

Учреждение образования
«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

С.И.Василец

2022 г.

Регистрационный № УД-24-3/45-2022 уч.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1 - 02 05 02 Физика и информатика**

2022 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта высшего образования первая ступень специальность 1-02 05 02 Физика и информатика (ОСВО 1-02 05 02 – 2021); учебного плана специальности 1-02 05 02 Физика и информатика; типовой учебной программы (____.____.202__, № ТД-_____/тип.)

СОСТАВИТЕЛИ:

Соболь В.Р., заведующий кафедрой физики и методики преподавания физики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», доктор физико-математических наук, профессор;
Василевский С.А., доцент кафедры физики и методики преподавания физики учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра общей и теоретической физики учреждения образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина» (протокол № 12 от 13.05.2022);
Кисель В.В., доцент кафедры физики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент

СОГЛАСОВАНО:

Директор

ГУО «Гимназия № 20 г. Мин.



Н.А. Калиновская

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физики методики преподавания физики (протокол № 8 от 30.03.2022 г.);

Заведующий кафедрой _____ В.Р. Соболь

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол № 7 от 21.06.2022 г.)

Оформление учебной программы и сопровождающих ее материалов действующим требованиям Министерства образования Республики Беларусь соответствует

Методист учебно-методического отдела

Е.В. Тихонова

Директор библиотеки
Н.П. Сятковская

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Современная физика – часть общечеловеческой культуры, характеризующая интеллектуальный уровень общества, степень понимания основ мироздания. Физика по-прежнему сохраняет роль лидера естествознания, определяя стиль и уровень научного мышления. Именно физика наиболее полно демонстрирует способность человеческого разума к анализу любой сложной ситуации, введению языка для описания этой ситуации, выявлению ее фундаментальных качественных и количественных аспектов и доведению уровня понимания до возможности теоретического предсказания характера и результатов ее развития во времени.

В процессе изучения физики происходит формирование научного типа мышления, которое является универсальным, обеспечивает объективность результата в любой деятельности и связано с творчеством.

Помимо физиков-профессионалов с физикой соприкасаются, так или иначе, специалисты самых различных профессий. Поэтому физика является неотъемлемой частью профессионального образования в большинстве областей человеческой деятельности.

В процессе изучения этой дисциплины у студентов должно сформироваться представление о молекулярной физике и термодинамике как науке, имеющей экспериментальную основу, так и о фундаментальной науке.

Целью учебной дисциплины « Молекулярная физика и термодинамика » является формирование профессиональных компетенций учителя физики и овладение прочными навыками их использования для решения теоретических и практических задач.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста и связь с другими учебными дисциплинами

Программа соответствует первой ступени обучения в системе многоуровневого физико-математического педагогического образования. При этом в специальной подготовке преподавателя физики для средних общеобразовательных учреждений эта учебная дисциплина является профильной. В этой дисциплине органично сочетаются вопросы классической и современной физики. В нее включены основные данные о наиболее важных физических фактах и понятиях, законах и принципах, обозначены границы выполнения изучаемых физических концепций, моделей, теорий, при установке связей между которыми используется исторический подход. Последовательность изложения материала соответствует требованиям учебного плана профильных дисциплин.

Современная физика использует обширный математический аппарат, включающий методы математического анализа и теории функций. Наиболее тесной является связь с такими учебными дисциплинами как «Математический анализ» и «Статика, кинематика, динамика».

Программой предусмотрено изучение учебной дисциплины с третьего семестра обучения. Такое начало изучения учебной дисциплины обусловлено необходимостью приобретения студентами достаточной математической подготовки и знаний курса статика, кинематика, динамика, который они изучают во втором семестре.

Задачи учебной дисциплины:

- подготовка учителя физики для учреждений, обеспечивающих получение среднего образования;
- формирование у студентов навыков грамотного изложения теоретического материала и умения решать физические задачи, а во время выполнения лабораторных работ добиваться, чтобы студенты ясно представляли и умели не только осмыслить полученные результаты, но и оценить степень их достоверности;
- формирование у студентов измерительных умений в ходе выполнения лабораторных работ и совершенствование логических умений по проведению анализа и интерпретации полученных результатов;
- получение навыков самостоятельной работы как со стандартным заводским оборудованием, приборами, так и изготовленными для определенных конкретных целей механизмами, конструкциями.

Требования к освоению учебной дисциплины

Учебная программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования по специальности 1-02 05 02 Физика и информатика.

