

Fisica della Materia Condensata I

I prova

a.a. 2018/2019

7 novembre 2018

(Tempo: 2 ore)

NOTA:

Dare tutti i passaggi necessari per comprendere il procedimento con cui si è arrivati alla soluzione. Risposte con il risultato finale solo o con dettagli insufficienti non saranno considerate valide.

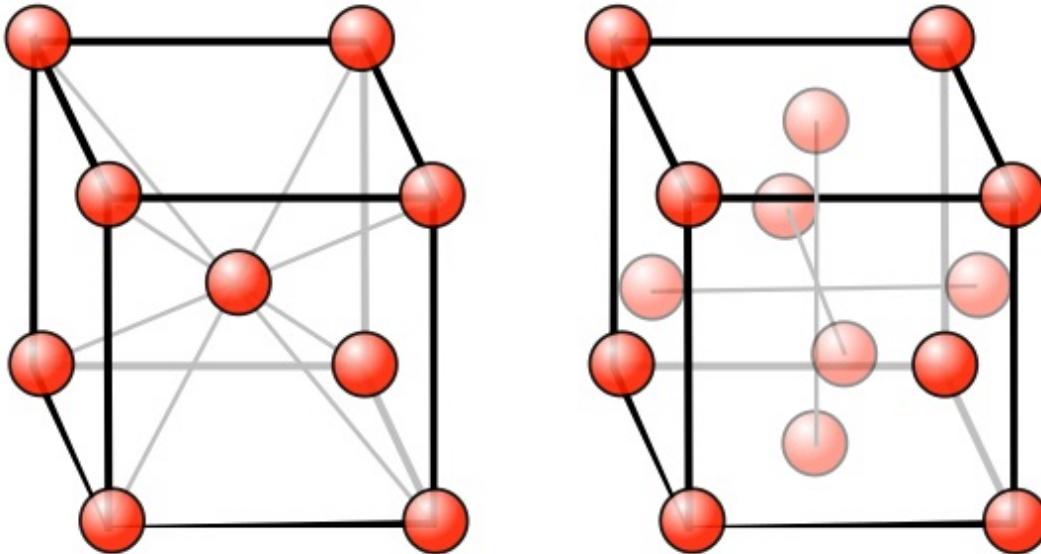
Esercizio 1: *Modello di Sommerfeld*

1. Considerare un gas di elettroni liberi e non interagenti in 1D, con una certa densità n . Usando il modello di Sommerfeld, esprimere l'energia di Fermi E_F in funzione di n .
2. Esprimere la densità di stati $g(E)$ in funzione di n e E_F .
3. Esprimere l'energia media per elettrone $\langle E \rangle$ in funzione di E_F .
4. Esprimere il calore specifico a volume costante c_v in funzione di n e E_F .
5. Considerare ora un gas di elettroni liberi e non interagenti in 3D. Mostrare che la conducibilità statica si può scrivere come:

$$\sigma = A \frac{e^2}{\hbar} k_F^2 \ell,$$

e trovare anche la costante A .

Esercizio 2: Reticoli cristallini



Il Ferro cristallizza sia in struttura BCC che FCC. Entrambe le strutture hanno siti interstiziali sia *ottaedrici* (numero di coordinazione del sito pari a 6; non necessariamente gli atomi più vicini sono alla stessa distanza) che *tetraedrici* (numero di coordinazione del sito pari a 4). In alcuni di tali siti ci può stare il Carbonio.

1. Quanti sono i siti interstiziali *ottaedrici* in struttura FCC nella cella cubica convenzionale? indicarne uno rappresentativo sul disegno.
2. Quanti sono i siti interstiziali *tetraedrici* in struttura FCC nella cella cubica convenzionale? indicarne uno rappresentativo sul disegno.
3. Considerando i siti FCC occupati da sfere rigide che si toccano senza sovrapposizione, calcolare qual è il raggio massimo di una sfera che potrebbe occupare il sito interstiziale *ottaedrico*. Per fornire un numero indipendente dal passo reticolare a , calcolare il rapporto tra il raggio di tale sfera nel sito interstiziale e quello delle sfere nei siti FCC.
4. Dare la stessa quantità per una sfera che potrebbe occupare il sito interstiziale *tetraedrico*. Quale dei due siti interstiziali offre un volume maggiore?
5. Calcolare il fattore di struttura di un ipotetico composto con Fe nei siti FCC e C nei siti interstiziali ottaedrici.
6. Se i fattori di forma atomici del Fe e del C fossero uguali, per quali vettori \mathbf{K} si avrebbe interferenza costruttiva? A quale reticolo corrisponderebbero?
7. Quanti sono i siti interstiziali *ottaedrici* in struttura BCC nella cella cubica convenzionale? indicarne uno rappresentativo sul disegno.
8. Quanti sono dunque i siti interstiziali disponibili per ogni sito BCC?
9. Spiegare perché un atomo in un sito interstiziale ottaedrico in un reticolo BCC può indurre una distorsione della struttura cristallina, mentre non è così nel caso FCC.