

I SOLIDI CRISTALLINI

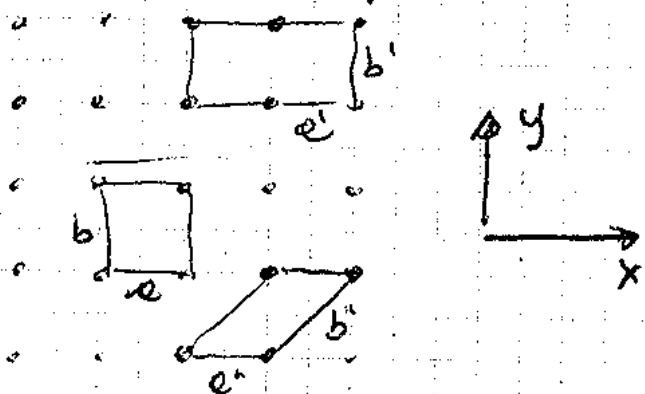
Le particelle si susseguono secondo un'ordine ordinato. Si possono individuare delle direz. principali.

Si dice grama o mole un insieme di oggetti. Il cui numero è il no di avogadro. La cella elementare è la porzione più piccola del gas cristallino che descrive la simmetria del reticolo cristallino.

La cella elementare è caratterizzata da 6 parametri: le lunghezze degli spigoli (a, b, c) e i tre angoli (α, β, γ)

La cella elementare è definita in modo univoco?

Consideriamo dispos. ordinate bidimensionale

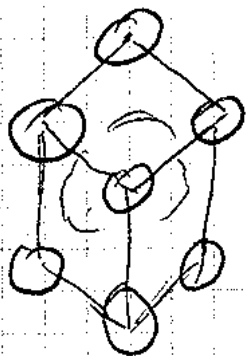


Potrei scegliere la cella elementare e dire $a=b$ però potrei scegliere un'altra cella elementare dove $a'=2b'$ oppure un'altra cella elem. La nome dice che dato un reticolo si sceglie come cella elementare la più semplice figura geometrica che racchiude tutti gli atomi.

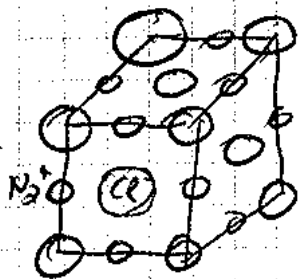
di simmetria del reticolo.

~~Quali sono i parametri:~~

• STRUTTURA CRISTALLINA CUBICA



Gli ioni positivi si sistemano
nei vertici, mentre quelli negativi
sono al centro



NaCl

Diamante

Il carbonio è legato a 4 atomi di carbonio
che lo circondano. Si hanno atomi di carbonio
nei vertici del cubo, altri al centro delle facce
altri all'interno della cella. La simmetria
dei legami è tetraedrica.

A noi interessa descrivere la simmetria del
reticolo.

Interazioni tra coppie di particelle.

La forza può essere o Coulombiana o Newtoniana

Coulomb $F_C = \frac{q_1 q_2}{r^2}$

Newton $F_N = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

Le forze coulombiane sono sia attrattive che repulsive.

A breve distanza prevalgono le forze repulsive sulle

attrattive.

$$F = \frac{(z_1 e)(z_2 e)}{4\pi \epsilon_0 r^2} \quad \text{tra due ioni di carica } z_1 e \text{ e } z_2 e$$

In un solido reale abbiamo interez. coulombiane e newtoniane.

Consideriamo 2 particelle. Si avranno forze attrattive e repulsive (f. attrattive con segno +)

Forze attrattive $F_a = \frac{A}{r^N}$ con $M \in \mathbb{N}$ e $N \in \mathbb{N}$

Forze repulsive $F_r = -\frac{B}{r^M}$ e $M > N$

Forze totali $F_T = \frac{A}{r^N} - \frac{B}{r^M}$

Si ha condizione di equilibrio tra F_a e F_r

quando $F_T = 0$. Quella è la posizione di

equilibrio. In un solido cristallino ogni

coppie di particelle si dispongono a distanza

di equilibrio.

Chiamiamo la distanza di equilibrio R_0 .