Требования к уровню усвоения содержания учебной дисциплины определены образовательным стандартом высшего педагогического образования первой ступени по циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин, в котором указаны общенаучные умения, система предметных знаний и комплекс предметных умений.

В результате изучения дисциплины студент должен

знать:

- роль и место физики в системе наук о природе и человеческом обществе;
- структуру и динамику развития физической науки, основные этапы развития естественнонаучной картины мира;
- структуру и содержание курса общей физики для педагогических университетов;
- структуру и содержание курса «Молекулярная физика и термодинамика» для педагогических университетов;
- наиболее важные открытия в области молекулярной физики и термодинамики, оказавшие определяющее влияние на развитие техники и технологии;

– методологию и мировоззренческий потенциал физической науки, ее философские и методологические основы и проблемы;

– экспериментальные и теоретические методы научного и учебного физического исследования, методы поиска, анализа и адаптации научной информации по физике и методике ее преподавания;

– физические понятия, законы, принципы и теории, физическую сущность явлений и процессов в природе и технике;

– математический аппарат физики и численные методы решения физических задач;

– особенности и технику всех видов учебного физического эксперимента;

уметь:

– пользоваться системой теоретических знаний для решения физических задач;

– пользоваться методами научно-методологического анализа физических процессов, явлений, понятий, теорий и физической картины мира;

– составлять, решать и проводить научно-методический анализ результатов решения физических задач различного уровня сложности;

– использовать программные средства общего и специального назначения в сфере физического образования;

владеть:

– методологией планирования, организации и проведения физического эксперимента, анализа и интерпретации результатов эксперимента;

– приемами использования методов математического и компьютерного моделирования физических процессов;

– техникой анализа конкретных физических ситуаций при проектировании их математических и компьютерных моделей;

– навыками свободного применения соответствующего математического аппарата и использования математических методов при решении конкретных физических задач;

Освоение учебной дисциплины «Молекулярная физика и термодинамика» должно обеспечить формирование базовой профессиональной компетенции БПК–14: осуществлять исследовательскую и экспериментальную деятельность при решении задач физической кинетики.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Молекулярная физика и термодинамика» студент должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

На изучение учебной дисциплины «Молекулярная физика и термодинамика» отведено всего 180 часов, из них – 100 аудиторных. Примерное

распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 36 часов, лабораторные занятия – 40 часов, практические занятия – 24 часа.

В процессе реализации учебной программы особое место должна занимать организация учебно-исследовательской работы студентов. Эта работа должна органично включаться в образовательный процесс в сочетании со всеми видами учебных занятий.

Рекомендуемая форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение. Предмет молекулярной физики. Термодинамический и статистический подходы к изучению макроскопических систем. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества, экспериментальное ее обоснование. Единица количества вещества - моль.

2. Основы молекулярно-кинетической теории газов. Идеальный газ. Давление газа. Абсолютная температура. Единица термодинамической температуры-кельвин. Молекулярно-кинетическое объяснение абсолютной температуры и давления. Температура и давление как статистические величины. Измерение температуры и давления.

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Постоянная Больцмана. Уравнение Клапейрона - Менделеева. Универсальная (молярная) газовая постоянная. Газовые законы.

Распределение скоростей молекул по Максвеллу. Измерение скоростей молекул, опыт Штерна. Экспериментальная проверка распределения молекул по скоростям. Газ в силовом поле. Барометрическая формула. Распределение Максвелла - Больцмана. Экспериментальное определение числа Авогадро. Средняя длина и среднее время свободного пробега молекул. Явления переноса в газах. Диффузия. Внутреннее трение. Теплопроводность. Теплопроводность и внутреннее трение при низком давлении. Вакуум. Получение и методы измерения вакуума.

3. Основы термодинамики. Термодинамическая система. Параметры состояния. Термодинамическое равновесие. Внутренняя энергия. Взаимодействие в термодинамических системах. Работа и теплообмен как формы передачи энергии. Функции состояния и функции процесса. Равновесные и неравновесные процессы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Применение первого начала термодинамики к изопротессам.

Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Политропический процесс. Принцип равномерного распределения энергии по степеням свободы, границы его применимости.

Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Тепловые машины. Цикл Карно. Теоремы Карно. Реальные циклы. Неосуществимость вечных двигателей.

Приведенная теплота. Энтропия. Закон возрастания энтропии в изолированной системе. Статистическое истолкование второго начала термодинамики. Теорема Нернста. Недостижимость абсолютного нуля температур.

