



Corso di
Fisica dello Stato Solido

A.A. 2001/2002
Università di Camerino

Prof. Andrea Di Cicco



INFN, Dipartimento di Fisica
Università di Camerino, via Madonna delle Carceri
62032 Camerino (MC), Italy
<http://www.unicam.it>, <http://gnxas.unicam.it>

LaTeX Compuscript by Silena Faggioni

Appendice

Esercizi proposti

Esercizio 1

NaCl cristallizza in un reticolo fcc con una base in cui lo ione Cl^- è separato da Na^+ da metà della diagonale del cubo. I numeri atomici di Na e Cl sono rispettivamente 11 e 17.

- Determinare le riflessioni x osservate secondo gli indici di Miller.
- Determinare le intensità osservate approssimando il fattore di forma.

Esercizio 2

Un televisore a colori contiene un tubo catodico con alimentazione da 25 KV e irradia raggi x .

- Quale processo fisico produce i raggi x ?
- Quale è il limite della distribuzione in energia?
- Considerando il coefficiente di smorzamento del vetro e un cristallo di circa 0.5 cm posto davanti agli elementi fluorescenti, che percentuale di radiazione è trasmessa?
- Se pongo un cristallo di NaCl davanti allo schermo quale sarà l'angolo di Bragg corrispondente alla riflessione (111)?

Esercizio 3

Diffrazione: effetto della dimensione finita

Consideriamo un cristallo cubico (di cella a) con $N_x \times N_y \times N_z$ atomi.

- Per $k_x = k_y = 0$, disegnare la dipendenza da k_z dell'intensità dello scattering x , (definita come $I \propto |\mathbf{A}|^2$, dove \mathbf{A} è l'ampiezza della radiazione scatterata), intorno al punto (0, 0, 1) dello spazio reciproco. Mostrare che c'è un picco a (0, 0, 1) di larghezza finita. Si assuma $N_z \gg 1$.
 - Come è legata la larghezza del picco a N_z ?
 - Come dipende l'altezza del picco da N_z ?
 - Come dipende l'intensità integrata da N_z ?
- Che avviene a larghezza ed altezza se si ha una collezione di piccoli cristalli con orientazione identica ma posizione nello spazio casuale?

Esercizio 4

Consideriamo un cristallo imperfetto, dove gli n atomi sono “spostati” dalle posizioni ideali \mathbf{R}_n di un vettore *random* \mathbf{S}_n . Vediamo il picco di diffrazione intorno al vettore di reticolo reciproco \mathbf{G} assumendo che lo spostamento sia $|\mathbf{S}_n| \ll a$ (a distanza di reticolo).

Mostrare che l'intensità del picco cambia poco per \mathbf{G} piccoli e scompare a grandi \mathbf{G} . Mostrare la forma dell'involuppo dell'intensità con $|\mathbf{G}|$.

Esercizio 5

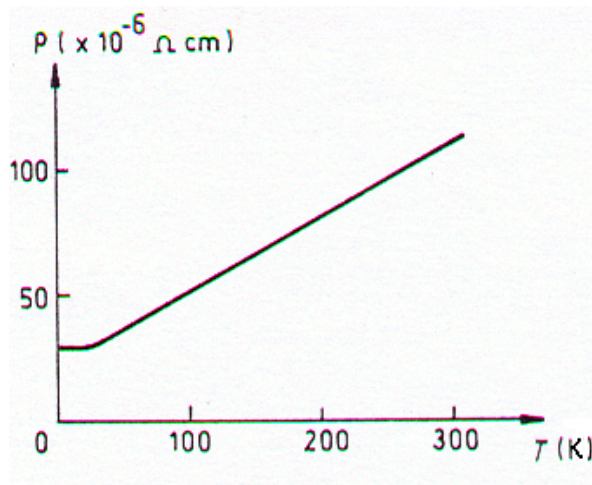
Stimare la pressione necessaria a comprimere isotermicamente un solido ad un valore 0.8 della densità normale.

Esercizio 6

Calcolare il parametro di Grüneisen γ ($\gamma = -\partial \ln \omega / \partial \ln L$) per una catena lineare di lunghezza L e spaziatura a e interazioni solo tra primi vicini. Si assuma il potenziale della forma $U = U_0 + \frac{1}{2}kx^2 + \lambda x^3$ con $x = d - a$ (d distanza di primo vicino).

Esercizio 7

La resistività di un solido [*ErRhB₄*] è mostrata in figura.



- Metallo o isolante?
- Descrivere i processi fisici che spiegano la resistività giustificando l'andamento:
 - per $T \rightarrow 0$ K;
 - per $T \simeq 25$ K;
 - per $T \simeq 300$ K.
- Stimare il cammino libero medio e il tempo di collisione a $T = 0$ K e $T = 300$ K. Il materiale è un buon metallo?
(Numeri utili: $n = 10^{-23} \text{ cm}^{-3}$, $m = 10^{-27} \text{ g}$, $v_F = 10^8 \text{ cm/s}$.)

Esercizio 8

Consideriamo una linea di $2N$ ioni di carica $\pm q$, con un potenziale repulsivo della forma A/R^n (tra primi vicini) insieme al potenziale Coulombiano ($U_{Coulombiano} = -\frac{N\alpha q^2}{R_0}$, dove $\alpha = 2 \ln 2$ è la costante di Madelung e dipende dalla geometria).

Trovare:

- a) La separazione R_0 di equilibrio per questo sistema e l'energia di equilibrio $U(R_0)$.
- b) Il lavoro che occorre fare per comprimere il cristallo da R_0 a $R_0(1 - \delta)$ all'ordine δ^2 .

Esercizio 9

Consideriamo un sistema vibrante d -dimensionale a temperatura nulla. La densità di numero è ρ e gli atomi hanno massa m . Usiamo l'approssimazione di Debye e assumiamo tutti i modi di velocità v .

- a) Valutare lo spostamento quadratico medio $\langle R^2 \rangle$ per $d = 3$.
- b) Valutare lo spostamento quadratico medio $\langle R^2 \rangle$ per $d = 1$, commentando il risultato relativamente ad un possibile esperimento.

Esercizio 10

La grafite è un cristallo di tipo *layer* in cui l'accoppiamento tra i piani è molto inferiore di quello tra atomi dello stesso *layer*. Sperimentalmente si trova che $C_V \propto T^2$ a basse T . Dimostrare che una spiegazione viene dall'approssimazione di Debye.