

## **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

### **2.1. Статистический подход к описанию молекулярных явлений.**

Основные экспериментальные факты, свидетельствующие о дискретном строении вещества. Масштабы физических величин в молекулярной теории. Массы и размеры молекул. Число Авогадро. Статистические закономерности и описание системы многих частиц. Макроскопические и микроскопические состояние системы. Молекулярная система как совокупность частиц и как сплошная среда. Тепловое равновесие систем.

### **2.2. Распределение молекул газа по скоростям.**

Модель идеального газа. Равновесное пространственное распределение частиц идеального газа. Биномиальное распределение. Предельные случаи биномиального распределения: распределение Пуассона и Гаусса. Флуктуации плотности идеального газа. Малость относительных флуктуаций. Молекулярная теория давления идеального газа. Распределение Максвелла. Характерные скорости молекул. Принцип детального равновесия. Наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа. Распределение молекул по компонентам скоростей. Экспериментальная проверка распределения Максвелла.

### **2.3. Идеальный газ во внешнем потенциальном поле.**

Распределение Больцмана. Барометрическая формула. Распределение Максвелла-Больцмана и его экспериментальная проверка.

### **2.4. Броуновское движение.**

Столкновение молекул в газе. Длина свободного пробега. Частота соударений. Газокинетический диаметр. Рассеяние молекулярных пучков в газе. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Броуновское движение. Формула Эйнштейна. опыты Перрена по определению числа Авогадро.

### **2.5. Явление переноса.**

Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона-Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса. Явление переноса в газах. Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа.

### **2.6. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений.**

Термодинамические параметры. Нулевое начало термодинамики. Понятие термодинамического равновесия. Принцип термодинамической аддитивности. Физические ограничения термодинамической теории. Принципы конструирования термометра. Термометрическое вещество и термометрическая величина. Эмпирические шкалы температур. Шкала температур на основе свойств идеального газа. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева). Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы.

### **2.7. Первое начало термодинамики.**

Теплоемкость системы. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера. Политропический процесс. Уравнение политропы и его частные случаи. Классическая теория

теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Фундаментальные трудности классической теории теплоемкости.

### **2.8. Циклические процессы.**

Преобразование теплоты в работу. Нагреватель, рабочее тело, холодильник. Коэффициент полезного действия. Тепловой двигатель и холодильная машина. Цикл Карно и его КПД.

### **2.9. Второе начало термодинамики.**

Две теоремы Карно. Термодинамическая шкала температур и ее тождественность идеально-газовой шкале. Нестандартные единицы измерения температур. Неравенство Клаузиуса. Второе начало термодинамики. Формулировка Клаузиуса и Томсона (Кельвина). Их эквивалентность.

### **2.10. Понятие энтропии термодинамической системы.**

Закон возрастания энтропии в неравновесной изолированной системе. Энтропия и вероятность. Микро- и макросостояния системы. Термодинамическая вероятность. Принцип Больцмана. Статистическая интерпретация второго начала термодинамики.

### **2.11. Реальные газы и жидкости.**

Реальные газы. Изотермы Амага. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние. Область двухфазовых состояний. Метастабильные состояния. Критические параметры газа Ван-дер-Ваальса. Закон соответственных состояний. Силы межмолекулярного взаимодействия. Потенциал Леннарда-Джонса. Эффект Джоуля-Томсона. Методы получения низких температур.

### **2.12. Поверхностные явления в жидкостях.**

Коэффициент поверхностного натяжения. Краевой угол. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Капиллярные явления.

### **2.13. Твердые тела.**

Особенности межмолекулярного взаимодействия. Агрегатные состояния и характер теплового движения в газах, жидкостях и твердых телах. Кристаллические и аморфные состояния. Кристаллы. Симметрия кристаллов. Элементы точечной симметрии: ось симметрии, плоскость симметрии, центр инверсии, инверсионная ось симметрии, зеркально-поворотная ось симметрии. Трансляция и трансляционная симметрия. Кристаллическая решетка. Элементарная ячейка. Сингонии. Решетка Браве. Индексы Миллера. Изоморфизм и полиморфизм. Фазы переменного состава. Дефекты в кристаллах. Дислокации. Понятие о жидких кристаллах.

### **2.14. Фазовые переходы первого и второго рода.**

Фаза. Классификация фазовых переходов по Эренфесту. Термодинамический потенциал Гиббса как функция состояния. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Тройная точка. Фазовые переходы второго рода. Аномалии теплового расширения при фазовых переходах.

## **Учебно-методическое обеспечение раздела "Молекулярная физика"**

### **1. Основная литература.**

1. А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. Молекулярная физика. М.: Наука, 1976.
2. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. М.: Наука, 1990.
3. А.Н. Матвеев. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1987.
4. В.Л. Гинзбург, Л.М. Левин, Д.В. Сивухин, И.А. Яковлев. Сборник задач по общему курсу физики. Термодинамика и молекулярная физика. Под ред. Д.В. Сивухина. М.: Наука, 1988.

### **2. Дополнительная литература.**

1. Ф. Рейф. Статистическая физика. Берклевский курс физики. Т. 5. М.: Наука, 1986.
2. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 4. Кинетика. Теплота. Звук. М.: Мир, 1977.
3. Р.В. Поль. Механика, акустика и учения о теплоте. М.: Наука, 1971.
4. И.В. Савельев. Курс общей физики. Т. 1. М.: Наука, 1986.