4. Реальные газы и жидкости. Отступление реальных газов от законов для идеальных газов. Взаимодействие молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Критическое состояние. Экспериментальные изотермы реального газа. Сопоставление изотерм Ван-дер-Ваальса с экспери-

ментальными изотермами. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля - Томсона. Сжижение газов и получение низких температур.

Фазовые переходы первого рода. Равновесие жидкости и пара, свойства насыщенного пара. Влажность воздуха. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Понятие о фазовых переходах второго рода. Особенности фазовых переходов воды, их роль в природе.

Свойства жидкого состояния. Поверхностный слой. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа. Смачивание и капиллярные явления. Давление насыщенных паров над мениском. Растворы. Осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

5 Твердые тела. Аморфные и кристаллические тела. Анизотропия кристаллов. Классификация кристаллов по типу связей. Дефекты в кристаллах. Жидкие кристаллы. Тепловые свойства кристаллов, тепловое расширение. Плавление и кристаллизация. Диаграмма равновесия твердой, жидкой и газообразной фаз. Тройная точка. Теплоемкость кристаллов. Закон Дюлонга и Пти. Затруднения классической физики в объяснении температурной зависимости теплоемкости твердых тел.

6 Газодинамика. Основное уравнение газодинамики. Адиабатическое истечение газов. Критическая скорость. Движение со сверхзвуковой скоростью. Скачки уплотнения. Ударные волны, число Маха. Реактивные двигатели, многоступенчатые ракеты.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы, занятия, перечень изучаемых вопросов | Количество аудиторных часов | | | | Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.) | Литература | Формы контроля знаний |
|------------------------------|--|-----------------------------|------------------------------------|----------------------|---------------------------------|--|------------|---|
| | | Лекции | Практические (семинарские) занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа студента | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 2. | Молекулярная физика и термодинамика | 36 | 24 | 40 | 80 | | | |
| 2.1. | Введение | 1 | | | 2 | | | |
| 2.1.1 | Предмет молекулярной физики. Термодинамический и статистический подходы к изучению макроскопических систем. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества, их экспериментальное обоснование. Флуктуации и их проявления. Единица количества вещества – моль. | 1 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 1.1. 2. Демонстрации | [1, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.2. | Основы молекулярно-кинетической теории газов | 10 | 10 | 14 | 24 | | | |
| 2.2.1 | Идеальный газ. Давление газа. Абсолютная температура. Единица | | | | 2(л) | 1. Материалы на электронных | [1, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении |

| | | | | | | | | |
|--------|---|---|---|---|--------|---|------------------|---|
| | термодинамической температуры – кельвин. Молекулярно-кинетическое объяснение абсолютной температуры и давления. Измерение температуры и давления. | | | | | носителях. Лекция 2.1. | | и заданий по СРС. |
| 2.2.2. | Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов. Постоянная Больцмана. Температура и давление как статистические величины. | 2 | | | | 1. Презентация материала темы. Лекция 3.1. | [1, 3, 4] | 1. Тест 2. Отчет о выполнении и заданий по СРС |
| 2.2.3. | Уравнение Клапейрона – Менделеева. Универсальная (молярная) газовая постоянная. Газовые законы. | 2 | | | 2(л) | 1. Материалы на электронных носителях. Лекция 4.1. | [1, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. 2. Тест |
| 2.2.4. | Идеальные газы. | | 2 | | | | [6] №№ 11.18-31. | 1. Опрос по теме занятий. |
| 2.2.5. | Идеальные газы. | | | | 2(пр) | | [6] №№ 11.38-49. | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.2.6. | Кинетическая теория газов. Основное уравнение МКТ. | | 2 | | 2(пр) | | [6] №№ 11.1-17. | 1. Опрос по теме занятий. 2. Самостоятельная работа. |
| 2.2.7. | Лабораторная работа №2.1 «Изучение основных газовых законов иде- | | | 2 | 2(лаб) | 1. Инструкция лабораторной | [5] № 2.1. | 1. Контрольный |

| | | | | | | | | |
|--------|--|--|--|---|--|---|------------|--|
| | ального газа» (здесь и далее нумерация лабораторных работ соответствует нумерации, принятой в [5]). | | | | | работы № 2.1 Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы № 2.1. | | допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.2.8. | Лабораторная работа №2.2 «Определение плотности сыпучих и пористых тел». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.2 Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.2. | [5] № 2.2. | 1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.2.9. | Лабораторная работа №2.3 «Определение молярной газовой постоянной». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.3 Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной | [5] № 2.3. | 1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной |

