

## Temat 21...23. Półprzewodniki.

### Zadanie 21.1

Półprzewodnik samoistny GaAs został domieszkowany krzemem Si w taki sposób, że domieszki zastąpiły atomy galu Ga. Jakiej modyfikacji ulegnie model pasmowy na skutek domieszkowania? Wzorując się na modelu atomu wodoru Bohra wyprowadzić wzór opisujący położenie poziomu domieszkowego na osi energii wyskalowanej w eV. Masy efektywne wynoszą:  $0,07m$  dla elektronów w paśmie przewodnictwa,  $0,68m$  i  $0,12m$  dla dziur ciężkich i lekkich w paśmie walencyjnym, gdzie  $m = 9,106 \times 10^{-31}$  kg jest energią elektronu w próżni. Stała dielektryczna GaAs wynosi  $\epsilon = 13,1$  a szerokość przerwy energetycznej  $E_g = 1,42$  eV.

### Zadanie 21.2

W czystym germanie przerwa energetyczna wynosi  $E_g = 0,74$  eV, a masy efektywne elektronów  $m_e^*$  i dziur  $m_h^*$  są równe odpowiednio 0,22 i 0,37 masy elektronu swobodnego.

a) Oszacować koncentrację elektronów w paśmie przewodnictwa przy  $T = 300$  K.

b) Określić położenie poziomu Fermiego przy  $T = 300$  K.

Wskazówka: koncentracja elektronów  $n$  w paśmie przewodnictwa oraz dziur  $p$  w paśmie walencyjnym są opisane wzorami:

$$n = \frac{1}{4} \left( \frac{2m_e^* k_B T}{\pi \hbar^2} \right)^{3/2} \exp\left( \frac{\mathcal{E}_F - \mathcal{E}_{0e}}{k_B T} \right), \quad p = \frac{1}{4} \left( \frac{2m_h^* k_B T}{\pi \hbar^2} \right)^{3/2} \exp\left( \frac{\mathcal{E}_{0h} - \mathcal{E}_F}{k_B T} \right),$$

gdzie  $\mathcal{E}_{0e}$  jest energią elektronu na dnie pasma przewodnictwa,  $\mathcal{E}_{0h}$  jest energią na wierzchołku pasma walencyjnego, zaś  $\mathcal{E}_F$  oznacza poziom Fermiego (nie jest dany).

### Zadanie 21.3

Znaleźć koncentrację elektronów przewodnictwa w Ge, zawierającym domieszki donorowe o koncentracji  $N_D = 10^{22} \text{ m}^{-3}$ . Wiadomo, że poziom donorowy znajduje się w odległości 0,03 eV od dna pasma przewodnictwa i  $T = 100$  K. Masa efektywna elektronów  $m_e^*$  wynosi 0,22 masy elektronu swobodnego.

Wskazówka: wskazówka jak wyżej do zadania 21.2.