

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Мордовский государственный педагогический
университет имени М.Е. Евсевьева»**

Физико-математический факультет
Кафедра физики и методики обучения физике

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Молекулярная физика и термодинамика**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя
профилями подготовки)

Профиль подготовки: Математика. Физика

Форма обучения: Очная

Разработчики: Абушкин Х. Х., канд. пед. наук, профессор

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры, протокол № 5 от
26.02.2021 года

Зав. кафедрой _____



_____ Харитонов А. А.

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование у студентов научных знаний о системе фундаментальных физических понятий, явлений, законов, представлений о системе физических теорий и их эволюции; подготовка обучающихся к преподаванию физики в современной школе.

Задачи дисциплины:

- использование содержательной линии дисциплины для формирования у студентов умений проектировать результаты обучения в соответствии с нормативными документами в сфере образования, возрастными особенностями обучающихся, дидактическими задачами урока;

- использование содержательной линии дисциплины для формирования у студентов умений отбора предметного содержания, методов, приемов и технологий обучения, в том числе информационных, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения;

- использование содержательной линии дисциплины для формирования у студентов умений проектирования основных и дополнительных образовательных программ и рабочих программ учебных предметов «Физика», «Математика».

В том числе воспитательные задачи:

- формирование мировоззрения и системы базовых ценностей личности;
- формирование основ профессиональной культуры обучающегося в условиях трансформации области профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина К.М.06.17 «Молекулярная физика и термодинамика» изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

Для изучения дисциплины требуется: знание физики на уровне средней школы, элементарной и высшей математики, дисциплины Механика.

Изучению дисциплины К.М.06.17 «Молекулярная физика и термодинамика» предшествует освоение дисциплин (практик):

Вводный курс физики;

Механика.

Освоение дисциплины «Молекулярная физика и термодинамика» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Электричество и магнетизм;

Оптика;

Квантовая физика;

Статистическая физика и термодинамика;

Методика обучения физике.

Областями профессиональной деятельности бакалавров, на которую ориентирует дисциплина «Молекулярная физика и термодинамика», являются образование, социальная сфера, культура.

Освоение дисциплины готовит к работе со следующими объектами профессиональной деятельности бакалавров:

- обучение;
- воспитание;
- развитие;
- просвещение;
- образовательные системы.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Компетенция в соответствии ФГОС ВО	
Индикаторы достижения компетенций	Образовательные результаты
ПК-3. Способен реализовывать образовательные программы различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями, в том числе информационными, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса.	
педагогический деятельность	
ПК-3.1 Проектирует результаты обучения в соответствии с нормативными документами в сфере образования, возрастными особенностями обучающихся, дидактическими задачами урока.	знать: - методы физических исследований и измерений; - фундаментальные физические явления, законы и теории; - международную систему единиц (СИ); - основные физические модели; уметь: - давать определения основных физических понятий и величин; - формулировать основные физические законы; - описывать физические явления и процессы, используя научную терминологию; - решать физические задачи, используя знания о физических явлениях, законах и теориях; - решать простейшие экспериментальные физические задачи, используя методы физических исследований; - применять знание физических теорий для анализа незнакомых физических ситуаций; владеть: - навыками ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.); - способами проектной и инновационной деятельности в образовании; - различными средствами коммуникации в профессиональной педагогической деятельности.
ПК-3.2 Осуществляет отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.	знать: - методы физических исследований и измерений; - основные физические модели; уметь: - давать определения основных физических понятий и величин; - формулировать основные физические законы; - описывать физические явления и процессы, используя научную терминологию; - решать физические задачи, используя знания о физических явлениях, законах и теориях; владеть: - навыками отбора предметного содержания, методов и приемов и технологий; - способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.); - способами проектной и инновационной деятельности в образовании;

	- различными средствами коммуникации в профессиональной педагогической деятельности.
--	--

проектный деятельность

ПК-6. Способен проектировать содержание образовательных программ и их элементов.

