

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учебно-методическое объединение по педагогическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра
образования Республики Беларусь
_____ А.Г.Баханович

Регистрационный № _____

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

**Примерная учебная программа по учебной дисциплине
для специальности**

6-05-0113-04 Физико-математическое образование
(математика и физика; физика и информатика)

СОГЛАСОВАНО

Председатель учебно-методического
объединения по педагогическому
образованию

_____ А.И.Жук

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
общего среднего, дошкольного
и специального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ М.С.Киндиренко

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления
профессионального образования
Министерства образования
Республики Беларусь

_____ С.Н.Пищов

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного учреждения
образования «Республиканский
институт высшей школы»

_____ И.В.Титович

Эксперт-нормоконтролер

СОСТАВИТЕЛИ:

В.Р.Соболь, заведующий кафедрой физики и методики преподавания физики физико-математического факультета учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», доктор физико-математических наук, профессор;

С.А.Василевский, доцент кафедры физики и методики преподавания физики физико-математического факультета 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 № 16 от 30.06.2023);

В.В.Кисель, доцент кафедры физики учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», кандидат физико-математических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ПРИМЕРНОЙ:

Кафедрой физики и методики преподавания физики физико-математического факультета учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол № 1 от 30.08.2023);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» (протокол № 2 от 17.10.2023);

Научно-методическим советом по физико-математическому и технологическому образованию учебно-методического объединения по педагогическому образованию (протокол № 3 от 21.09.2023)

Ответственный за редакцию: В.Р.Соболь

Ответственный за выпуск: С.А.Василевский

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Примерная учебная программа по учебной дисциплине «Молекулярная физика» разработана для учреждений высшего образования в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования по специальности 6-05-0113-04 Физико-математическое образование (математика и физика; физика и информатика).

В процессе изучения физики у студентов должно сформироваться представление о физике как фундаментальной науке, имеющей экспериментальную основу, цель которой состоит в формулировке общих законов природы, в объяснении конкретных явлений на основе этих законов, в предсказании новых явлений.

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

Задачи:

- 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.

Учебная дисциплина «Молекулярная физика» входит в компонент дисциплин модуля «Физика и астрономия» и является профильной в специальной подготовке преподавателя физики для средних общеобразовательных учреждений. Наиболее тесной является связь учебной дисциплиной «Математический анализ». Знания и умения, полученные при изучении молекулярной физики, лежат в основе учебных дисциплин «Электричество и магнетизм» и «Квантовая физика».

В результате изучения учебной дисциплины студент должен

знать:

- роль и место физики в системе наук о природе и человеческом обществе;
- достижения, проблемы и основные направления исследований в области физики в мире и в Республике Беларусь;

- структуру и динамику развития физической науки, основные этапы развития естественнонаучной картины мира;
 - структуру и содержание курса «Молекулярная физика» 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;
 - педагогические требования, особенности и технику всех видов учебного физического эксперимента;
 - требования к минимуму содержания и уровню подготовки учащихся по физике;
 - закономерности и принципы организации учебного процесса по физике в учреждениях системы среднего образования; самостоятельной, внеклассной и внешкольной работы по физике;
- уметь:**
- пользоваться системой теоретических знаний для решения физических задач;
 - пользоваться методами научно-методологического анализа физических процессов, явлений, понятий, теорий и физической картины мира;
 - использовать современные педагогические и информационные технологии обучения физике в образовательных учреждениях разных типов;
 - 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;

– приемами практического применения критериев оценки уровня усвоения знаний и сформированности умений учащихся по физике, способов их диагностики, коррекции и контроля.

Освоение учебной дисциплины «Молекулярная физика» должно обеспечить формирование **базовой профессиональной компетенции**: владеть классическими разделами физики и астрономии для осуществления учебно-исследовательской деятельности.

В рамках образовательного процесса по учебной дисциплине «Молекулярная физика» 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» отведено всего 216 часов, из них – 100 аудиторных (математика и физика), 102 аудиторных (физика и информатика). Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 30 часов, лабораторные занятия – 44 часа, практические занятия – 26 часов (математика и физика), 28 часов (физика и информатика).

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

для специальности 6-05-0113-04 Физико-математическое образование
(математика и физика)

| Наименование темы | Всего аудиторных часов | Лекции | Практические | Лабораторные |
|---|------------------------------|-----------|--------------|--------------|
| 1. Введение | 1 | 1 | - | - |
| 2. Основы молекулярно-кинетической теории газов | 32 | 8 | 10 | 14 |
| 3. Основы термодинамики | 29 | 10 | 11 | 8 |
| 4. Реальные газы и жидкости | 24 | 7 | 3 | 14 |
| 5. Твердые тела | 14 | 4 | 2 | 8 |
| Итого: | 100 | 30 | 26 | 44 |

для специальности 6-05-0113-04 Физико-математическое образование
(физика и информатика)

| Наименование темы | Всего аудиторных часов | Лекции | Практические | Лабораторные |
|---|------------------------------|-----------|--------------|--------------|
| 1. Введение | 1 | 1 | - | - |
| 2. Основы молекулярно-кинетической теории газов | 32 | 8 | 10 | 14 |
| 3. Основы термодинамики | 29 | 10 | 11 | 8 |
| 4. Реальные газы и жидкости | 26 | 7 | 5 | 14 |
| 5. Твердые тела | 14 | 4 | 2 | 8 |
| Итого: | 102 | 30 | 28 | 44 |

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 экспериментальными 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. Особенность 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.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Кикоин, А. К. Молекулярная физика / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. – М.: Наука, 2008. – 484 с.
2. Общая физика [Электронный ресурс] : сб. задач : учеб. пособие / В. А. Яковенко [и др.] // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/11939>. – Дата доступа: 27.12.2021.
3. Общая физика. Практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Бондарь [и др.] // Репозиторий БГПУ. – Режим доступа: <http://elib.bspu.by/handle/doc/7419>. – Дата доступа: 27.12.2021.
4. 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.
5. Телеснин, В. Р. Молекулярная физика : учебное пособие / В. Р. Телеснин. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 368 с.

Дополнительная:

1. 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.
2. 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.
3. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике. / И. Е. Иродов. – М.: Бином, Владис, 2002. – 448 с.
4. Леденев, А. Н. Физика: В 5 кн. / А. Н. Леденев. – М.: Физматлит, 2005. – Кн. 2: Молекулярная физика и термодинамика. – 208 с.
5. Молекулярная физика и термодинамика / С. А. Василевский, В. Н. Котло, И. А. Вабищевич. – Мн.: БГПУ, 2008. – 192 с.
6. Трофимова, Т. Н. Курс физики / Т. Н. Трофимова. – М.: Высш. шк, 1990. – 479 с.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ И МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ

Основными методами обучения, отвечающими целям учебной дисциплины, являются: методы проблемного обучения (проблемное изложение, частично-поисковый и исследовательский методы), интерактивные методы, которые способствуют поддержанию оптимального уровня активности.

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.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

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

– фронтальный опрос на лекционных занятиях, направленный 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.

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.