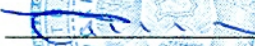


БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Учебно-методического
объединения вузов Республики Беларусь
по естественнонаучному образованию

 В.В. Самохвал

Регистрационный № ТД - ____ / тип.

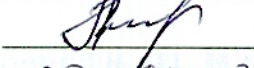
10.01.2007
НМА-г. 127/мч.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

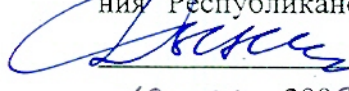
Учебная программа для специальности 1-31 04 01 «Физика»

СОГЛАСОВАНО

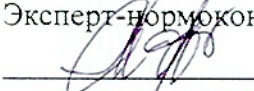
Председатель секции УМО по естественнонаучному обра-
зованию по специальности 1-31 04 01 «Физика»

 В.М. Анишик
05.01.2007

Первый проректор Государственного учреждения образова-
ния "Республиканский институт высшей школы"

 В.И. Дынич
10.01.2007

Эксперт-нормоконтролер

 С.М. Артемьева
10.01.2007

МИНСК
2006

Составители:

И. И. Жолнеревич – заведующий кафедрой общей физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

И. Н. Козлов – доцент кафедры общей физики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

Рецензенты:

Кафедра общей физики Учреждения образования «Гродненский государственный университет»;

В. Ф. Шолох – доцент кафедры общей физики Учреждения образования «Гомельский государственный университет», кандидат физико-математических наук, доцент

Рекомендована

к утверждению в качестве типовой:

Кафедрой общей физики Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 7 февраля 2006г.)

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 1 от 26 октября 2006 г.);

Ответственный за редакцию: **И. И. Жолнеревич**

Ответственный за выпуск: **И. Н. Козлов**

I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Молекулярная физика и термодинамика объединяют два основных метода исследования при изучении макроскопических процессов в телах, которые состоят из огромного количества атомов или молекул. Термодинамика, или общая теория теплоты, является аксиоматической наукой. Ее выводы основаны на общих принципах или началах, являющихся обобщением опытных фактов. Молекулярная физика, напротив, исходит из представления об атомно-молекулярном строении вещества и основана на молекулярно-кинетической теории строения вещества. Предлагаемый курс по объему составляет 50 часов лекционного материала и 48 часов практических занятий по решению задач по всем проблемам, которые изучает материал курса. Кроме того, в комплекс занятий входит лабораторный практикум в объеме 58 часов, где студенты получают навыки экспериментальных исследований процессов, происходящих при изменении состояния вещества.

В курсе молекулярной физики и термодинамики изучаются все основные законы (начала) термодинамики в приложении к изменению состояния тел во всех агрегатных состояниях.

В молекулярно-кинетической теории даются представления о микроструктуре вещества и теоретических методах исследования, основанных на математическом аппарате статистики и теории вероятностей.

При исследовании некоторых проблем частично затрагиваются методы и понятия квантовой механики. Данный курс общей физики является преддверием и введением в последующие курсы, читаемые на факультете, а именно: атомная физика, термодинамика.

Объем учебной работы: лекции – 50 часов, практические занятия – 48 часов, лабораторные занятия – 58 часов, КСР – 6 часов. Всего – 162 часов

Отчетность: 1 экзамен, 2 зачета.

II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

а) Программа лекционного курса

Введение. Молекулярная физика. Модель материального тела. Атомы и молекулы. Степени свободы молекул. Энергия молекул. Взаимодействие молекул. Методы описания систем многих частиц. Агрегатные состояния вещества. Модель идеального газа.

Основные понятия теории вероятностей и математической статистики. Случайные величины. Частотное определение вероятности. Плотность вероятности. Теорема сложения взаимоисключающих событий. Нормировка вероятностей. Теорема сложения вероятностей в общем случае. Условная вероятность. Теорема умножения. Среднее значение дискретной и непрерывной случайных величин. Дисперсия. Функция распределения.

Макроскопическое и микроскопическое состояния вещества. Микроскопическое состояние. Макроскопическое состояние. Равновесное состояние. Статистический ансамбль систем. Микроканонический ансамбль. Различие микросостояний. Постулат равновероятности микросостояний. Среднее по ансамблю и среднее по времени. Эргодическая гипотеза. Формулы элементарной комбинаторики. Вероятность макросостояния. Расчет вероятности макросостояния идеального газа. Формула вероятности макросостояния. Формула Стирлинга. Биноминальное распределение. Распределения Пуассона и Гаусса. Флуктуации.