педагогический деятельность

проектный деятельность

ПК-6.1 Участвует в проектировании основных и дополнительных образовательных программ.	знать: - основы теории проектирования учебных программ; - основные физические модели; уметь: - проектировать основные и дополнительные образовательные программы; - давать определения основных физических понятий и величин; - формулировать основные физические законы; - применять знание физических теорий для анализа незнакомых физических ситуаций; владеть: - навыками проектирования основных и дополнительных образовательных программ; - способами проектной и инновационной деятельности в образовании. - различными средствами коммуникации в профессиональной педагогической деятельности.
ПК-6.2 Проектирует рабочие программы учебных предметов «Физика», «Информатика».	знать: - теорию проектирования рабочих программ; - методы физических исследований и измерений; - фундаментальные физические явления, законы и теории; уметь: - проектировать рабочие программы; - давать определения основных физических понятий и величин; - формулировать основные физические законы; владеть: - навыками проектирования рабочих программ; - способами ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, сайты, образовательные порталы и т.д.); - способами проектной и инновационной деятельности в образовании.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Третий семестр
Контактная работа (всего)	108	108
Лабораторные	36	36
Лекции	36	36
Практические	36	36
Самостоятельная работа (всего)	42	42
Виды промежуточной аттестации	30	30

Экзамен	30	30
Общая трудоемкость часы	180	180
Общая трудоемкость зачетные единицы	5	5

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Молекулярно-кинетическая теория:

Основные положения МКТ теории. Масса и размеры молекул. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Энергия молекул. Распределение молекул по скоростям и энергиям. Диффузия в газах. Вязкость газов.

Раздел 2. Термодинамика:

Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость вещества. Первое начало термодинамики. Цикл Карно. Реальные циклы. Цикл Отто и Дизеля. Второе начало термодинамики. Энтропия. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Реальные газы. Тепловые свойства кристаллов. Теплоемкость кристаллов.

5.2. Содержание дисциплины: Лекции (36 ч.)

Раздел 1. Молекулярно-кинетическая теория (18 ч.)

Тема 1. Основные положения МКТ теории газов. Масса и размеры молекул. (2 ч.)

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Экспериментальное обоснование молекулярно-кинетической теории. Количество вещества. Молярная масса. Масса молекул. Число молекул. Размеры молекул.

Тема 2. Газовые законы (2 ч.)

Понятие идеального газа. Законы: Бойля-Мариотта, Шарля и Гей-Люсака. Уравнение состояния идеального газа.

Тема 3. Газовые смеси (2 ч.)

Газовые смеси. Понятие парциального давления. Закон Дальтона и границы его применимости. Закон Авогадро. Число Лошмидта.

Тема 4. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Абсолютная температура (2 ч.).

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа. Средняя квадратичная скорость движения молекул и её физический смысл. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Молекулярно-кинетическое истолкование давления газа. Измерение скоростей молекул (опыт *Штерна*)

Тема 5. Барометрическая формула. Распределение Больцмана (2 ч.)

Распределение частиц в потенциальных полях. Распределение Больцмана. Зависимость давления газа от высоты. Барометрическая формула. Практическое применение барометрической формулы.

Тема 6. Распределение молекул газа по скоростям и кинетическим энергиям (2).

Распределение частиц по компонентам скоростей. Распределение частиц по скоростям. Функция распределения Максвелла. Физический смысл функции распределения Максвелла. Распределение частиц по кинетическим энергиям и импульсам. Обобщённое распределение молекул по полным значениям энергий. Распределение Максвелла-Больцмана.

Тема 7. Характеристические скорости газовых молекул (2 ч.)

Характеристические скорости молекул. Средняя квадратичная скорость. Средняя арифметическая скорость. Наиболее вероятная скорость. Физический смысл характеристических скоростей. Распределение Максвелла по приведённым скоростям

Тема 8. Энергия молекул. Распределение энергии молекул по степеням свободы (1 ч.)

Понятие степеней свободы молекул. Значения степеней свободы для одноатомных, двухатомных и многоатомных молекул. Распределение энергии молекул по степеням свободы. Полная энергия молекул.

Тема 9. Параметры столкновений молекул. (1 ч.)

Эффективный диаметр молекул и эффективное сечение рассеяния молекул. Средние значения: длины свободного пробега молекул, времени свободного пробега, числа столкновений. Рассеяние молекулярного пучка в газе.

Тема 10. Диффузия в газах. Вязкость газов (2 ч.)

Явление диффузии. Диффузионный поток. Стационарная и нестационарная диффузии. Закон Фика. Физический смысл коэффициента диффузии и его зависимость от параметров газа. Закон убывания разности концентраций при нестационарном процессе диффузии.

Явление вязкости. Сила внутреннего трения. Физический смысл коэффициента вязкости и его зависимость от параметров газа. Вычисление коэффициента вязкости

Раздел 2. Основы термодинамики (18 ч.)

Тема 11. Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие (2 ч.)

Внутренняя энергия идеального газа. Квазистатические процессы. Теплоемкость вещества. Теплоемкость вещества. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории

Тема 12. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость вещества. Первое начало термодинамики. (2 ч.)

