

Нанофізика та наноматеріали

Завдання для самостійної роботи з теми №1:

Електронна і дірочна провідність у напівпровідниках

Задача. У реальному напівпровіднику густина станів на дні зони провідності відрізнятиметься від моделі, що розглядалася на практичному занятті, на числовий коефіцієнт, який може бути малим або великим залежно від матеріалу. Отже, запишемо для зони провідності $g(\epsilon) = g_{0c} \sqrt{\epsilon - \epsilon_c}$, де g_{0c} - нова константа нормування, яка відрізняється від g_0 із попередньої задачі. Аналогічно запишемо $g(\epsilon)$ для вершини валентної зони у термінах нової константи g_{0v} .

- (a) Поясніть чому, якщо μ , хімічний потенціал буде змінюватися як функція температури. Коли він буде збільшуватися, а коли зменшуватися?
- (b) Запишіть вираз для кількості електронів провідності через T , μ , ϵ_c та g_{0c} . Спростіть цей вираз якомога більше, припускаючи, що $\epsilon_c - \mu \gg kT$.
- (c) Порожній стан у валентній зоні називається діркою. За аналогією з частиною (b) запишіть вираз для кількості дірок і спростіть його для випадку $\epsilon_c - \mu \ll kT$.
- (d) Об'єднайте результати частин (b) і (c), щоб знайти вираз для хімічного потенціалу як функцію від температури та відношення g_{0c}/g_{0v} .
- (e) Для кремнію $g_{0c}/g_0 = 1.09$ і $g_{0v}/g_0 = 0.44$. Обчисліть зміну μ для кремнію за кімнатної температури.

Нанофізика та наноматеріали

Завдання для самостійної роботи з теми №2:

Квантування провідності у двовимірному провіднику

Задача 1. Розгляньте двовимірний провідник наступним відношенням між енергією та імпульсом: $E(p) = E_c + p^2/2m$.

- (a) Знайти функції $N(E)$ і $D(E)$ та перевірити, чи виконується відношення $D(E)v(E)p(E) = N(E)d$, де $d = 2$ - розмірність провідника.
- (b) Знайти відношення між провідністю і щільністю електронів за низьких температур. Вважати, що фактор виродження $g = 1$.
- (c) Знайти число мод $M(E)$.

Нанофізика та наноматеріали

Завдання для самостійної роботи з теми №3:

Квантування провідності у двовимірному провіднику

Задача. Розгляньте двовимірний провідник наступним відношенням між енергією та імпульсом: $E(p) = E_c + v_0 p$.

- (a) Знайти функції $N(E)$ і $D(E)$ та перевірити, чи виконується відношення $D(E)v(E)p(E) = N(E)d$, де $d = 2$ - розмірність провідника.
- (b) Знайти відношення між провідністю і щільністю електронів за низьких температур. Вважати, що фактор виродження $g = 1$.
- (c) Знайти число мод $M(E)$.

Нанофізика та наноматеріали

Завдання для самостійної роботи з теми №4:

Фононна теплоємність у рідкому ^4He

Задача. Обчисліть фононний внесок у теплоємність ^4He у високотемпературному наближенні, враховуючи першу температурну поправку. Оцініть у процентах відхилення теплоємності C_V від Nk_B для $T = T_D$ та $T = 2T_D$.