

Контрольные вопросы и задачи

к модулю

«Статистическая теория классических равновесных систем и квазистатических процессов»

Контрольные вопросы

- 1) Объясните причины, по которым затруднено описание состояния макроскопической системы обычными методами механики (путем решения уравнений движения системы).
- 2) Сформулируйте основную идею статистического подхода к описанию свойств макроскопической системы. Что такое функция статистического распределения? Какой у нее физический смысл? Что такое термодинамические характеристики? Что такое термодинамическое состояние системы? Как термодинамические характеристики выражаются через функцию статистического распределения?
- 3) Что такое состояние термодинамического равновесия? Как ведут себя потоки и механические характеристики системы в состоянии термодинамического равновесия? Каков характер зависимости функции статистического распределения от координат, импульсов и времени в состоянии термодинамического равновесия?
- 4) Что такое внешние силовые параметры? Укажите связь между термодинамической работой, внешними и внутренними параметрами. Приведите два примера.
- 6) В чем состоит приближение термодинамического теплообмена? Как в этом случае записывается Гамильтониан замкнутой системы "изучаемое тело+термостат"?
- 7) Напишите функцию статистического распределения для адиабатически изолированной системы.
- 8) Сформулируйте теорему Гиббса для системы с постоянным числом частиц.
- 9) Сформулируйте теорему Гиббса для системы с переменным числом частиц.
- 10) Напишите распределения Максвелла по импульсам, скоростям и кинетической энергии.
- 11) Сформулируйте распределение Больцмана. Напишите выражение для распределения концентрации идеального газа в потенциальном силовом поле.
- 12) Сформулируйте метод статистического интеграла.

Задача 1. При термоэлектронной эмиссии происходит вылет электронов с поверхности металла или полупроводника. Предполагая, что а) вылеты электронов – статистически независимые события, б) вероятность вылета электрона за бесконечно малый промежуток времени dt равна λdt (λ - постоянная величина), определить

I) вероятность вылета n электронов за время t .

II) $\langle (\Delta n)^2 \rangle = \langle (n - \langle n \rangle)^2 \rangle$, если в единицу времени в среднем вылетает n_0 электронов.

Задача 2. В случае идеального газа найти вероятность того, что две частицы имеют абсолютную величину скорости относительного движения $\mathbf{v}' = \mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2$ в интервале от v' до $v' + dv'$. Определить $\langle v' \rangle$.

Задача 3. Определить отношение чисел частиц идеального газа, имеющих энергию меньше и больше значения $k_B T$, где T - температура газа, k_B - постоянная Больцмана. (5 баллов)

Задача 4. Некоторое тело, заряженное до потенциала φ_0 , помещено в плазму, состоящую из электронов (заряд $-e$) и ионов (заряд $+e$). Определить дебаевский радиус экранировки, считая, температуру электронов T_e и ионов T_i различной, а плазму квазинейтральной. Число частиц в единице объема равно n_0 (14 баллов)

Задача 5. Цилиндр высотой h и основанием радиуса R заполнен идеальным газом. Цилиндр вращается с угловой скоростью Ω , относительно оси вращения, перпендикулярной основанию и проходящей через его центр. Определить давление газа на боковую поверхность цилиндра, если общее число частиц газа N , а масса отдельной частицы m .

Задача 6. Легкий маятник совершает случайные колебания под действием ударов молекул воздуха. Найти среднее значение квадрата угла случайного отклонения маятника от вертикали.