Понятие внутренней энергии. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоёмкость вещества. Теплоёмкость газа при постоянном давлении и постоянном объёме. Уравнение Майера. Работа газа и количество теплоты как формы изменения внутренней энергии. Работа в различных изопроцессах. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изобарному, изохорному и изотермическому процессам.

Тема 13. Цикл Карно. Реальные циклы. Цикл Отто и Дизеля (2 ч.)

Применение первого начала термодинамики к циклическим процессам. Тепловые машины. КПД тепловых двигателей. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Теоремы Карно. Обратный цикл Карно. Термодинамическая шкала температур. Реальные циклы и их КПД. Цикл Отто. Цикл Дизеля.

Тема 14. Второе начало термодинамики. Энтропия (2 ч.)

Различные формулировки второго начала термодинамики. Понятие приведённой теплоты. Энтропия. Понятие термодинамической вероятности. Макросостояния и микросостояния. Статистическое истолкование второго начала термодинамики. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста.

Тема 15. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Реальные газы (2 ч.)

Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Сопоставление изотерм Ван-дер-Ваальса экспериментальными изотермами реального газа. Область двухфазных состояний. Понятие критического состояния. Точка абсолютного кипения. Критические параметры. Внутренняя энергия реального газа.

Тема 16. Эффект Джоуля-Томсона. Уравнение Клайперона-Клаузиуса (2 ч.)

Уравнение Клайперона-Клаузиуса. Методы получения низких температур. Метод Линде. Метод Клодта.

Тема 17. Тепловые свойства кристаллов. Теплоемкость кристаллов (2 ч.)

Тепловое расширение кристаллов. Коэффициенты линейного и объёмного расширения. Взаимосвязь между коэффициентами линейного и объёмного расширения. Теплопроводность кристаллов.

Тема 18. Тепловые свойства кристаллов. Теплоемкость кристаллов (2 ч.)

Классическая теория теплоёмкости кристаллов. Закон Дюлонга и Пти. Зависимость теплоёмкости кристаллов от температуры. Квантовая теория теплоёмкостей. Теории Эйнштейн и Дебая.

5.3. Содержание дисциплины: Практические (34 ч.)

Раздел 1. Молекулярно-кинетическая теория (18 ч.)

Тема 1. Основные положения МКТ теории газов. Масса и размеры молекул (2 ч.)

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Экспериментальное обоснование молекулярно-кинетической теории. Количество вещества. Молярная масса. Масса молекул. Число молекул. Размеры молекул.

Тема 2. Газовые законы (2 ч.)

Понятие идеального газа. Законы: Бойля-Мариотта, Шарля и Гей-Люсака. Уравнение состояния идеального газа.

Тема 3. Газовые смеси (2 ч.)

Газовые смеси. Понятие парциального давления. Закон Дальтона и границы его применимости. Закон Авогадро. Число Лошмидта.

Тема 4. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Абсолютная температура (2 ч.).

Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа. Средняя квадратичная скорость движения молекул и её физический смысл. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Молекулярно-кинетическое истолкование давления газа. Измерение скоростей молекул (опыт *Штерна*)

Тема 5. Барометрическая формула. Распределение Больцмана (2 ч.)

Распределение частиц в потенциальных полях. Распределение Больцмана. Зависимость давления газа от высоты. Барометрическая формула. Практическое применение барометрической формулы.

Тема 6. Распределение молекул газа по скоростям и кинетическим энергиям (2).

Распределение частиц по компонентам скоростей. Распределение частиц по скоростям. Функция распределения Максвелла. Физический смысл функции распределения Максвелла. Распределение частиц по кинетическим энергиям и импульсам. Обобщённое распределение молекул по полным значениям энергий. Распределение Максвелла-Больцмана.

Тема 7. Характеристические скорости газовых молекул (2 ч.)

Характеристические скорости молекул. Средняя квадратичная скорость. Средняя арифметическая скорость. Наиболее вероятная скорость. Физический смысл характеристических скоростей. Распределение Максвелла по приведённым скоростям

Тема 8. Энергия молекул. Распределение энергии молекул по степеням свободы (1 ч.)

Понятие степеней свободы молекул. Значения степеней свободы для одноатомных, двухатомных и многоатомных молекул. Распределение энергии молекул по степеням свободы. Полная энергия молекул.

Тема 9. Параметры столкновений молекул. (1 ч.)

Эффективный диаметр молекул и эффективное сечение рассеяния молекул. Средние значения: длины свободного пробега молекул, времени свободного пробега, числа столкновений. Рассеяние молекулярного пучка в газе.

Тема 10. Диффузия в газах. Вязкость газов (2 ч.)