| | | | | | | | | |
|---------|--|---|--|---|------|---|-------------|--|
| | | | | | | работы №2.3. | | работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.2.10. | Лабораторная работа №2.4 «Определение средней квадратичной скорости молекул воздуха». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.4 Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.4. | [5] № 2.4. | 1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.2.11. | Распределение скоростей молекул по Максвеллу. Измерение скоростей молекул, опыт Штерна. Экспериментальная проверка распределения молекул по скоростям. | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 5.1. 2. Демонстрации | [1, 2 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.2.12. | Газ в силовом поле. Барометрическая формула. Распределение Максвелла – Больцмана. Экспериментальное определение числа Авогадро. | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 6.1. | [1, 2 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. 2. Тест |
| 2.2.13. | Средняя длина и среднее время свободного пробега молекул. Явления | | | | 2(л) | 1. Материалы на электронных | [1, 2 3, 4] | 1. Отчет о выполнении |

| | | | | | | | | |
|---------|---|---|---|---|------|---|------------------|---|
| | переноса в газах. Диффузия. | | | | | носителях. Лекция 7.1. | | и заданий по СРС. |
| 2.2.14. | Внутреннее трение. Теплопроводность. | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 8.1. 2. Демонстрация | [1, 2 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. 2. Тест |
| 2.2.15. | Теплопроводность и внутреннее трение при низком давлении. Вакуум. Получение и методы измерения вакуума. | | | | 2(л) | 1. Материалы на электронных носителях. Лекция 9.1. | [1, 2 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.2.16. | Распределение скоростей молекул по Максвеллу. Барометрическая формула. | | 2 | | | | [6] №№ 11.50-69. | 1. Опрос по теме занятий. 2. Рейтинговая контрольная работа №1 |
| 2.2.17 | Лабораторная работа №2.6 «Исследование барометрической формулы». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.6 Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.6. | [5] № 2.6. | 1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лаборатор |

| | | | | | | | | |
|---------|---|--|---|---|--------|---|------------------|---|
| | | | | | | | | ной работе. |
| 2.2.18 | Лабораторная работа №2.7 «Исследование распределения частиц в поле силы тяжести». | | | | 2(лаб) | 1. Инструкция лабораторной работы №2.7 Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.7. | [5] № 2.7. | 1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.2.19. | Средняя длина свободного пробега молекул. | | 2 | | | | [6] №№ 12.1-19. | 1. Опрос по теме занятий. 2. Самостоятельная работа. |
| 2.2.20. | Явления переноса в газах. | | 2 | | 2(пр) | | [6] №№ 12.20-34. | 1. Опрос по теме занятий. 2. Тест |
| 2.2.21. | Лабораторная работа №2.5 «Определение вязкости газов». | | | 4 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.5 Оборудование в соответствии с | [5] № 2.5. | 1. Контрольный допуск к выполнению |

| | | | | | | | | |
|-------------|---|-----------|-----------|----------|-----------|---|-------------|--|
| | | | | | | инструкцией лабораторной работы №2.5. | | лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.3. | Основы термодинамики | 11 | 10 | 6 | 20 | | | |
| 2.3.1. | Термодинамическая система. Параметры состояния. Термодинамическое равновесие. Внутренняя энергия. Взаимодействие термодинамических систем. Работа и теплота как формы передачи энергии. Функции состояния и функции процесса. Равновесные и неравновесные процессы. | 1 | | | 2(л) | 1. Материалы на электронных носителях. Лекция 10.1. | [1, 2 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.3.2. | Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Скорость звука в газах. | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 11.1. 2. Демонстрации | [1, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. 2. Тест |
| 2.3.3. | Политропический процесс. Теплоемкость. Принцип равномерного распределения энергии по степеням свободы, границы его применимости. | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 12.1 | [2, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. 2. Тест |
| 2.3.4. | Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы. Тепловые маши- | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 13.1 | [1, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий |

