

Zadania i pytania do wykładu 12-13

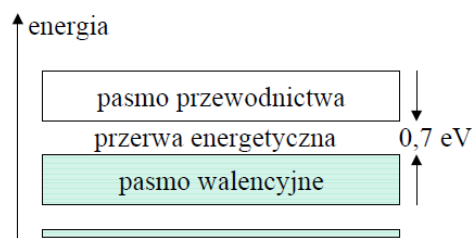
1. Zapisz funkcję rozkładu Fermiego-Diraca. Naszkicuj wykres tej funkcji w temperaturze $T_1=0$ K i w temperaturze $T_2=\mu/5k_B=E_F/5k_B$. Zaznacz charakterystyczne wartości na osiach wykresu.

2. Srebro i glin mają taką samą strukturę krystaliczną. Długość krawędzi komórki elementarnej (sześciannu) jest dla obu metali w przybliżeniu taka sama. Do gazu elektronów swobodnych każdy atom srebra wnosi 1 elektron, zaś atom glinu 3 elektrony. Energia Fermiego elektronów w srebrze jest 5,5 eV. Na podstawie tej informacji oszacuj wartość energii Fermiego dla glinu.

3. Srebro i glin mają taką samą strukturę krystaliczną, w której do elementarnej komórki sześcienniej należą 4 atomy. Stała sieci (długość krawędzi elementarnego sześciannu) jest dla obu metali w przybliżeniu taka sama $a=0,41$ nm. Do gazu elektronów swobodnych każdy atom srebra wnosi 1 elektron, zaś atom glinu 3 elektrony. Oblicz koncentrację elektronów swobodnych (liczbę elektronów w 1 m³) w srebrze i w glinie.

3. Posługując się funkcją gęstości stanów naszkicuj wykresy rozkładu liczby elektronów swobodnych w glinie w zależności od energii w temperaturze $T_1=0$ K i $T_2=900$ K. Energia Fermiego dla glinu jest 11,65 eV.

4. Rysunek przedstawia układ pasm energetycznych pewnego ciała stałego. Zakreskowanie oznacza stany obsadzone przez elektrony w temperaturze 0 K. Czy jest to izolator, przewodnik, półprzewodnik? Uzasadnij odpowiedź.



5. Jak na podstawie stopnia obsadzenia i układu pasm energetycznych można klasyfikować ciała stałe?

6. Jak opisuje się prąd niesiony przez elektrony w niemal zapełnionym paśmie za pomocą dziur? Jakie są ich właściwości (ładunek, masa)?

7. Gęstość miedzi $d=8,93$ g/cm³, masa molowa $M=63,5$ g/mol, liczba Avogadro $N_A=6,02\cdot 10^{23}$ mol⁻¹.

a) Oblicz koncentrację elektronów swobodnych zakładając, że każdy atom dostarcza jeden elektron swobodny. b) Oblicz prędkość unoszenia elektronów w drucie o promieniu $r=0,3$ mm, gdy płynie prąd o natężeniu $I=5$ A.

8. Przerwa energetyczna między pasmem walencyjnym a pasmem przewodnictwa krzemu jest $E_g=1,14$ eV. Oblicz długość fali fotonu, który może wzbudzić elektron z wierzchołka pasma walencyjnego do dna pasma przewodnictwa.

9. Gęstość krzemu $d=2,33$ g/cm³, masa molowa $M=28,1$ g/mol. Szerokość pasma walencyjnego krzemu jest ok. 12 eV, liczba stanów w pasmie jest równa 4 x liczba atomów. Kryształek krzemu ma postać sześciannu o boku 1 μ . a) Ile jest atomów w tym kryształku? b) Jaka energia oddziela sąsiednie stany w pasmie walencyjnym? Zakładamy stałą gęstość stanów w pasmie.

10. Koncentracja elektronów w pasmie przewodnictwa półprzewodnika samoistnego jest określona wzorem: $n=C\exp(-E_g/k_BT)$. W germanie w temperaturze $T=300$ K koncentracja elektronów jest $n=3\cdot 10^{19}$ m⁻³, przerwa energetyczna jest $E_g=0,67$ eV. Oblicz wartość stałej C . Stała Boltzmanna jest $k_B=1,38\cdot 10^{-23}$ J/K.

11. W samoistnym krzemie koncentracja elektronów przewodnictwa równa jest koncentracji dziur w pasmie walencyjnym i w temperaturze $T=300$ K wynosi $n=p=1,5\cdot 10^{16}$ m⁻³. Znając ruchliwości elektronów $\mu_e=0,135$ m²V⁻¹s⁻¹ i dziur $\mu_h=0,048$ m²V⁻¹s⁻¹, oblicz przewodność elektryczną krzemu w temperaturze $T=300$ K.