Явление диффузии. Диффузионный поток. Стационарная и нестационарная диффузии. Закон Фика. Физический смысл коэффициента диффузии и его зависимость от параметров газа. Закон убывания разности концентраций при нестационарном процессе диффузии.

Явление вязкости. Сила внутреннего трения. Физический смысл коэффициента вязкости и его зависимость от параметров газа. Вычисление коэффициента вязкости.

Раздел 2. Основы термодинамики (16 ч.)

Тема 11. Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие (2 ч.)

Внутренняя энергия идеального газа. Квазистатические процессы. Теплоемкость вещества. Теплоемкость вещества. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории

Тема 12. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость вещества. Первое начало термодинамики. (2 ч.)

Понятие внутренней энергии. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость вещества. Теплоемкость газа при постоянном давлении и постоянном объеме. Уравнение Майера. Работа газа и количество теплоты как формы изменения внутренней энергии. Работа в различных изопроцессах. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изобарному, изохорному и изотермическому процессам.

Тема 13. Цикл Карно. Реальные циклы. Цикл Отто и Дизеля (2 ч.)

Применение первого начала термодинамики к циклическим процессам. Тепловые машины. КПД тепловых двигателей. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Теоремы Карно. Обратный цикл Карно. Термодинамическая шкала температур. Реальные циклы и их КПД. Цикл Отто. Цикл Дизеля.

Тема 14. Второе начало термодинамики. Энтропия (2 ч.)

Различные формулировки второго начала термодинамики. Понятие приведённой теплоты. Энтропия. Понятие термодинамической вероятности. Макросостояния и микросостояния. Статистическое истолкование второго начала термодинамики. Третье начало термодинамики. Теорема Нернста.

Тема 15. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Реальные газы (2 ч.)

Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Сопоставление изотерм Ван-дер-Ваальса с экспериментальными изотермами реального газа. Область двухфазных состояний. Понятие критического состояния. Точка абсолютного кипения. Критические параметры. Внутренняя энергия реального газа.

Тема 16. Эффект Джоуля-Томсона. Уравнение Клайперона-Клаузиса (2 ч.)

Уравнение Клайперона-Клаузиса. Методы получения низких температур. Метод Линде и метод Клодта.

Тема 17. Тепловые свойства кристаллов. Теплоемкость кристаллов (2 ч.)

Тепловое расширение кристаллов. Коэффициенты линейного и объёмного расширения. Взаимосвязь между коэффициентами линейного и объёмного расширения. Теплопроводность кристаллов.

Тема 18. Тепловые свойства кристаллов. Теплоемкость кристаллов (2 ч.)

Классическая теория теплоёмкости кристаллов. Закон Дюлонга и Пти. Зависимость теплоёмкости кристаллов от температуры. Квантовая теория теплоёмкостей. Теории Эйнштейна и Дебая.

5.4. Содержание дисциплины: Лабораторные (36 ч.)

Раздел 1. Молекулярно-кинетическая теория (16 ч.)

Тема 1. Определение вязкости капиллярным методом (4 ч.)

Лабораторная работа

Тема 2. Определение коэффициента теплопроводности методом нагретой нити. (4 ч.)

Лабораторная работа

Тема 3. Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара (4 ч.)

Лабораторная работа

Тема 4. Определение отношения молярных теплоемкостей методом адиабатического расширения (4 ч.)

Лабораторная работа

Раздел 2. Термодинамика (20 ч.)

Тема 5. Определение отношения теплоемкостей воздуха резонансным методом (4 ч.)

Лабораторная работа

Тема 6. Определение удельной теплоемкости твердого тела (4 ч.)

Лабораторная работа

Тема 7. Определение теплоты парообразования воды (4 ч.)

Лабораторная работа

Тема 8. Определение энтропии при плавлении и отвердевании олова (4 ч.)

Лабораторная работа

Тема 9. Определение молекулярной массы воздуха методом откачки (4 ч.)

Лабораторная работа

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (разделу)

6.1 Вопросы и задания для самостоятельной работы

Третий семестр (42 ч.)

Раздел 1. Молекулярно-кинетическая теория (20 ч.)

Вид СРС: *Подготовка к лекционным занятиям

Изучите содержание и сделайте конспекты лекций по темам:

1. Молекулярная теория давления идеального газа. Принципы конструирования термометра. Шкалы температур.
2. Распределение Максвелла-Больцмана и его экспериментальная проверка.
3. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Броуновское движение. Формула Эйнштейна.
4. Методы получения и измерения технического вакуума.

Вид СРС: *Подготовка к практическим / лабораторным занятиям

Содержание лабораторных занятий

0. Определение погрешностей измерений.
1. Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом.
2. Определение коэффициента теплопроводности методом нагретой нити.
3. Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара.
4. Определение отношения молярных теплоемкостей газа методом адиабатического расширения.