Analizziamo l'energia potenziale.

$$F = \frac{dV}{dr} \quad dV = F dr$$

Come accade una variaz. di distanza tra le particelle sull'equilibrio.

Se aumento la distanza si manifesta una forza attrattiva, la variaz di distanza è positiva.

Se allontaniamo le particelle aumentano l'energia potenziale del sistema.

Se le avviciniamo si manifesta una forza repulsiva, lo spostamento è negativo. L'energia potenziale aumenta anche in questo caso.

In corrispondenza di R_0 si ha un minimo dell'energia potenziale. Il valore convenzionale dell'energia potenziale è 0 per $r \rightarrow \infty$.

$$V = -\frac{a}{2^n} + \frac{b}{2^m}$$

inoltre $n = N - 1$ e $m = M - 1$ inoltre $A = a \cdot n$ e

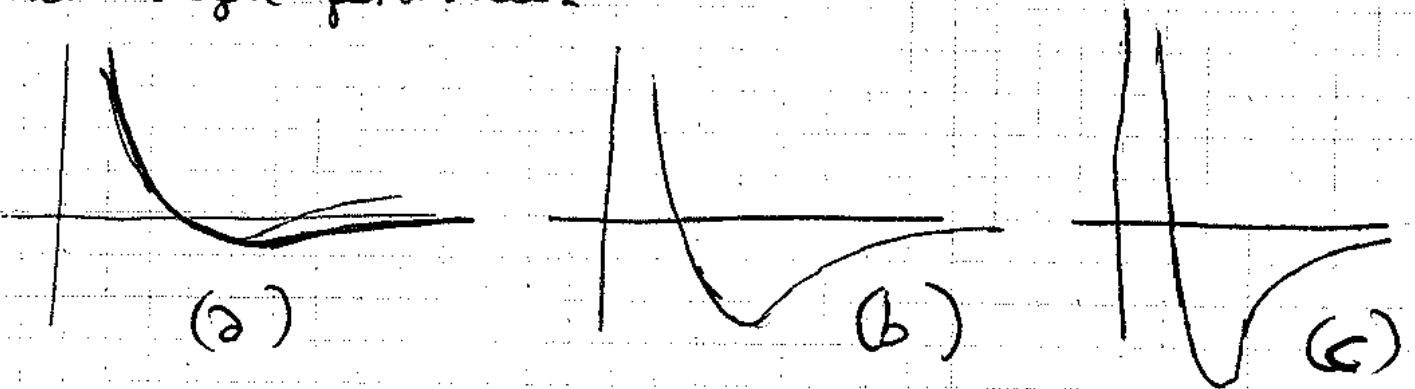
$$B = b \cdot m$$

infatti $F_r = \frac{dV}{dr}$

$$F_r = \frac{d}{dr} \left(-\frac{a}{2} r^{-(N-1)} + b r^{-(M-1)} \right) =$$

$$\begin{aligned}
 &= -a[-(N-1)r^{-N}] + b[-(M-1)r^{-M}] \\
 &= \frac{a \overbrace{(N-1)}^n}{r^N} - \frac{b \overbrace{(M-1)}^m}{r^M} = \frac{an}{r^N} - \frac{bm}{r^M} = \\
 &= \frac{A}{r^N} - \frac{B}{r^M}
 \end{aligned}$$

Solidi diversi sono caratterizzati da curve diverse di energie potenziale.



mano a mano che il minimo è più pronunciato la curva diventa meno asimmetrica.

- (a) solidi metallici (leggeri puneri deboli)
- (b) solidi ionici
- (c) solidi covalenti

Analizziamo la temperatura di fusione.

Fusione consiste nell'aumentare la distanza tra le particelle e portare a distanza infinito.

Nel caso (a) bisogna fornire meno energia rispetto a (b) e (c). Carbono di silicio (caso c) ^{più} come

di 2500 °C. Solidi metallici elastici sotto 100 °C

Anch'ora ora la rigidità.

Il modulo elastico rappresenta la rigidità del materiale. Riguarda il comportamento elastico del materiale (capacità di ritornare alla forma originale dopo una deformazione).

Le curve ci permettono di spiegare il comportamento.