| | | | | | | | | |
|--------|--|---|---|---|-------|--|------------------|--|
| | ны. Цикл Карно. Неосуществимость вечных двигателей. | | | | | | | по СРС. 2. Тест |
| 2.3.5. | Теоремы Карно. Реальные циклы. Приведенная теплота. Энтропия. Закон возрастания энтропии в изолированной системе. | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция14.1 | [1, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. 2. Тест |
| 2.3.6. | Статистическое истолкование второго начала термодинамики. Теорема Нернста. Недостижимость абсолютно нуля температур. | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция15.1 | [1,2, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. 2. Тест |
| 2.3.7. | Теплоемкость газов. | | 2 | | | | [6] №№ 13.1-11. | 1. Опрос по теме занятий. 2.Самостоятельная работа. |
| 2.3.8. | Первое начало термодинамики. | | 2 | | | | [6] №№ 13.12-37. | 1. Опрос по теме занятий. |
| 2.3.9. | Первое начало термодинамики. | | | | 2(пр) | | [6] №№ 13.39-59. | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.3.10 | Лабораторная работа №2.8 «Определение отношения теплоемкостей газа акустическим методом». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.8. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией | [5] № 2.8. | 1.Контрольный допуск к выполнению лаборатор |

| | | | | | | | | |
|---------|---|--|---|---|-------|--|------------------|---|
| | | | | | | лабораторной работы №2.8. | | ной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.3.11. | Лабораторная работа №2.9 «Определение отношения теплоемкостей газа методом адиабатного расширения». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.9. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.9. | [5] № 2.9. | 1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.3.12. | Второе начало термодинамики. | | 4 | | | | [6] №№ 14.1-17. | 1. Опрос по теме занятий. |
| 2.3.13. | Второе начало термодинамики. | | | | 2(пр) | | [6] №№ 14.18-32. | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.3.14. | Энтропия. | | 2 | | | | [6] №№ 14.33-42. | 1. Опрос по теме занятий. 2. |

| | | | | | | | | |
|-------------|---|----------|----------|-----------|-----------|---|------------------|---|
| | | | | | | | | Самостоятельная работа. |
| 2.3.15. | Энтропия. | | | | 4(пр) | | [6] №№ 14.43-49. | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. 2. Рейтинговая контрольная работа №2 |
| 2.3.16. | Лабораторная работа №2.24 «Исследование изменения энтропии в изолированной системе». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.24. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.24. | [5] № 2.24. | 1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.4. | Реальные газы и жидкости | 8 | 2 | 12 | 18 | | | |
| 2.4.1. | Отступление реальных газов от законов для идеальных газов. Взаимодействие молекул. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Критическое состояние. Экспериментальные изотермы реального газа. Сопоставление изо- | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 16.1 | [1, 3, 4] | |

| | | | | | | | | |
|--------|---|---|---|--|-------|---|------------------|--|
| | терм Ван-дер-Ваальса с экспериментальными изотермами. | | | | | | | |
| 2.4.2. | Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля – Томсона. Сжижение газов и получение низких температур. | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 17.1 | [2, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.4.3. | Фазовые переходы первого рода. Равновесие жидкости и пара, свойства насыщенного пара. Влажность воздуха. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Понятие о фазовых переходах второго рода. Особенности фазовых переходов воды, их роль в природе. | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 18.1 2. Демонстрации | [1, 2, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. 2. Тест |
| 2.4.4. | Свойства жидкого состояния. Поверхностный слой. Поверхностное натяжение. Формула Лапласа. Смачивание и капиллярные явления. | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 19.1 2. Демонстрации. | [1, 2, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. 2. Тест |
| 2.4.5. | Давление насыщенных паров над мениском. Растворы. Осмос. Осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа. | | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. Лекция 20.1. | [1, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.4.6. | Реальные газы и пары. | | | | 2(пр) | | [6] №№ 15.1-21. | 1. Опрос по теме занятий. |
| 2.4.7. | Жидкости и растворы. | | 2 | | | | [6] №№ 15.24-44. | 1. Опрос по теме |

| | | | | | | | | |
|---------|---|--|--|---|-------|--|---------------------|---|
| | | | | | | | | занятий. |
| 2.4.8. | Жидкости и растворы. | | | | 2(пр) | | [6] №№ 15.47-74. | 1. Опрос по теме занятий. 2. Самостоятельная работа. 3. Рейтинговая контрольная работа №3 |
| 2.4.9. | Лабораторная работа №2.10 «Определение удельной теплоемкости жидкости». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.10. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.10. | [5] № 2.10. | 1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.4.10. | Лабораторная работа №2.11 «Определение удельной теплоты перехода воды в пар при температуре кипения». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.11. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной | [5] № 2.11. | 1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной |

