

ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК И ЭКОЛОГИИ

ПРОГРАММА по курсу:

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

для студентов 1 курса (II семестр)

Авторы: к.ф.-м.н. Романов Сергей Викторович,

доцент, к.ф.-м.н. Барабанов Алексей Леонидович

1. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

1. *Основы термодинамики.* Законы идеального газа. Макроскопические параметры и макроскопические состояния. Термодинамическое равновесие. Уравнение состояния. Эмпирическая шкала температур. Уравнение Клапейрона. Идеально-газовая шкала температур. Молекулярно-кинетический вывод уравнения состояния идеального газа. Внутренняя энергия, работа и теплота. Первый закон термодинамики. Адиабатический показатель. Уравнение адиабаты идеального газа. Теплоемкость. Уравнение Р.Майера. Связь теплоемкостей C_P и C_V идеального газа с его адиабатическим показателем. Политропические процессы.
2. *Статистические распределения.* Случайные величины. Средние значения и дисперсии случайных величин. Понятие плотности вероятности. Распределение Максвелла по скоростям и по модулю скорости молекул. Распределение молекул по высоте в изотермической атмосфере. Флуктуации макроскопических параметров. Биномиальное распределение, распределения Пуассона и Гаусса.
3. *Основы кинетики реальных газов.* Тепловое равновесие реальных газов. Броуновское движение – модель случайных блужданий и модель Эйнштейна. Подвижность молекул и частиц. Эффективное сечение взаимодействия молекул. Средняя длина свободного пробега частицы в среде.
4. *Явления переноса.* Неравновесные процессы в реальных газах. Теплопроводность и вязкость газов. Диффузия. Броуновское движение как процесс диффузии. Связь коэффициента диффузии с подвижностью частиц. Диффузия и закон Больцмана для плотности частиц в силовом поле. Свойства разреженных газов.
5. *Звук и основы газодинамики.* Атмосферы планет. Распространение звука в газах. Скорость звука в идеальном газе и его связь с адиабатическим показателем. Ламинарное и адиабатическое течение идеального газа. Уравнение Бернулли. Дозвуковая и сверхзвуковая скорости истечения газа из отверстия. Сопло Лавалья.
6. *Классическая теории теплоты и пределы ее применимости.* Закон равнораспределения в классической теории теплоты. Теплоемкости газов и твердых тел в классической теории и эксперимент. Проблема теплового излучения. Волны де Бройля и квантовые орбитали. Оценка числа квантовых состояний молекулы и идеального газа в макроскопическом объеме. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Классические и квантовые газы.

2. ТЕРМОДИНАМИКА

1. *Температура и энтропия.* Макроскопические состояния и кратности вырождения микросостояний. Условие теплового равновесия макроскопических систем. Абсолютная температура и абсолютная энтропия. Аддитивность энтропии и ее неубывание для замкнутых систем. Энтропия одноатомного классического идеального газа. Формула Сакура–Тетроде и пределы ее применимости. Тождественность абсолютной и идеально-газовой температур. Энтропия и приведенная теплота. Теорема Нернста.
2. *Термодинамика обратимых и необратимых процессов.* Обратимые и необратимые процессы и циклы. Коэффициент полезного действия тепловой машины. Энтропия по Клаузиусу. Неравенство Клаузиуса. Второй и третий законы термодинамики. Цикл и теоремы Карно. Термодинамическая температура. Шкала Кельвина.

3. *Свойства веществ и термодинамика.* Соотношения между термодинамическими параметрами и их связь с уравнением состояния системы. Метод якобианов. Термодинамические коэффициенты и связи между ними. Общее соотношение между теплоемкостями C_P и C_V . Термодинамические потенциалы – свободная энергия, энтальпия и потенциал Гиббса.
4. *Реальные газы и жидкости.* Взаимодействие молекул и внутренняя энергия газа. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса и критические параметры. Закон соответственных состояний. Эффект Джоуля–Томпсона. Температура инверсии и ее связь с критической температурой. Методы получения низких температур.
5. *Поверхностное натяжение и фазовые переходы.* Поверхность жидкости и ее свойства. Давление под изогнутой поверхностью и капиллярность. Формула Лапласа. Переходы между фазами. Эффекты перегрева жидкости и переохлаждения пара. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Химический потенциал. Фазовые диаграммы. Тройная точка.

ЛИТЕРАТУРА

ОСНОВНАЯ:

1. Д.В.Сивухин, Общий курс физики, т.2, Термодинамика и молекулярная физика, М., Наука, 1975.
2. И.Ф.Щеголев, Элементы статистической механики, термодинамики и кинетики, М., Янус, 1996.
3. Р.Фейнман, Р.Лейтон, М.Сэндс, Фейнмановские лекции по физике, т.1, вып.4 (Кинетика, теплота, звук).
4. Р.Кубо, Термодинамика, М., Мир, 1970.
5. Д.В.Сивухин, Сборник задач по общему курсу физики, 1976.
6. С.М.Козел, Э.И.Рашба, С.А.Славатинский, Сборник задач по физике, 2-е изд., М., Наука, 1987.
7. И.Е.Иродов, Задачи по общей физике, 3-е изд., М., НТЦ ВЛАДИС, 1997.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

1. Ч.Киттель, Статистическая термодинамика, М., Наука, 1977.
2. Ю.Б.Румер, М.Ш.Рывкин, Термодинамика, статистическая физика и кинетика, М., Наука, 1972.
3. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, Статистическая физика (часть I), 3-е изд., М., Наука, 1976.