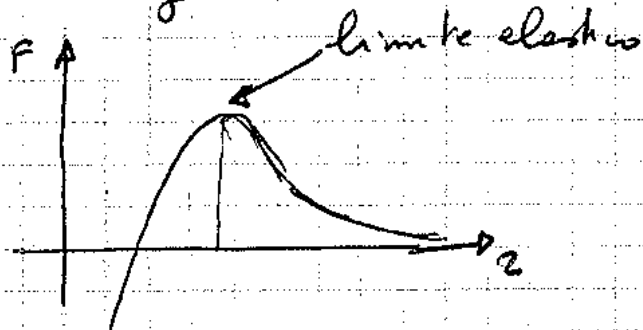
Se applico una trazione e faccio aumentare Δl .

Ho una deformazione. Quando smetto di applicare

le forze le particelle tendono a tornare in posizione.

Se supero il massimo della forza rischio la rottura

dei legami.



Anche il modulo elastico è importante - lo voglio che si deformi ma il meno possibile. Il modulo elastico indica la facilità che il ~~materiale~~^{solido} si deforma in campo elastico. Maggiore è il modulo di Young più il materiale è rigido.

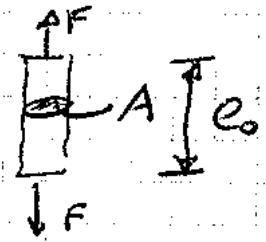
Forza: F modulo elastico: E

forza: σ deformazione: ϵ

allungamento: Δl

Applichiamo una forza ad una barra cilindrica.
 Se voglio sapere come si deforma dobbiamo definire
 lo sforzo. $\sigma = \frac{F}{A}$

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

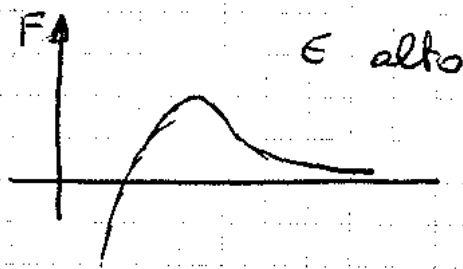
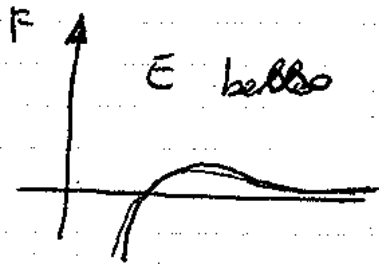


Legge di Hooke: $\sigma = E \cdot \epsilon$ vale fino
 a che non si supera il limite elastico.

$$\frac{F}{A} = E \frac{\Delta l}{l_0} \quad E = \frac{F \cdot l_0}{A \cdot \Delta l} = \frac{F}{\Delta l} \frac{l_0}{A}$$

La pendenza delle curve $F-l$ è uguale a
 $\frac{F}{\Delta l}$. Quindi la rigidità dipende dal tipo
 di materiali e dalla geometria $\left(\frac{l_0}{A}\right)$

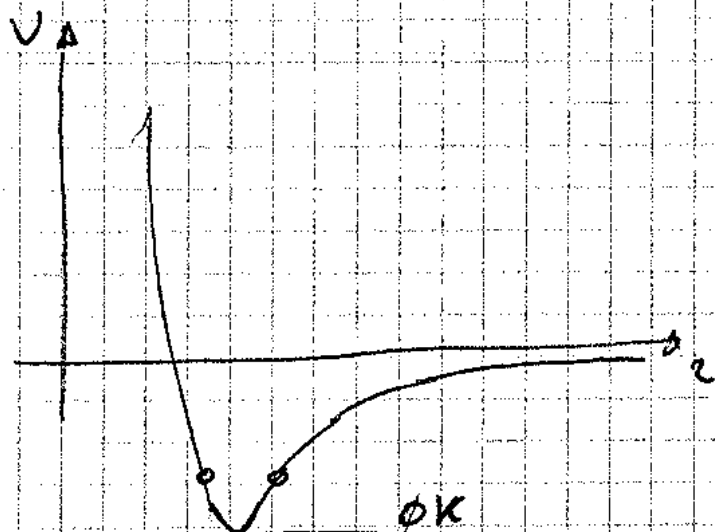
Se il solido è metallico (a), covalente (b)



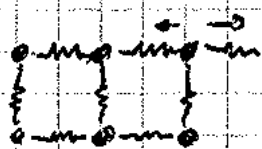
anche modulo di Young

Il ferro è un elemento di transizione. Si hanno
 legami sia metallici che covalenti.