| | | | | | | | | |
|---------|---|--|--|---|--------|--|-------------|--|
| | | | | | | работы №2.11. | | работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.4.11. | Лабораторная работа №2.13 «Измерение коэффициента поверхностного натяжения методом компенсации разности давлений поверхностного слоя жидкости». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.13. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.13. | [5] № 2.13. | 1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.4.12. | Лабораторная работа №2.14 «Измерение коэффициента поверхностного натяжения жидкости по методу максимального давления в пузырьках». | | | 2 | 2(лаб) | 1. Инструкция лабораторной работы №2.14. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.14. | [5] № 2.14. | 1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |

| | | | | | | | | |
|---------|---|--|--|---|--------|--|-------------|--|
| | | | | | | | | работе. |
| 2.4.13. | Лабораторная работа №2.17 «Определение вязкости жидкости по Пуазейлю». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.17. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.17. | [5] № 2.17. | 1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.4.14. | Лабораторная работа №2.18 «Исследование зависимости вязкости жидкости от температуры и определение энергии активации ее молекул». | | | 2 | | 1. Инструкция лабораторной работы №2.18. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.18. | [5] № 2.18. | 1. Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.4.15. | Лабораторная работа №2.23 «Определение коэффициента объемного расширения жидкости по методу Дюлонга и Пти». | | | | 2(лаб) | 1. Инструкция лабораторной работы №2.23. 2. Оборудование в | [5] № 2.23. | 1. Контрольный допуск к выполнению |

| | | | | | | | | |
|-------------|---|----------|----------|----------|-----------|--|-----------------|--|
| | | | | | | соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.23. | | ю лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.5. | Твердые тела | 4 | 2 | 8 | 14 | | | |
| 2.5.1. | Аморфные и кристаллические тела. Анизотропия кристаллов. Классификация кристаллов по типу связей. Дефекты в кристаллах. Жидкие кристаллы. | 2 | | | | 1. Презентация материала темы. Лекция 21.1 2. Демонстрации. | [1, 2, 3, 4] | |
| 2.5.2. | Тепловые свойства кристаллов, тепловое расширение. Теплоемкость кристаллов. Закон Дюлонга и Пти. Затруднения классической физики в объяснении температурной зависимости теплоемкости твердых тел. | | | | 2(л) | 1. Материалы на электронных носителях. Лекция 22.1 | [1, 2, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.5.3. | Плавление и кристаллизация. Диаграмма равновесия твердой, жидкой и газообразной фаз. Тройная точка. | 2 | | | 2(л) | 1. Материалы на электронных носителях. Лекция 23.1 | [1, 2, 3, 4] | 1. Отчет о выполнении и заданий по СРС. |
| 2.5.4. | Свойства твердых тел. | | | | 2(пр) | | [6] №№ 16.1-15. | 1. Опрос по теме занятий. |
| 2.5.5. | Фазовые переходы. | | 2 | | | | [6] №№ | 1. Опрос |

| | | | | | | | | |
|--------|--|--|--|---|--------|---|------------------------|---|
| | | | | | | | 16.17-24, 15.23-25. | по теме занятий. 2. Рейтин- говая кон- трольная работа №4 |
| 2.5.6. | Лабораторная работа №2.19 «Определение теплоемкости металлов методом охлаждения». | | | 2 | 2(лаб) | 1. Инструкция лабораторной работы №2.19. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.19. | [5] № 2.19. | 1.Контрол ьный допуск к выполни ю лаборатор ной работы. 2. Отчет по лаборатор ной работе. |
| 2.5.7. | Лабораторная работа №2.20 «Определение температуры и удель- ной теплоты плавления кристалличе- ского вещества». | | | 2 | 2(лаб) | 1.Инструкция лабораторной работы № 2.20. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.20. | [5] № 2.20. | 1.Контрол ьный допуск к выполни ю лаборатор ной работы. 2. Отчет по лаборатор ной |

| | | | | | | | | |
|-------------|--|----------|--|---|----------|---|-------------|--|
| | | | | | | | | работе. |
| 2.5.8. | Лабораторная работа №2.21 «Определение коэффициента теплопроводности металлов». | | | 4 | 2(лаб) | 1.Инструкция лабораторной работы № 2.21. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.21. | [5] № 2.21. | 1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.5.9. | Лабораторная работа №2.22 «Определение среднего коэффициента линейного расширения твердых тел». | | | | 2(лаб) | 1.Инструкция лабораторной работы № 2.22. 2. Оборудование в соответствии с инструкцией лабораторной работы №2.22. | [5] № 2.22. | 1.Контрольный допуск к выполнению лабораторной работы. 2. Отчет по лабораторной работе. |
| 2.6. | Газодинамика | 2 | | | 2 | | | |
| 2.6.1. | Основное уравнение газодинамики. Адиабатическое | 2 | | | 2(л) | 1. Презентация материала темы. | [4] | Коллоквиум. |

