

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского
государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной
и воспитательной работе

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

 И. Э. Бученков

« 18 » 06 2019 г.

Регистрационный № УД- 818-19/уч.

ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:

1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент

1-33 01 07 Природоохранная деятельность (по направлениям)

1-40 05 01 Информационные системы и технологии (по направлениям)

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО № 1-43 01 06-2013 и учебного плана учреждения высшего образования № 42-14/уч. по специальности 1-43 01 06 Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент, на основе ОСВО 1-40 05 01-2013 и учебного плана учреждения высшего образования № 44-14/уч. по специальности 1-40 05 01 – Информационные системы и технологии (по направлениям), на основе ОСВО № 1-33 01 07-2013 и учебного плана учреждения высшего образования № 38-14/уч. по специальности 1-33 01 07 Природоохранная деятельность (по направлениям).

СОСТАВИТЕЛЬ:

Е. В. Федоренчик, старший преподаватель кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

А. И. Тимошенко, заведующий кафедрой ядерной физики учреждения образования «Белорусский государственный университет», кандидат физико-математических наук, доцент;

В. А. Иванюкович, заведующий кафедрой экологических информационных систем учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 14.06. 2019);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 18.06. 2019)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Термодинамика и молекулярная физика представляет собой неотъемлемую часть базового курса физики и изучает термические, тепловые и другие свойства макроскопических тел статистическим и термодинамическим методами. Статистический метод исходит из представления о молекулярном строении вещества. Он основан на методах теории вероятности и математической статистики. Термодинамический метод основан на общих принципах или началах термодинамики, являющихся обобщением опытных фактов. Дисциплина «Физика. Термодинамика и молекулярная физика» необходима для изучения специальных дисциплин (материаловедение и технология конструкционных материалов, инженерные конструкции и природоохранные сооружения, основы метеорологии и климатологии, современные компьютерные технологии, аппаратные средства информационных технологий и др.)

Цель изучения дисциплины:

– представить физическую теорию как обобщение наблюдений, практического опыта и эксперимента.

Задачи учебной дисциплины:

– ознакомить студента с основными методами наблюдения, измерения и экспериментирования, а также сопроводить необходимыми физическими демонстрациями и лабораторными работами в физическом практикуме;

– представить элементарную физическую теорию в адекватной математической форме с целью научить студента использовать теоретические знания для решения практических задач.

Для достижения указанных целей необходимо:

– объяснить студенту основные принципы и законы термодинамики и молекулярной физики, и математические выражения;

– ознакомить его с основными физическими явлениями, методами их наблюдения и экспериментального исследования, а также с общепринятыми методами точного измерения физических величин, с методами анализа результатов эксперимента, с основными физическими приборами и лабораторными установками;

– сформировать у студента навыки экспериментальной работы, ознакомить его с основными принципами математической обработки физического эксперимента, научить правильно выражать физические концепции и идеи;

– количественно формулировать и решать физические задачи, оценивать порядки физических величин;

– дать студенту ясное представление о границах применимости физических моделей и гипотез дисциплины;

– развить у него любознательность и интерес к изучению физики;

– дать студенту диалектическое понимание важнейших этапов истории развития физики, ее философских и методологических проблем.

Студент должен владеть следующими компетенциями: уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- основные модели, применяемые в термодинамике и молекулярной физике;
- формулировку начал термодинамики, теоремы и принципы, применяемые в термодинамике, методы термодинамики, основные положения молекулярно-кинетической теории;
- законы сохранения и условия их применимости;
- основные распределения, применяемые в статистической физике и границы их применимости;
- основные модели и законы, применяемые для описания агрегатных состояний вещества, законы, описывающие фазовые переходы;
- основные принципы молекулярно-кинетической теории явлений переноса;

уметь:

- применять законы физики для решения прикладных инженерных задач;
- использовать измерительные приборы при экспериментальном изучении физических и технологических процессов;
- обрабатывать и анализировать результаты экспериментальных измерений физических величин;

владеть:

- методологией учебного и научного исследования;
- современными информационными технологиями решения типовых профессиональных задач;
- методами экспериментального и теоретического исследования физических процессов и явлений;
- современными научными знаниями в областях, связанных с реализацией профессиональной деятельности;
- навыками творческой постановки и решения научных и практических профессиональных задач.

