

Fisica della Materia Condensata I – esame finale

A.A. 2017-18, 16 Luglio 2018

(tempo 3 ore)

- Si diano tutti i passaggi necessari a capire in dettaglio il procedimento di soluzione. Risposte con il solo risultato o dettagli insufficienti non saranno considerate;
- se richieste, si diano le valutazioni (numeriche) con 3 cifre significative.

Esercizio 1: *Elettroni liberi - modello di Sommerfeld - generalità*

1. Discutere con quale legge varia l'energia di Fermi di un metallo 3D con il volume V nel modello di elettroni liberi, tenendo costante il numero di elettroni di valenza (la risposta va giustificata)
2. E nel caso 1D? (*dove ovviamente il volume va sostituito con una lunghezza*)
3. Si derivi l'espressione della densità di stati elettronici nel caso di elettroni liberi in 1D (*attenzione: si chiede di mostrare la derivazione, non di dare solo l'espressione finale*)

Esercizio 2: *Elettroni liberi - modello di Sommerfeld - applicazione*

La densità dell'Alluminio solido (fcc) è $\rho=2700 \text{ kg/m}^3$. Considerare che ogni atomo abbia 3 elettroni di valenza.

1. Calcolare l'energia di Fermi e la temperatura di Fermi del gas di elettroni.
2. Calcolare il contributo elettronico al calore specifico, c_v , a $T=1\text{K}$ in J/K.
3. Calcolare la velocità media di un elettrone di conduzione a $T=0\text{K}$ (*attenzione: NON la velocità di Fermi*)

Esercizio 2: *Elettroni in un potenziale periodico debole*

Considerare un cristallo unidimensionale con parametro reticolare a con un debole potenziale periodico sinusoidale:

$$U(x) = U_0 \cos\left(\frac{2\pi}{a}x\right).$$

1. Dire per quali vettori di reticolo reciproco G , i coefficienti di Fourier U_G non sono nulli e darne l'espressione esplicita.
2. Calcolare l'entità del gap di energia nella struttura a bande in corrispondenza al piano di Bragg.

Esercizio 3: Reticoli cristallini con base

L'ossido di rame CuO_2 ha la struttura cristallina indicata in figura.

1. Stabilire quali sono gli atomi di Cu e quali quelli di O, giustificando la risposta.
2. Dire quali sono i reticoli di Bravais: (i) dei soli atomi di Cu, (ii) dei soli atomi di O, (iii) del composto nel suo insieme.
3. La cella cubica mostrata in figura è la cella primitiva? Descrivere la cella primitiva, dire di quanti atomi è costituita la base, e scrivere i vettori primitivi e i vettori degli atomi costituenti la base.
4. Calcolare il fattore di struttura in funzione dei fattori di forma atomici. E' possibile fare un'opportuna scelta dell'origine in modo tale che il fattore di struttura sia reale? Se sì, specificare quale.