Вид СРС: *Выполнение индивидуальных заданий

Вариант индивидуального домашнего задания

Тема: Внутренняя энергия идеального газа. Квазистатические процессы. Теплоемкость вещества

Задания:

1. Изучите содержание и составьте конспект по теме: «Внутренняя энергия идеального газа. Квазистатические процессы. Теплоемкость вещества.».
2. Сделайте конспект лабораторной работы «Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянных давлении и объеме резонансным методом».
3. Ответьте на вопросы:
 - 3.1 Какую энергию называют внутренней энергией?
 - 3.2 Какие существуют способы изменения внутренней энергии?
 - 3.3 Что такое удельная теплоемкость?
 - 3.4 Что такое удельная теплоемкость при постоянном объеме?
 - 3.5 Что такое удельная теплоемкость при постоянном давлении?
 - 3.6 Назовите наиболее распространенные способы измерения удельной теплоемкости газов?
4. Решите задачи:
 - 4.1 Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление $p_1 = 3$ МПа и температура $T_1 = 700$ К, в другом $p_2 = 1,5$ МПа, $T_2 = 200$ К. Сосуды соединили трубкой и охладил находящийся в них кислород до температуры $T = 180$ К. Определить установившееся в сосудах давление p .
 - 4.2 В баллоне объемом $V = 22,4$ л находится водород при нормальных условиях. После того, как в баллон ввели некоторое количество гелия, давление в баллоне возросло до $P = 0,25$ Мпа. Определить массу гелия, введенного в баллон, если температура газа при этом не изменилась.
 - 4.3 Определить количество вещества водорода, заполняющего сосуд объемом $V = 3$ л, если концентрация молекул газа в сосуде $n = 2 \times 10^{18} \text{ м}^{-3}$.
 - 4.4 Смесь кислорода и азота находится в сосуде под давлением $p = 1,2$ МПа. Определить парциальные давления p_1 и p_2 газов, если масса кислорода составляет 20% массы смеси.
 - 4.5 Найти среднюю арифметическую, среднюю квадратичную и наиболее вероятную скорости при 0°C для молекул кислорода.
 - 4.6 Кислород при неизменном давлении $P = 80$ кПа нагревается. Его объем увеличивается от $V_1 = 1 \text{ м}^3$ до $V_2 = 3 \text{ м}^3$. Определить изменение внутренней энергии кислорода, работу, совершенную им при расширении, а также количество теплоты, сообщенное газу.

4.7 Газ, занимающий объем $V = 5$ л, находящийся под давлением $P = 2 \times 10^5$ Па и при температуре $t = 17^\circ\text{C}$, был нагрет и расширился изобарически. Работа расширения газа $A = 200$ Дж. На сколько градусов нагрет газ?

4.8 Водород массой $m = 400$ г, имевший температуру $T = 300$ К, адиабатически расширился, увеличив свой объем в 3 раза. Затем при изотермическом сжатии объем газа уменьшился в 2 раза. Определить полную работу A , совершенную газом, и конечную температуру T газа.

Вид СРС: *Подготовка к промежуточной аттестации

Вопросы

для промежуточной аттестации

1. Предмет молекулярной физики. Основные представления молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ.

2. Основное уравнение кинетической теории газов. Абсолютная температура.

3. Измерение скоростей молекул. (опыт Штерна). Барометрическая формула. Распределение молекул по скоростям и энергиям.

4. Определение числа Авогадро (опыт Перрена). Распределение энергии молекул по степеням свободы. Флуктуации в идеальном газе. Параметры столкновений.

5. Диффузия в газах. Вязкость газов. Теплопроводность газов.

6. Теплопроводность газов и внутреннее трение при низком давлении. Методы получения и измерения технического вакуума.

7. Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие. Внутренняя энергия идеального газа. Квазистатические процессы. Теплёмкость вещества.

8. Первое начало термодинамики. Политропические процессы.

9. Скорость звука в газе. Тепловые машины.

Раздел 2. Термодинамика (22 ч.)

Вид СРС: *Подготовка к лекционным занятиям

Изучите содержание и сделайте конспекты лекций по темам:

1. Тепловой двигатель и холодильная машина. КПД и холодильный коэффициент.

2. Две теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур и её тождественность идеально-газовой шкале. Статистическая интерпретация второго начала.

3. Методы получения низких температур. Метод Линде и метод Клодта.

4. Механические свойства твёрдых тел. Пределы упругости, прочности твёрдых тел. Модуль Юнга.