В соответствии с типовым учебным планом изучение дисциплины рассчитано на 72 ч. Аудиторное количество часов 48, из них лекции – 24 ч, практические занятия – 12 ч, лабораторные занятия – 12 ч.

Форма получения высшего образования – дневная.

Форма итоговой аттестации – зачет во II семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Введение в предмет. Основные понятия термодинамики

Предмет, задачи и методы рассмотрения систем многих частиц. Термодинамический метод описания вещества. Статистический метод описания вещества. Модели идеального, реального газа. Основные понятия термодинамики.

Тема 2. Основные понятия и законы термодинамики

Постулаты термодинамики, первое начало термодинамики. Теплота, работа, внутренняя энергия. Теплоемкость. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам над идеальным газом. Адиабатический и политропный процессы. Уравнение политропы. Изопроцессы как частный случай политропного процесса.

Тема 3. Второе начало термодинамики. Метод циклов

Обратимые и необратимые процессы, циклические процессы, цикл Карно, теоремы Карно, второе начало термодинамики формулировки Клаузиуса и Кельвина. Тождество Клаузиуса, неравенство Клаузиуса, приведенная теплота, понятие энтропии. Энтропия идеального газа. Статистический характер второго начала термодинамики. III начало ТД. Следствия III начала ТД. Принцип Ле Шателье.

Тема 4. Основы классической статистики Максвелла – Больцмана

Математические понятия. Макроскопическое и микроскопическое состояние, статистический ансамбль систем. Постулат равновероятности и эргодическая гипотеза, вероятность макросостояния, флуктуации, статистическое толкование энтропии, формула Больцмана. Статистика Максвелла-Больцмана, распределение Максвелла по компонентам скоростей, распределение Максвелла по абсолютному значению скорости. Характерные скорости распределения Максвелла. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа, распределение Больцмана, экспериментальная проверка распределения Больцмана, барометрическая формула. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Затруднения классической статистики и принцип неразличимости тождественных частиц

Тема 5. Реальные газы и жидкости.

Силы межмолекулярного взаимодействия. Силы Ван-дер-Ваальса. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Физический смысл постоянных, входящих в уравнение Ван-дер-Ваальса. Экспериментальные изотермы. Отклонение свойств газов от идеальных. Критическое состояние. Область двухфазных состояний. Свойства критического состояния. Переход из газообразного состояния в жидкое, фазовые переходы первого и второго рода, фазовые диаграммы, уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Метастабильные состояния.

Насыщенный пар. Явления на границе раздела фаз, поверхностное натяжение, давление под искривленной поверхностью жидкости, капиллярные явления.

Тема 6. Явления переноса

Кинематические характеристики молекулярного движения (средняя длина свободного пробега, частота столкновений). Экспериментальные законы переноса (теплопроводность, диффузия, вязкость), молекулярная теория явлений переноса в газах. Связь между коэффициентами, характеризующими процессы переноса. Взаимодиффузия в газе из различных молекул.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в предмет. Основные понятия термодинамики	2			метод. пособие	
2	Основные понятия и законы термодинамики	5	2	4	метод. пособие	тест
3	Второе начало термодинамики. Метод циклов	4	2		метод. пособие	самост. работа
4	Основы классической статистики Максвелла – Больцмана	5	2		метод. пособие	контр. работа
5	Реальные газы и жидкости	4	2	4	метод. пособие	тест
6	Явления переноса	4	2	4	метод. пособие	тест
7	Контрольная работа		2			
ВСЕГО		24	12	12		

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При организации образовательного процесса используется *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам курса (модуля).

Темы самостоятельных работ

1. Температура. Методы измерения температуры.
2. Экспериментальное подтверждение распределения Максвелла, распределения Больцмана. Опыты Штерна, Перрена.
3. Теплоемкости реальных газов, опыты по определению теплоемкости. Расхождения экспериментальных и теоретических значений теплоемкостей газов.

Темы лабораторных занятий

1. Определение отношения теплоемкостей газов методом Клемана – Дезорма.
2. Определение коэффициента теплопроводности.
3. Определение коэффициента взаимной диффузии воздуха и водяного пара.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов.