Распределение Максвелла. Распределение молекул по скоростям. Скоростное пространство. Распределение Максвелла по скорости. Распределение Максвелла по компонентам скорости. Распределение Максвелла по абсолютному значению скорости. Характерные скорости. Приведенное распределение Максвелла. Число молекул в различных участках распределения Максвелла. Границы применимости распределения Максвелла. Число ударов молекул о стенку. Принцип детального равновесия. Экспериментальная проверка распределения Максвелла. Основное уравнение кинетической теории газов.

Распределение Больцмана. Закон Больцмана. Распределение Больцмана. Распределение Максвелла - Больцмана. Понятие о распределении Гиббса. Экспериментальное подтверждение распределения Больцмана. Опыты Перрена. Барометрическая формула. Модель атмосферы Земли. Рассеяние атмосферы планет. Теорема о равномерном распределении энергии по степеням свободы.

Броуновское движение. Броуновское движение. Опыты Перрена. Вращательное броуновское движение. Опыт Каплера.

Температура. Термодинамическое равновесие. Понятие температуры. Температурные точки. Эмпирические шкалы температур. Идеально-газовая шкала температур. Шкала Кельвина. Виды термометров. Международная практическая шкала температур.

Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия тел. Калорическое и термическое уравнение состояния. Количество теплоты. Работа. Первое начало термодинамики. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Релаксация. Термические свойства тел. Тепловые свойства тел. Теплоемкость изотропных и однородных тел. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость идеального газа. Расхождение теории теплоемкостей идеального газа с экспериментом. Элементы квантовой теории теплоемкостей. Изопроецессы в идеальном газе. Уравнение политропного процесса. Работа при изопроецессах. Скорость звука в газах. Уравнение Бернулли.

Второе начало термодинамики. Тепловая машина. Циклические процессы. К.П.Д. цикла. Холодильная машина и нагреватель. Цикл Карно. К.П.Д. цикла Карно для идеального газа. Формулировка Клаузиуса и Томсона (Кельвина) второго начала термодинамики. Доказательство эквивалент-

ности этих формулировок. Первая теорема Карно. Абсолютная термодинамическая шкала температур. Отрицательные абсолютные температуры. Равенство Клаузиуса. Энтропия. Энтропия идеального газа. Вторая теорема Карно. Неравенство Клаузиуса. Изменение энтропии при необратимых процессах. Формулировка второго начала термодинамики с помощью энтропии. Роль энтропии в производстве работы. Статистический характер второго начала термодинамики. Понятие о термодинамических потенциалах. Критерии устойчивости термодинамических систем. Принцип Ле Шателье – Брауна.

Реальные газы. Силы межмолекулярного взаимодействия. Ионная связь. Ковалентная связь. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал Ленарда – Джонса. Переход из газообразного состояния в жидкое. Экспериментальные изотермы. Критическое состояние. Насыщенный пар. Свойства критического состояния вещества. Поведение двухфазной системы при изменении температуры при постоянном объеме. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Зависимость давления насыщенных паров от температуры. Фазовая диаграмма жидкость-пар. Отклонения свойств реальных газов от идеальных. Вириальное уравнение состояния. Уравнение Ван – дер – Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Правило Максвелла. Метастабильные состояния. Приведенное уравнение состояния. Закон соответственных состояний. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля-Томсона. Эффект Джоуля-Томсона для газа Ван-дер-Ваальса. Сжижение газов. Свойства веществ при температуре близкой к 0 К.

Жидкости Свойства и структура жидкостей. Парная функция распределения. Теплоёмкость жидкостей. Поверхностное натяжение. Условия равновесия на границе двух жидкостей и на границе жидкость – твердое тело. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Капиллярные явления. Поверхностно-активные вещества. Динамическое равновесие на границе жидкость – пар. Давление насыщенных паров вблизи искривленной поверхности жидкости. Кипение. Перегретая жидкость. Пузырьковая камера. Переохлажденный пар. Камера Вильсона.

