 с.: ил. С. 381—384.

2. Федорович С.Д., Щербаков П.П., Щербаков С.П., Лукашевский М.В./ Развитие дистанционного лабораторного комплекса «Молекулярная физика и термодинамика»//Труды Международной научно-практической конференции «Информатизация инженерного образования» — ИНФОРИНО-2016. (Москва, 12—13 апреля 2016 г.). — М.: Издательский дом МЭИ, 2016. — 706 с.: ил. Стр. 635-638.

3. Федорович С.Д., Щербаков П.П. Электронный образовательный ресурс. <http://surface.mpei.ac.ru/>

4. Информатизация образования: направления, средства, технологии / Под общ. ред. С.И. Маслова. М.: Издательство МЭИ, 2004.

5. Р. Фенман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 4. Кинетика. Теплота. Звук. – М.: Издательство «МИР», 1965. – 260 с.: ил.

6. Б.М. Яворский, А.А. Пинский. Основы физики. Том 1. Движение и силы. Законы сохранения. Молекулярно-кинетическая теория газа. Молекулярные силы и агрегатные состояния вещества. – М.: Издательство «Наука», 1969. – 456 с.: ил.

7. Элементарный учебник физики под ред. академика Г.С. Ландсберга. Том I. Механика. Теплота. Молекулярная физика. Издание седьмое. – М.: Издательство «Наука», 1971. – 656 с.: ил.

8. А.Г. Аленицын, Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. Краткий физико-математический справочник. – М.: Издательство «Наука», 1990. – 360 с.: ил.

4.2. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория Н-201	Лекции, семинары	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска
Лаборатория Н-106	Лабораторные работы	Экспериментальные установки с возможностью удаленного доступа через Интернет

4.3. Кадровые условия

При реализации дисциплины привлекаются преподаватели из числа штатных научно-педагогических работников кафедры общей физики и ядерного синтеза.

5. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

5.1. Формы аттестации

Текущий контроль слушателей при освоении Программы осуществляется путем проведения промежуточных зачетов по темам.

Итоговая аттестация обучающихся проводится в виде итогового зачета в форме ответов по билетам.

5.2. Оценочные материалы и иные компоненты

Цель обучения достигается через чтение лекций, проведение практических занятий и сдачу итоговой аттестации. Знания, полученные в процессе обучения, позволят слушателям успешно работать в инженерных классах по части развитых программой компетенций.

Профессиональные задачи слушателей состоят в усвоении теоретических знаний, приобретении практических навыков и освоении компетенций в объеме учебной дисциплины.

В процессе итоговой аттестации оценивается способность слушателей выполнять дистанционные лабораторные работы, знание теории и методики выполнения работ.

Перечень примерных вопросов выносимых на зачет итоговой аттестации:

Темы №1-3.

1. Дайте определение идеального газа. Назовите отличия идеального газа от реального газа.
2. Укажите макроскопические и микроскопические параметры состояния идеального газа.
3. Дайте термодинамическое определение понятию температуры тела.
4. Поясните смысл понятия теплоты.
5. Сформулируйте определение внутренней энергии термодинамической системы,

внутренней энергии идеального газа.

6. Опишите опыт Джоуля по расширению газа в пустоту и его результат. Какие экспериментальные методические погрешности преобладали в опытах Джоуля?
7. Почему в результате совершённой работы над газом в условиях отсутствия теплообмена изменяется его внутренняя энергия?
8. Какая термодинамическая система называется изолированной системой?
9. Сколько законов термодинамики Вы знаете?
10. Сформулируйте нулевой закон термодинамики. В чем особенности измерения температуры?
11. Возможна ли прямая проверка первого закона термодинамики?
12. Сформулируйте второй закон термодинамики.
13. Сформулируйте третий закон термодинамики.
14. Какие существуют основные температурные шкалы?
15. На каком принципе основано измерение температуры?
16. Что необходимо для создания термометра?
17. На каком принципе основан газовый термометр? Назовите преимущества и роль газового термометра в термодинамике.
18. На каком явлении основана работа термопары?
19. На каком явлении основана работа термометра сопротивления?

Темы №4-5.

1. Укажите составляющие внутренней энергии идеального газа при температурах ниже 500К.
2. Какие одновременные перемещения в системе координат XYZ могут быть у молекулы идеального газа?
3. Как распределяется внутренняя энергия идеального газа между различными видами движения молекул?
4. Как распределена энергия 2х атомной молекулы при различных независимых перемещениях?
5. Какая связь средней кинетической энергии молекулы с температурой? Чему равна средняя энергия 1,2 и трёхатомной молекулы идеального газа?
6. Назовите основные положения классической теории теплоёмкости идеального газа.
7. Как рассчитать теплоёмкость одного моля идеального газа в изохорическом и изобарическом процессах?
8. В чем недостатки классической теории теплоёмкости?
9. Нарисуйте график зависимости $C_V = f(T)$ для молекулярного водорода. Объясните ход зависимости.

Тема №6.