Цели самостоятельной работы (СР):

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

– СР выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава (далее — преподаватель) и контролируется на определенном этапе обучения преподавателем (далее этот тип СР называется управляемой самостоятельной работой обучающихся УСР).

Принципы планирования и организации СР:

- соответствие объема самостоятельной работы реальному бюджету времени обучающегося, выделяемого на СР и УСР;
- равномерность проведения СР в течение семестра;
- увеличение удельного веса СР от семестра к семестру;
- системность и регулярность проведения контроля СР.

Обязательными условиями эффективной организации СР по учебной дисциплине являются:

- наличие научно-методического обеспечения СР по учебной дисциплине;
- использование рейтинговой системы оценки знаний по учебной дисциплине.

Научно-методическое обеспечение СР по учебной дисциплине включает:

- перечни заданий и контрольных мероприятий УСР по учебной дисциплине;
- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;
- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;
- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;
- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций;

Время, отведенное на СР, используется обучающимися на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- выполнение типовых расчетов;
- решение задач;
- составление алгоритмов, схем;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;
- конспектирование учебной литературы;
- подготовку отчетов;
- составление обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме;

- выполнение патентно-информационного поиска;
- аналитическую обработку текста (аннотирование, реферирование, рецензирование, составление резюме);
- подготовку докладов;
- подготовку презентаций;
- составление тестов;
- изготовление макетов, лабораторно-учебных пособий;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Таким образом, задания УСР по учебной дисциплине рекомендуется делить на три модуля:

- задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания;
- задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения;
- задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний.

Каждый модуль заданий УСР включает в обязательном порядке задачи профессионально-направленного содержания.

С целью диагностики знаний, умений и навыков студентов по данной дисциплине рекомендуется использовать:

- 1) контрольные работы;
- 2) самостоятельные работы;
- 3) коллоквиумы по пройденному теоретическому материалу;
- 4) устный опрос в ходе практических занятий;
- 5) проверку конспектов лекций студентов;

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Трофимова, Т. И. Основы физики. Молекулярная физика. Термодинамика / Т. И. Трофимова. – М.: КноРус, 2011. – 192 с.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики: в 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – СПб.: Лань, 2016. – 432 с.
3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: в 5 т. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика / Д. В. Сивухин. – М.: Физматлит, 2014. – 544 с.
4. Кикоин, А. К. Молекулярная физика: учеб. пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. – СПб.: Лань, 2014. – 480 с.
5. Иродов, И. Е. Физика макросистем. Основные законы / И. Е. Иродов. – С-П.: Физматлит, 2001. – 196 с.
6. Иродов, И. Е. Задачи по общей физике / И. Е. Иродов. – СПб.: Лань, 2006. – 417 с.
7. Трофимова, Т. И. Курс физики / Т. И. Трофимова. – М.: ИЦ Академия, 2012. – 560 с.
8. Матвеев, А. Н. Молекулярная физика: учеб. пособие / А. Н. Матвеев. – СПб.: Лань, 2010. – 368 с.

Дополнительная

1. Телеснин, В. Р. Молекулярная физика: учеб. пособие / В. Р. Телеснин. – СПб.: Лань, 2009. – 368 с.
2. Ландсберг, Г. С. Элементарный учебник физики. Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика: учеб. пособие / Г. С. Ландсберг. – М.: Физматлит, 2016. – 612 с.
3. Суворов, Н. Н. Курс физики с примерами решения задач. Ч. I. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика: учеб. пособие / Н. Н. Суворов. – СПб.: Лань, 2014. – 464 с.
4. Абт, Ф. Молекулярная физика в жизни, технике и природе: учеб. пособие / Ф. Абт. – СПб.: Лань, 2016. – 624 с.
5. Иванов, А. Е. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: учебник / А. Е. Иванов, С. А. Иванов. – М.: КноРус, 2012. – 952 с.
6. Кузнецов, С. И. Курс физики с примерами решения задач. Ч. I. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика / С. И. Кузнецов. – СПб.: Лань, 2014. – 464 с.
7. Фриш, С. Э. Курс общей физики: учебник: в 3 т. Т. 1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева. – СПб.: Лань, 2008. – 480 с.
8. Наркевич, И. И. Физика / И. И. Наркевич, Э. И. Волмянский, С. И. Лобко. – Минск: Новое знание, 2004. – 679 с.

Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)