5. Квантовая теория теплоёмкостей твёрдых тел. Теории Эйнштейна и Дебая.

Вид СРС: *Подготовка к практическим / лабораторным занятиям

Изучите и сделайте конспекты следующих лабораторных работ:

1. Определение отношения теплоёмкостей воздуха при постоянных давлении и объёме резонансным методом.

2. Определение теплоёмкости твёрдого тела.

3. Определение теплоты парообразования воды.

4. Определение изменения энтропии при нагревании и плавлении олова.

5. Определение молекулярной массы и плотности газа методом откачки

Вид СРС: *Подготовка к промежуточной аттестации

Вопросы для промежуточной аттестации

1. Первое начало термодинамики. Политропические процессы.

2. Скорость звука в газе. Тепловые машины.

3. Второе начало термодинамики и его статистическое истолкование. Теорема Нернста.

4. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние.

5. Эффект Джоуля-Томсона. Уравнение Клайперона-Клаузиса.
6. Жидкости. Свойства жидкого состояния.
7. Формула Лапласа. Растворы.
8. Твердые тела. Аморфные и кристаллические тела. Анизотропия кристаллов.
9. Дефекты в кристаллах. Жидкие кристаллы. Свойства кристаллов.
10. Плавление и кристаллизация. Теплоемкость кристаллов.
11. Понятие о плазме. Методы получения и основные характеристики плазмы.

7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

8. Оценочные средства

8.1. Компетенции и этапы формирования

№ п/п	Оценочные средства	Компетенции, этапы их формирования
1	Предметно-методический модуль	ПК-6, ПК-3.
2	Психолого-педагогический модуль	ПК-3.
3	Предметно-технологический модуль	ПК-6, ПК-3.

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

Шкала, критерии оценивания и уровень сформированности компетенции			
2 (не зачтено) ниже порогового	3 (зачтено) пороговый	4 (зачтено) базовый	5 (зачтено) повышенный
ПК-3 Способен реализовывать образовательные программы различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями, в том числе информационными, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса			
ПК-3.1 Проектирует результаты обучения в соответствии с нормативными документами в сфере образования, возрастными особенностями обучающихся, дидактическими задачами урока.			
Не способен проектировать результаты обучения в соответствии с нормативными документами в сфере образования, возрастными особенностями обучающихся, дидактическими задачами урока.	В целом успешно, но бессистемно проектирует результаты обучения в соответствии с нормативными документами в сфере образования, возрастными особенностями обучающихся, дидактическими задачами урока.	В целом успешно, но с отдельными недочетами проектирует результаты обучения в соответствии с нормативными документами в сфере образования, возрастными особенностями обучающихся, дидактическими задачами урока.	Способен в полном объеме проектировать результаты обучения в соответствии с нормативными документами в сфере образования, возрастными особенностями обучающихся, дидактическими задачами урока.
ПК-3.2 Осуществляет отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.			
Не способен осуществлять отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения,	В целом успешно, но бессистемно осуществляет отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных,	В целом успешно, но с отдельными недочетами осуществляет отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе	Способен в полном объеме осуществлять отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий, в том числе информационных, обучения,

организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.	обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.	информационных, обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.	организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.
--	--	--	--

ПК-6 Способен проектировать содержание образовательных программ и их элементов

ПК-6.1 Участвует в проектировании основных и дополнительных образовательных программ.

Не может участвовать в проектировании основных и дополнительных образовательных программ	В целом успешно, но бессистемно участвует в проектировании основных и дополнительных образовательных программ.	В целом успешно, но с отдельными недочетами участвует в проектировании основных и дополнительных образовательных программ.	Способен в полном объеме участвовать в проектировании основных и дополнительных образовательных программ.
--	--	--	---

ПК-6.2 Проектирует рабочие программы учебных предметов «Физика», «Информатика».

Не может проектировать рабочие программы учебных предметов «Физика», «Информатика».	В целом успешно, но бессистемно проектирует рабочие программы учебных предметов «Физика», «Информатика».	В целом успешно, но с отдельными недочетами проектирует рабочие программы учебных предметов «Физика», «Информатика».	Способен в полном объеме проектировать рабочие программы учебных предметов «Физика», «Информатика».
---	--	--	---

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации		Шкала оценивания по БРС
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет	
Повышенный	5 (отлично)	зачтено	90 – 100%
Базовый	4 (хорошо)	зачтено	76 – 89%
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено	60 – 75%
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	незачтено	Ниже 60%

8.3. Вопросы промежуточной аттестации

Третий семестр (Экзамен, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-6.1, ПК-6.2)

1. Предмет молекулярной физики. Основные представления молекулярно-кинетической теории. Идеальный газ.