| | | | | | | | | |
|--------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|--|---------|
| | истечение газов. Критическая скорость. Движение со сверхзвуковой скоростью. Скачки уплотнения. Ударные волны, число Маха. Реактивные двигатели, многоступенчатые ракеты. | | | | | Лекции 24.1, 25.1 | | |
| Итого | | 36 | 24 | 40 | 80 | | | Экзамен |

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Савельев, И. В. Курс общей физики : учеб. пособие для вузов : в 3 т. / И. В. Савельев. – 12-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2016. – Т. 1: Механика. Молекулярная физика. – 436 с.
2. Кикоин, А. К. Молекулярная физика / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. – М. : Наука, 2008. – 484 с.
3. Телеснин, В. Р. Молекулярная физика : учеб. пособие / В. Р. Телеснин. – СПб : Лань, 2018. – 368 с.
4. Василевский, С. А. Молекулярная физика и термодинамика / С. А. Василевский, В. Н. Котло, И. А. Вабищевич. – Минск. : Беларус. гос. пед. ун-т, 2008. – 192 с.
5. Бондарь, В. А. Общая физика : практикум / И. С. Ташлыков [и др.]. – Минск. : Беларус. гос. пед. ун-т, 2008. – 572 с.
6. Яковенко, В. А. Общая физика : сб. задач / В. А. Яковенко [и др.]. – Минск. : Вышэйш. шк., 2015. – 455 с.

Дополнительная:

1. Боровский, Г. А., Общая физика : курс лекций с компьютерной поддержкой. : в 2 т. / Г. А. Боровский, Э. В. Бурсиан. – М. : Владос-Пресс, 2001. – Т. 1. – 240 с. Т. 2. – 296 с.
2. Бондарев, Б. В., Курс общей физики : В 3 кн. / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – М. : Юрайт, 2019. – Кн. 3 : Термодинамика. Статистическая физика. Строение вещества. – 369 с.
3. Калашников, С. Г. Основы физики : упражнения и задачи. / С. Г. Калашников, М. А. Смандырёв. – М. : Дрофа, 2001. – 532 с.
4. Леденев, А. Н. Физика : В 5 кн. / А. Н. Леденев. – М. : Физматлит, 2005. – Кн. 2 : Молекулярная физика и термодинамика. – 208 с.
5. Трофимова, Т. Н. Курс физики / Т. Н. Трофимова. – М. : Высш. шк, 1990. – 479 с.
6. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике. / И. Е. Иродов. – М. : Бином. Лаборатория знаний, 2012. – 431 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

Для освоения данной учебной дисциплины предусмотрены следующие формы работы: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельное изучение материала.

На лекциях излагается теоретический материал учебной дисциплины. Особое внимание следует уделять демонстрационному эксперименту в процессе чтения лекций, что подчеркивает практическую направленность изучаемого материала. Практические занятия должны быть направлены на приобретение студентами навыков использования полученных теоретических знаний при решении конкретных физических задач. Лабораторные работы должны быть рассчитаны на приобретение студентами навыков самостоятельной работы с физическими приборами и оборудованием. Они должны быть организованы таким образом, чтобы студенты ясно представляли сущность исследуемых физических явлений и законов, понимали методику измерений, умели пользоваться приборами, осмысливать полученные результаты, оценивать их точность.

Методика их организации и проведения должна способствовать развитию креативных способностей каждого студента и приобретению ими навыков самостоятельной работы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Целями самостоятельной работы студентов являются:

- активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике;

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава и контролируется на определенном этапе обучения.

Текущий контроль осуществляется в ходе выполнения и защиты лабораторных работ, теоретических и практических заданий для самостоятельной проработки. Самостоятельная работа студента методически организуется путем выполнения домашних заданий по материалу, пройденному на лекционных, лабораторных и практических занятиях.

Особое внимание необходимо обращать на организацию индивидуальной работы студента под руководством преподавателя. Эта работа должна проводиться с учетом индивидуальных особенностей каждого студента с помощью системы индивидуальных заданий.

