

Zadania z fizyki — Zestaw B

Fizyka półprzewodników WEAiE — Informatyka, rok I

1. Załóżmy, że energię mierzymy od szczytu pasma walencyjnego: $g_e(E) = C_e(E - E_g)^{1/2}$, gdzie

$$C_e = \frac{(2m_e^*)^{3/2} a^3}{2\hbar^3 \pi^2},$$

oraz przyjmijmy temperaturę pokojową $k_B T = 25$ meV.

- Znaleźć koncentrację elektronów n_e (liczbę na jednostkę objętości) w pasmie przewodnictwa dla półprzewodników samoistnych.
- Oszacować koncentrację elektronów w pasmie przewodnictwa w temperaturze pokojowej dla krzemu ($E_g = 1.1$ eV, $m_e^* = 0.31m_e$). Porównać ją z typową dla metali wartością 10^{28} elektronów swobodnych w m^3 .
- Przerwa energetyczna w diamencie (C) jest około 6 eV. Porównać koncentrację elektronów w diamencie $n_e(\text{C})$ i krzemie $n_e(\text{Si})$ zakładając takie same masy efektywne elektronów oraz temperaturę pokojową ($k_B T = 0.025$ eV). W obu przypadkach przyjąć $E_F = E_g/2$.

2. Przy takich samych założeniach gęstość stanów dziur dana jest wzorem $g_h(E) = C_h(-E)^{1/2}$, gdzie

$$C_h = \frac{(2m_h^*)^{3/2} a^3}{2\hbar^3 \pi^2}.$$

Proszę znaleźć koncentrację dziur w pasmie walencyjnym dla półprzewodników samoistnych.

3. Proszę znaleźć zależność E_F od przerwy energetycznej E_g , temperatury T oraz mas efektywnych elektronów m_e^* i dziur m_h^* dla półprzewodników samoistnych.
4. Wyprowadzić prawo działania mas.
5. Proszę numerycznie wyznaczać zależność energii Fermiego od temperatury $E_F(T)$ dla półprzewodników domieszkowych w przedziale temperatur $10 \text{ K} \leq T \leq 2500 \text{ K}$. Po znalezieniu E_F znaleźć n_e i n_h . Do obliczeń przyjąć $n_D = 10^{24} \text{ m}^{-3}$, $E_g = 1.1$ eV, $E_g - E_D = 0.04$ eV, $m_e^* = 0.31m$, $m_h^* = 0.38m$, $k_B = 8.63 \cdot 10^{-5}$ eV/K.

Krzysztof Malarz, Kraków, 23 maja 2002