

## Fisica della Materia Condensata I - esame finale

A.A. 2016/17, 5 settembre 2017

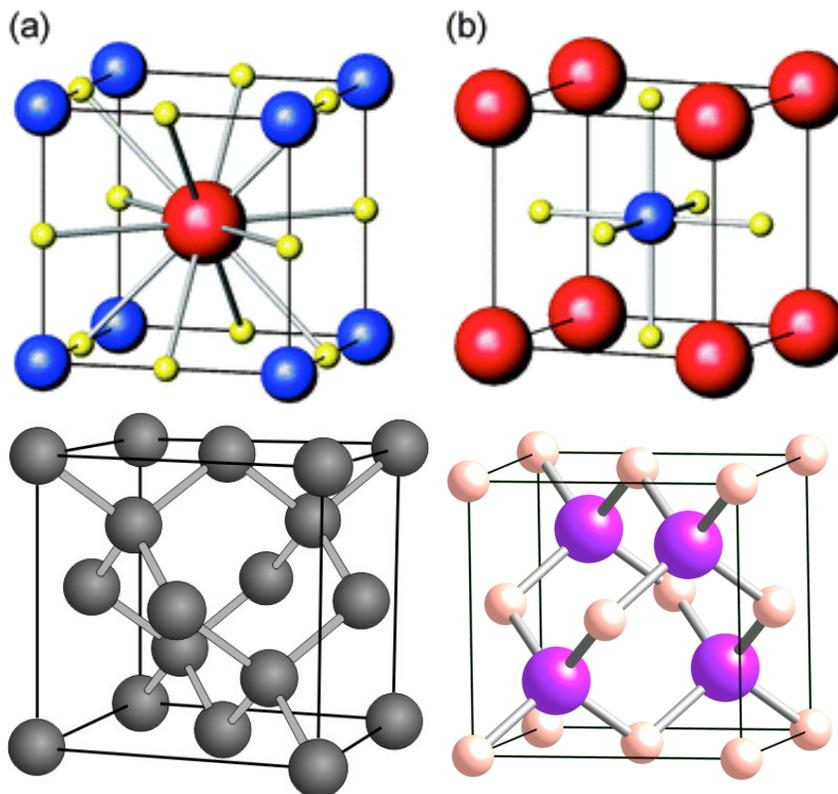
(tempo 3 ore)

- 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: Reticoli di Bravais con base

Nella seguente figura sono raffigurate le celle convenzionali cubiche di alcuni cristalli (con: Ba rosso, Ti blu, O giallo, Si grigio, Zn rosa, Se violetto). Per ognuno di essi, indicare:

1. qual è il reticolo di Bravais,
2. i tre vettori primitivi,
3. quanti sono gli atomi di base e i loro vettori posizione
4. che relazione c'è tra le strutture cristalline raffigurate nei pannelli (a) e (b) ?



**Esercizio 2:** *Elettroni liberi in 3D - modello di Sommerfeld*

1. Discutere come varia l'energia di Fermi di un metallo con il volume  $V$  nel modello di elettroni liberi, tenendo costante il numero di elettroni di valenza (*la risposta va giustificata*)
2. Si applichi ora il modello al caso del rame (Cu), che in condizioni normali di temperatura e pressione è un metallo con struttura FCC, densità di circa  $8.96 \text{ g cm}^{-3}$ , numero di massa 63.5 (media tra diversi isotopi), energia di Fermi  $E_F$  di 7.0 eV. A partire dall'energia di Fermi data, calcolare la densità  $n$  di elettroni liberi presenti nel metallo.
3. Usando l'espansione di Sommerfeld, calcolare il calore specifico del rame (a densità costante) a temperatura ambiente.
4. A partire dalla densità del solido e dal suo numero di massa, calcolare la densità numerica  $n_{at}$  degli atomi di Cu presenti nel metallo e quindi il numero medio di elettroni liberi per atomo. Discutere se si tratta del valore atteso o meno, e, in caso di scostamenti, ipotizzare le ragioni.

**Esercizio 2:** *Modello tight binding*

1. Scrivere l'espressione per la dispersione delle bande di energia in un cristallo 1D nel modello *tight binding*, nell'approssimazione di interazione con i primi vicini e trascurando gli integrali di overlap. Si indichi con  $a$  il passo reticolare.
2. Mostrare che la velocità è nulla al centro e ai bordi della zona di Brillouin (Bz).
3. Calcolare negli stessi punti la massa efficace  $m^*$ .
4. Considerare ora un reticolo 3D cubico semplice, e scrivere l'espressione per la dispersione delle bande di energia nelle stesse approssimazioni del caso 1D.
5. Mostrare che la velocità elettronica ad una faccia della Bz è parallela a quella faccia.