2. Основное уравнение кинетической теории газов. Абсолютная температура.

3. Измерение скоростей молекул (опыт Штерна).

4. Барометрическая формула. Распределение молекул по скоростям и энергиям.

5. Определение числа Авогадро (опыт Перрена).

6. Распределение энергии молекул по степеням свободы. Флуктуации в идеальном газе.

Параметры столкновений.

7. Диффузия в газах. Вязкость газов. Теплопроводность газов.

8. Теплопроводность газов и внутреннее трение при низком давлении.

9. Методы получения и измерения технического вакуума.

10. Термодинамическая система. Термодинамическое равновесие. Внутренняя энергия идеального газа.
11. Квазистатические процессы. Теплоемкость вещества.
12. Первое начало термодинамики. Политропические процессы.
13. Скорость звука в газе.
14. Тепловые машины. КПД тепловых машин.
15. Идеальная тепловая машина. КПД цикла Карно.
16. Второе начало термодинамики и его статистическое истолкование. Теорема Нернста.
17. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние.
18. Эффект Джоуля-Томсона. Уравнение Клайперона-Клаузиса.
19. Жидкости. Свойства жидкого состояния.
20. Формула Лапласа. Растворы.
21. Твердые тела. Аморфные и кристаллические тела. Анизотропия кристаллов.
22. Дефекты в кристаллах. Жидкие кристаллы. Свойства кристаллов.
23. Плавление и кристаллизация. Теплоемкость кристаллов.
24. Понятие о плазме. Методы получения и основные характеристики плазмы.

8.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Экзамен по дисциплине или ее части имеет цель оценить сформированность общекультурных, профессиональных компетенций, теоретическую подготовку студента, его способность к творческому мышлению, приобретенные им навыки самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их при решении практических задач.

При балльно-рейтинговом контроле знаний итоговая оценка выставляется с учетом набранной суммы баллов.

При оценке достижений студентов необходимо обращать особое внимание на:

- усвоение программного материала; – умение излагать программный материал научным языком;
- умение связывать теорию с практикой;
- умение отвечать на видоизмененное задание;
- владение навыками поиска, систематизации необходимых источников литературы по изучаемой проблеме;
- умение обосновывать принятые решения;
- владение навыками и приемами выполнения практических заданий;
- умение подкреплять ответ иллюстративным материалом.

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Кудасова, С.В. Курс лекций по общей физике : учебное пособие для бакалавров / С.В. Кудасова, М.В. Солодихина. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - Ч. 1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика. - 174 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-6909-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=436995&sr=1
2. Малышев Л. Г. , Шумихина К. А. , Мелких А. В. , Повзнер А. А. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие [Электронный ресурс] / Л. Г. Малышев и др..— Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2014—85с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275941&sr=1
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 т. / Д.В. Сивухин. - Изд. 6-е, стер. - М. : Физматлит, 2014. - Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. - 544 с. : ил. - ISBN 978-5-9221-1513-1. - ISBN 978-5-9221-1514-8 (Т. II) ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275624&sr=1

Дополнительная литература

1. . Алешкевич, В. А. Курс общей физики. Молекулярная физика : учебник / В. А. Алешкевич. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. — 312 с. — ISBN 978-5-9221-1696-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91145>
2. Зисман, Г. А. Курс общей физики : учебное пособие : в 3 томах / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, [б. г.]. — Том 1 : Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны — 2019. — 340 с. — ISBN 978-5-8114-4101-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115200>
3. Кикоин, А. К. Молекулярная физика : учеб. пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. - 4-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2008. - 480 с. : ил. - ISBN 978-5-8114-0737-8

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. fizika.com.ru - "Решение задач по физике" Люди занимаются решением задач по всем разделам общей физики любой сложности
2. <http://urait.ru/> - Издательство «Юрайт» — это совокупность высокопрофессиональных специалистов, которые обеспечивают подготовку и выпуск качественных учебников, учебных пособий и иных материалов.
3. <http://www.ioffe.ru/index.php?go=physDB> - курсы лекций и материалы по физике
4. <https://biblioclub.ru/> - Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс]. — М. : Издательство «Директ-Медиа». — Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

При освоении материала дисциплины необходимо:

- спланировать и распределить время, необходимое для изучения дисциплины;
- конкретизировать для себя план изучения материала;
- ознакомиться с объемом и характером внеаудиторной самостоятельной работы для полноценного освоения каждой из тем дисциплины.