1. Какой процесс является политропным?
2. Дайте определение понятию «показатель политропы». Напишите уравнение политропного процесса.
3. Какие значения может принимать величина n (показатель политропы) в политропном процессе, чтобы этот процесс можно было бы считать одним из изопроцессов?
4. Какой процесс называется адиабатным? При каких условиях в эксперименте

- термодинамический процесс можно считать приближающимся к адиабатному?
5. За счет чего в адиабатном процессе производится работа над внешними силами (телами).
 6. Укажите теоретические значения показателя адиабаты для 1-атомного, 2-атомного и 3-атомного идеального газа.
 7. Назовите причины отличия экспериментального значения показателя адиабаты воздуха от теоретического значения.
 8. Что происходит с молекулами идеального газа при его нагревании в постоянном объеме?

Темы №7-9

1. Дайте определение равновесного состояния идеального газа.
2. Как обозначается равновесное состояние идеального газа на графиках процессов?
3. Дайте определение понятия равновесного термодинамического процесса. Кто первым предложил построение графиков процессов?
4. Дайте определение понятию обратимый термодинамический процесс.
5. Какой процесс называется квазиравновесным (квазистатическим)? При какой скорости поршня, сжимающего газ, процесс можно считать квазиравновесным?
6. Меняется или остаётся постоянной время релаксации для различных газов?
7. Какой термодинамический процесс называется необратимым?
8. Дайте определение термодинамического цикла.
9. Дайте определение понятию тепловой машины.
10. Дайте характеристику процессов в цикле Карно.
11. Как определяется КПД цикла Карно? Почему КПД цикла Карно является максимальным при заданной температуре нагревателя и окружающей среды?
12. Назовите причины невозможности создания тепловой машины Карно.

Темы №10-12

1. Какие виды теплопередачи Вы знаете?
2. Назовите условия возникновения теплопередачи.
3. В чем заключается гипотеза Фурье?
4. Сформулируйте закон Фурье. На что указывает знак (–) в законе Фурье?
5. Дайте определение коэффициента теплопроводности.
6. Объясните процесс теплопроводности в газах с точки зрения МКТ.
7. Объясните процесс теплопроводности в жидкости.
8. Объясните процесс теплопроводности в твердом теле.
9. На каких модельных представлениях о строении жидкости основана теория теплопроводности жидкости?

10. Опишите механизм переноса тепла в твердом теле.
11. Укажите порядки значений коэффициента теплопроводности веществ в газообразном, жидком и твердом состояниях.
12. Что называется конвекцией? Чем объясняется возникновение конвективного процесса теплопередачи? Приведите примеры конвекции в природе.
13. Что называется тепловым излучением?
14. Укажите диапазон длин волн инфракрасного излучения.

Темы №13-18

1. Опишите метод измерения термического коэффициента давления в работе «Изучение газового термометра постоянного объема». Для чего в работе измеряется этот коэффициент?
2. Нарисуйте схему установки «Газовый термометр постоянного объема».
3. Назовите основные приборные и методические погрешности экспериментального определения термического коэффициента давления.
4. Нарисуйте схему установки «Определение удельной теплоемкости воздуха методом протока».
5. Опишите метод протока для определения удельной теплоемкости воздуха.
6. Опишите порядок выполнения работы с удаленным доступом к экспериментальной установке.
7. Опишите методику обработки результатов измерений, полученных на экспериментальной установке «Определение удельной теплоемкости воздуха методом протока».
8. Как в лабораторной работе «Определение показателя адиабаты воздуха» определяется экспериментальное значение показателя адиабаты? Какие величины измеряются непосредственно?
9. Расскажите порядок выполнения работы «Определение показателя адиабаты воздуха». Изобразите графически на диаграмме (p, V) термодинамические процессы, происходящие с некоторой массой воздуха в сосуде.
10. Почему процесс, происходящий с воздухом в сосуде после открытия клапана можно считать адиабатным?
11. Назовите методические погрешности в эксперименте по определению показателя адиабаты воздуха (методом Клема-Дезорма).
12. Изобразите графически на диаграмме (p, V) процессы, происходящие после открытия

клапана. К какому термодинамическому состоянию придет воздух, если удерживать клапан в открытом состоянии достаточно долго? Изобразите в (p, V) диаграмме соответствующий процесс.

13. Представьте вывод уравнения адиабаты.
14. Нарисуйте схему установки «Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити».
15. Опишите метод нагретой нити для определения коэффициента теплопроводности воздуха.
16. Опишите методику обработки результатов измерений, полученных на экспериментальной установке «Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити».
17. Назовите основные приборные и методические погрешности экспериментального определения коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.

Всего по программе предусмотрено 60 вопросов по всему объему изучаемых компетенций.

6. СОСТАВИТЕЛИ ПРОГРАММЫ

Программа разработана к.т.н., доцентом Федоровичем С.Д.

Руководитель программы



С.Д. Федорович

Согласовано:

Директор ИДДО



С.В. Белоусов

Начальник ОДПО



Е.М. Тимофеев

Зав. кафедрой
Общей физики и ядерного синтеза



А.В. Дедов