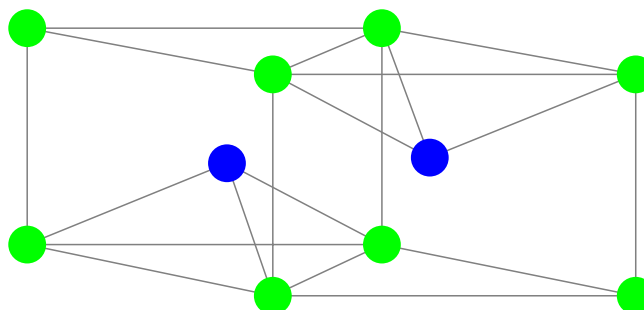


Zadatak 1.

Atom	x (Å)	y (Å)	z (Å)
Nb	0,00	0,00000000	0,0000
Nb	0,00	0,00000000	2,9280
Nb	4,80	0,00000000	0,0000
Nb	4,80	0,00000000	2,9280
Nb	2,40	4,15692194	0,0000
Nb	2,40	4,15692194	2,9280
Nb	-2,40	4,15692194	0,0000
Nb	-2,40	4,15692194	2,9280
Zr	0,00	2,77128129	1,3176
Zr	2,40	1,38564065	1,6104



Jedinična ćelije NbZr_2 , ω -faza, prikazana je na slici. U vrhovima su atomi niobija a u unutrašnjosti atomi cirkonija. Položaji atoma u kartezijevom sustavu dani su s tablicom.

- Odrediti tip kristalne rešetke !
- Izračunati gustoću kristala !
- Izračunati najkraću udaljenost između atoma cirkonija.

$$(M_{\text{Zr}} = 91,224 \text{ amu}, M_{\text{Nb}} = 92,9064 \text{ amu}, \text{amu} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg})$$

Zadatak 2. Promatramo metal u kojemu postoje dvije vrpce elektronskih stanja koje se međusobno preklapaju. Neka je energija elektrona koji pripadaju prvoj vrpici jednaka:

$$E^{(1)}(\vec{k}) = \frac{\hbar^2 \vec{k}^2}{2m},$$

dok je energija elektrona koji pripadaju drugoj vrpici:

$$E^{(2)}(\vec{k}) = E_0 + \frac{\hbar^2 \vec{k}^2}{2m},$$

gdje je $E_0 = 1 \text{ eV}$.

- Izračunati Fermijev valni vektor za svaku od vrpca, k_{F1} i k_{F2} , ako je Fermijeva energija $E_F = 3 \text{ eV}$.
- Izračunati koncentraciju elektrona.
- Odrediti izraz za gustoću stanja $g(E)$.
- Izračunati prosječnu energiju elektrona.

$$(1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}, \hbar = 1,055 \cdot 10^{-34} \text{ J s}, m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg})$$

Zadatak 3.

Ako sa $\Psi(\vec{r})$ označimo valnu funkciju sparenih (supravodljivih) elektrona, onda se slobodna energija supravodiča može se prikazati kao

$$F \approx F_N + \int_{V_S} d^3 r \left(\frac{a(T)}{2} |\Psi(\vec{r})|^2 + \frac{b}{4} |\Psi(\vec{r})|^4 \right),$$

gdje je $a(T)$ koeficijent koji ovisi o temperaturi kao:

$$a(T) = a' \cdot (T - T_C),$$

dok je b koeficijent približno temperaturno neovisan. $\Psi(\vec{r})$ je kompleksna funkcija:

$$\Psi(\vec{r}) = \Psi' + i \Psi'',$$

a T_C je temperatura prelaska u supravodljivo stanje. F_N je slobodna energija koju materijal ima u normalnom (nesupravodljivom) stanju. Pretpostaviti da je F_N temperaturno neovisna konstanta. Neka je V_S volumen supravodiča.

- Zahtijevajući da je slobodna energija u ravnotežnom stanju minimalna, i pretpostavljajući da funkcija $\Psi(\vec{r})$ ne ovisi o položaju, tj. da je konstantna, odrediti kako amplituda kompleksne funkcije, $|\Psi(\vec{r})|$ ovisi o temperaturi !
- Odrediti kako slobodna energija F ovisi o temperaturi.
- Za supravodiče 1. vrste poznato je da magnetsko polje H veće od kritičnog magnetskog polja H_C , razbija stanje supravodljivosti. Slobodnu energiju supravodiča u magnetskom polju treba nadopuniti energijom magnetskog polja:

$$E_{mag} = \int_{V'} d^3 r \frac{\mu_0}{2} \cdot \vec{H}^2,$$

gdje se integrira svuda po prostoru gdje postoji magnetsko polje osim u onom području gdje postoji supravodljivost (ako postoji). Čemu je jednaka slobodne energija za $H < H_C$, a čemu kada je $H > H_C$?

$$(\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H m}^{-1}, \text{ H (henry) = kg m}^2 \text{ s}^{-2} \text{ A}^{-2})$$