Сценарий изучения курса:

- проработайте каждую тему по предлагаемому ниже алгоритму действий;
- изучив весь материал, выполните итоговый тест, который продемонстрирует готовность к сдаче зачета.

Алгоритм работы над каждой темой:

- изучите содержание темы вначале по лекционному материалу, а затем по другим источникам;
- прочитайте дополнительную литературу из списка, предложенного преподавателем;
- выпишите в тетрадь основные категории и персоналии по теме, используя лекционный материал или словари, что поможет быстро повторить материал при подготовке к зачету;
- составьте краткий план ответа по каждому вопросу, выносимому на обсуждение на лабораторном занятии;
- выучите определения терминов, относящихся к теме;
- продумайте примеры и иллюстрации к ответу по изучаемой теме;
- подберите цитаты ученых, общественных деятелей, публицистов, уместные с точки зрения обсуждаемой проблемы;
- продумывайте высказывания по темам, предложенным к лабораторному занятию.

Рекомендации по работе с литературой:

- ознакомьтесь с аннотациями к рекомендованной литературе и определите основной метод изложения материала того или иного источника;
- составьте собственные аннотации к другим источникам на карточках, что поможет при подготовке рефератов, текстов речей, при подготовке к зачету;

– выберите те источники, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы.

12. Перечень информационных технологий

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе используется программное обеспечение, позволяющее осуществлять поиск, хранение, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители, организацию взаимодействия в реальной и виртуальной образовательной среде. Индивидуальные результаты освоения дисциплины студентами фиксируются в информационной системе университета.

12.1 Перечень программного обеспечения (обновление производится по мере появления новых версий программы)

- Microsoft Windows 7 Pro – Лицензия № 49399303 от 28.11.2011 г.
- Microsoft Office Professional Plus 2010 – Лицензия № 49399303 от 28.11.2011 г.
- 1С: Университет ПРОФ – Лицензионное соглашение № 10920137 от 23.03.2016 г.

12.2 Перечень информационных справочных систем (обновление выполняется еженедельно)

1. Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Информационно-правовая система "ГАРАНТ" (<http://www.garant.ru>)

12.3 Перечень современных профессиональных баз данных

Электронная библиотечная система Znanium.com(<http://znanium.com/>)
Единое окно доступа к образовательным ресурсам (<http://window.edu.ru>)
Научная электронная библиотека eLibrary.ru <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Для проведения аудиторных занятий необходим стандартный набор специализированной учебной мебели и учебного оборудования, а также мультимедийное оборудование для демонстрации презентаций на лекциях. Для проведения практических занятий, а также организации самостоятельной работы студентов необходим компьютерный класс с рабочими местами, обеспечивающими выход в Интернет.

Индивидуальные результаты освоения дисциплины фиксируются в электронной информационно-образовательной среде университета.

Реализация учебной программы обеспечивается доступом каждого студента к информационным ресурсам – электронной библиотеке и сетевым ресурсам Интернет. Для использования ИКТ в учебном процессе необходимо наличие программного обеспечения, позволяющего осуществлять поиск информации в сети Интернет, систематизацию, анализ и презентацию информации, экспорт информации на цифровые носители.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, №203.

Лаборатория механики и молекулярной физики.

Помещение оснащено оборудованием и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Автоматизированное рабочее место в составе (системный блок, монитор, клавиатура, мышь, гарнитура, проектор, интерактивная доска), магнитно-маркерная доска.

Установка для измерения теплоты парообразования ФПТ 1-10, Установка для изучения зависимости скорости звука от температуры ФПТ 1-7, Установка для исследования теплоемкости твердого тела ФПТ 1-8, Установка для определения изменения энтропии ФПТ 1-11, Установка для определения коэффициента вязкости воздуха ФПТ 1-1, Установка для определения отношения теплоемкостей воздуха при постоянном давлении ФПТ 1-6, Установка для определения универсальной газовой

постоянной ФПТ 1-12, Весы бытовые «Дачник», Набор разновесов, Весы технические Т-1000, Установка для изучения соударения шаров - 1, Весы торсионные ВТ-1000, Микроскоп «Биолампа Д-11», Секундомер СЭД-1, Микрометр МК-25, Насос воздушный ручной, Сосуд для взвешивания воздуха, Катетометр.

Учебно-наглядные пособия:

Презентации.

Помещение для самостоятельной работы.

Читальный зал электронных ресурсов, № 101 б.

Помещение укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Основное оборудование:

Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета (компьютер 12 шт., мультимедийный проектор 1 шт., многофункциональное устройство 1 шт., принтер 1 шт.).

Учебно-наглядные пособия:

Презентации, электронные диски с учебными и учебно-методическими пособиями.