Растворы. Жидкие растворы. Растворимость. Теплота растворения. Идеальные растворы. Закон Рауля. Закон Генри. Зависимость растворимости от температуры. Диаграмма состояния раствора. Кипение жидких растворов. Диаграмма состояния бинарных смесей. Осмотическое давление. Основные качественные сведения о сплавах, твердых растворах и полимерах.

Твердые тела. Симметрия твердых тел. Точечные группы симметрии. Зеркальные изомеры. Кристаллические решетки. Примитивная решетка. Неоднозначность выбора базиса примитивной решетки. Элементы симметрии решетки. Обозначения атомных плоскостей и направлений. Теплоёмкость твёрдых тел. Реальные кристаллы. Дислокации. Физические процессы в кристаллах при деформациях.

Фазовые переходы. Фазовые переходы первого и второго рода. Кристаллизация и плавление. Сублимация. Фазовые диаграммы. Тройная точка. Аномальные вещества. Полиморфизм. Жидкие кристаллы.

Кинематические характеристики молекулярного движения. Поперечное сечение. Средняя длина свободного пробега молекул. Частота столкновений. Экспериментальное определение длины свободного пробега молекул.

Процессы переноса. Основные законы. Процессы переноса в газах. Взаимодиффузия в газе из различных молекул. Физические явления в разреженных газах. Теплопередача, диффузия и трение. Взаимодействие молекул с поверхностью твердого тела. Явления в сосудах, сообщающихся через пористую перегородку. Основные особенности явлений переноса в твердых телах и жидкостях.

б) Рекомендуемые темы практических занятий

1. Опытные газовые законы.
2. Уравнение Клапейрона – Менделеева.
3. Основы теории вероятностей и математической статистики.
4. Распределение Максвелла.
5. Температура.
6. Первое начало термодинамики.
7. Второе начало термодинамики.
8. Реальные газы.
9. Жидкости.
10. Фазовые превращения.
11. Явление переноса.

в) Рекомендуемые темы работ лабораторного практикума

1. Определение молярной газовой постоянной методом откачек.
2. Определение молярной газовой постоянной методом изохорического нагревания.
3. Определение отношения теплоемкостей газов.
4. Определение вязкости и основных характеристик молекулярного движения газов.
5. Определение вязкости жидкости методом Стокса.
6. Определение вязкости жидкости методом Пуазейля.
7. Определение кинематической вязкости жидкости.
8. Определение вязкости жидкости вискозиметром Оствальда.
9. Определение теплофизических характеристик неметаллических материалов.
10. Определение теплофизических характеристик металлов.
11. Определение поверхностного натяжения жидкости методом отрыва кольца.
12. Определение поверхностного натяжения жидкости методом Ребиндера.
13. Определение термического коэффициента давления газов.

14. Изучение фазовых переходов 1-го рода.
15. Определение отношения теплоемкостей газов адиабатическим методом.

г) Рекомендуемые темы для самостоятельной работы

1. Основные качественные сведения о сплавах, твердых растворах и полимерах.
2. Взаимодействие молекул с поверхностью твердого тела.
3. Явления в сосудах, сообщающихся через пористую перегородку.
4. Основные особенности явлений переноса в твердых телах и жидкостях.

д) Рекомендуемые темы контрольных работ и коллоквиумов

Темы контрольных работ:

1. Уравнение состояния идеального газа. Первое начало термодинамики.
2. Газ в поле внешних сил. Распределение Максвелла.
3. Второе начало термодинамики. Реальные газы. Жидкости. Фазовые превращения. Явления переноса.

Темы коллоквиумов

1. Статистические распределения. Распределение молекул газа по скоростям.
2. II начало термодинамики. Циклы.

III. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

а) Основная

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М. Высш. шк. 1987.
2. Сивухин Д.В. Общий курс физики. М. Наука. т. 2. 1979.
3. Кикоин И.К. Кикоин А.К. Молекулярная физика. М. Наука. 1976.
4. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М. Наука. 1988.

б) Дополнительная

1. Астахов Л.В. Курс физики. Т. 1. М. Наука. 1977.
2. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2., Наука. 1975.
3. Телеснин Р. В. Молекулярная физика. М.: Высшая школа. 1973.