

COGNOME e NOME:

Fisica della Materia Condensata I

I prova

a.a. 2019/20

15 novembre 2019

(Tempo: 2 ore)

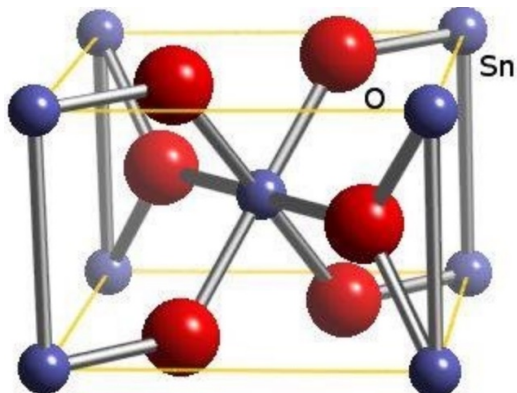
NOTA:

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. Scrivere l'espressione della densità di stati $g(E)$ in 1D in termini dei parametri n e E_F (oltre che della variabile E , ovviamente), in modo analogo al caso 3D (eq. [2.63] del libro di testo Ashcroft - Mermin).
2. Scrivere l'espressione esplicita della variazione con la temperatura del potenziale chimico $\mu(T)$ rispetto al valore $\mu(T = 0)$ in termini di E_F (oltre che della variabile T , ovviamente) nei casi 1D e 3D, e dimostrare che è uguale ma di segno opposto.
3. Quanto varia in percentuale $\mu(T)$ rispetto al valore $\mu(T = 0)$ se T aumenta fino ad un valore pari al 20% di T_F ?
4. Un metallo, i cui elettroni sono descrivibili con il modello di Sommerfeld 3D, ha un calore specifico $c_v = 1879 \text{ erg cm}^{-3} \text{ K}^{-1}$ a $T = 3\text{K}$. Ai fini di calcolare la sua densità elettronica, si derivi l'espressione della densità elettronica in termini del calore specifico e della temperatura.
5. Calcolare numericamente la densità elettronica [costanti utili: $\hbar = 1.05459 \cdot 10^{-27} \text{ erg s}$; $m = 9.1095 \cdot 10^{-28} \text{ g}$; $k_B = 1.3807 \cdot 10^{-16} \text{ erg K}^{-1}$]

Esercizio 2: Reticoli cristallini



È qui raffigurata una cella unitaria della struttura *rutile*, ad es. per il composto con Sn e O.

1. Qual è la composizione del solido? (Sn_mO_n con $m=\dots$, $n=\dots$; qui si chiede la formula chimica, NON il numero di atomi della cella unitaria)
2. A che tipo di reticolo di Bravais corrisponde la cella convenzionale raffigurata ?
3. Quanti atomi di base contiene? Indicarli in figura.
4. Qual è il numero di coordinazione degli atomi di Sn?
5. La cella raffigurata è la cella primitiva o no?

Esercizio 3: Funzioni di Bloch

1. Considerare una funzione di singolo elettrone così scritta:

$$\Psi_{\mathbf{k}}(\mathbf{r}) = \sum_{\mathbf{R}} e^{i\mathbf{k}\cdot\mathbf{R}} \psi(\mathbf{r} - \mathbf{R}),$$

dove $\{\mathbf{R}\}$ corre sui siti del reticolo di Bravais, e $\psi(\mathbf{r})$ è un singolo orbitale atomico. Verificare se questa funzione è una funzione di Bloch o meno, giustificando la risposta.

2. Analogamente, stessa domanda nel caso in cui $\psi(\mathbf{r})$ sia invece una sovrapposizione di orbitali atomici: $\psi(\mathbf{r}) = \sum_n c_n \phi_n(\mathbf{r})$