Самостоятельная работа студентов проводится в объеме, предусмотренном учебным планом.

ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

| № п/п | Название темы, раздела | Кол-во часов на СРС | Задание | Форма выполнения |
|-------|--|---------------------|--|---|
| 1. | Введение: предмет молекулярной физики. Термодинамический и статистический подходы к изучению макроскопических систем. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества, их экспериментальное обоснование. Флуктуации и их проявления. Единица количества вещества – моль. | 2 | [1, 2, 3, 4] Введение. | Письменный отчет о выполнении заданий по СРС. |
| 2. | Основы молекулярно-кинетической теории газов | 24 | [1, 2, 3, 4] [6] №№ 11.18-31, 38-49, 1-17, 50-69, 12.1-19, 20-34 [5] № 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.6, 2.7, 2.5 | Компьютерный тест «Основы МКТ». Опрос. Тестовое задание по практическим занятиям Контрольный допуск к выполнению лабораторных работ. Отчет по лабораторным работам. |
| 3. | Основы термодинамики | 20 | [1, 2, 3, 4] [6] №№ 13.1-11, 12-37, 39-59, 14.1-17, 18-32, 33-42, 43-49 [5] № 2.8, 2.9, 2.24 | Результаты компьютерных занятий. Компьютерный тест «Основы термодинамики». Тестовое задание по практическим занятиям Контрольный допуск к выполнению лабораторных работ. Отчет по лабораторным работам. |
| 4. | Реальные газы и жидкости | 18 | [1, 2, 3, 4] [6] №№ 15.1-21, 24-44, 47-74 | Компьютерный тест «Реальные газы и жидкости». |

| | | | | |
|--------------|--------------|-----------|---|---|
| | | | [5] № 2.10, 2.11, 2.13, 2.14, 2.17, 2.18, 2.23 | Тестовое задание по практическим занятиям Контрольный допуск к выполнению лабораторных работ. Отчет по лабораторным работам. |
| 5. | Твердые тела | 14 | [1, 2, 3, 4] [6] №№ 16.1-15, 17-24, 15.23-25 [5] № 2.19, 2.20, 2.21, 2.22 | Результаты компьютерных занятий. Опрос. Тестовое задание по практическим занятиям. Контрольный допуск к выполнению лабораторных работ. Отчет по лабораторным работам. |
| 6. | Газодинамика | 2 | [2, 4] | Опрос. |
| 4того | | 80 | | |

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Основными средствами диагностики усвоения знаний, умений и овладения необходимыми навыками по учебной дисциплине являются:

– фронтальный опрос на лекционных занятиях, направлен на систематизацию знаний студентов, определение уровня готовности аудитории к восприятию нового материала, а также на формирование у преподавателя представление об усвоении студентами основополагающих понятий и законов изучаемой учебной дисциплины;

– проверка практических заданий, выполняемых на лабораторных занятиях, представляет собой диагностику систематичности подготовки студентов к занятиям и уровня усвоения ими практико-ориентированного содержания программного материала учебной дисциплины;

– групповые и индивидуальные консультации студентов, которые предназначены для диагностики уровня овладения знаниями, умениями и навыками, устранения возможных ошибок, пробелов в знаниях студентов;

– самостоятельные работы используются для определения индивидуальных особенностей, темпа продвижения студентов и усвоения ими необходимых знаний;

– компьютерное тестирование позволяет быстро провести диагностику усвоения студентами учебного материала как по отдельным темам и разделам учебной дисциплины, так и по учебной дисциплине в целом.

С целью текущего контроля предусматривается проведение нескольких рейтинговых контрольных работ.

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Формой текущей аттестации учебным планом предусмотрен экзамен в 1 семестре

Итоговая оценка формируется на основе документов:

1. Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29.05.2012 г.).

2. Критерии оценки знаний и компетенций студентов по 10-балльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь от 22.12.2003 № 21-04-1/105).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
по учебной дисциплине «Молекулярная физика и термодинамика»

| Название дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) |
|---|---|--|---|
| Математический анализ | Кафедра математики и методики преподавания математики | С содержанием данной учебной дисциплины согласуются, замечаний и предложений нет | Протокол № 8 от 30.03.2022 г. |
| Статика, кинематика, динамика | Кафедра физики и методики преподавания физики | С содержанием данной учебной дисциплины согласуются, замечаний и предложений нет | Протокол № 8 от 30.03.2022 г. |