ESPANSIONE TERMICA e MOTI VIBRAZIONALI

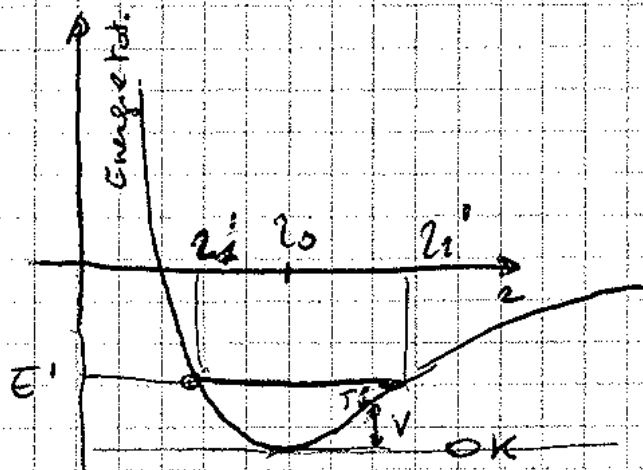


Supponiamo che il calore incrementi l'energia potenziale. Diventa ugualmente probabile che $r < r_0$ o $r > r_0$ le particelle hanno energia cinetica non nulla, in particolare quando la temperatura aumenta le particelle fanno un moto vibrazionale.

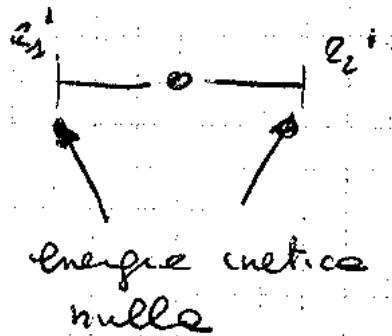


Quando si fornisce energia termica, questa può essere acquisita come energia cinetica.

In realtà le particelle oscillano intorno alla posizione r_0 . Se le particelle sono legate il movimento oscillatorio coinvolge tutte le particelle del solido.

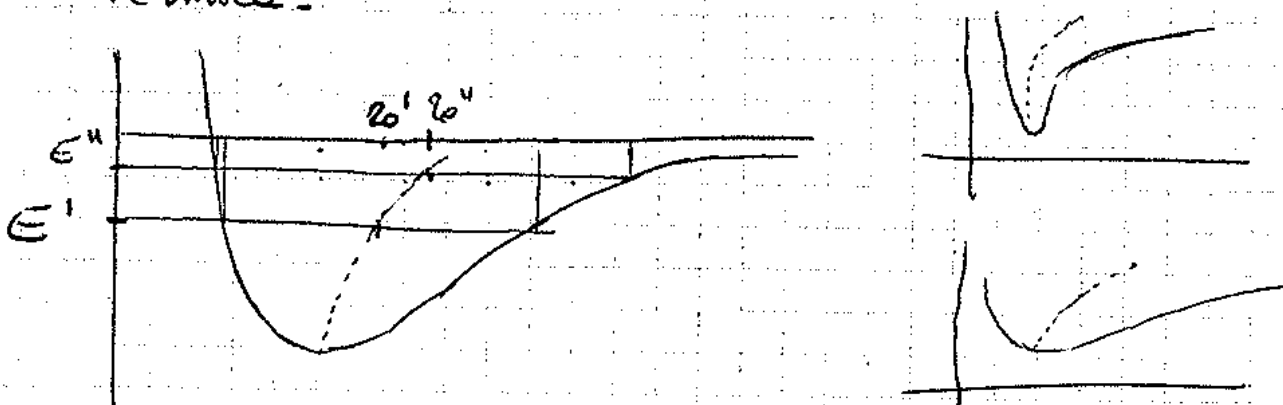


Analizziamo la particella.



L'energia cinetica è max quando la particella sta alla distanza r_0 .

Questi moti vibrazionali causano la dilatazione termica.



r_0' è la distanza media tra due particelle alle temperature T_1 , r_0'' alle temperature $T_2 > T_1$. La distanza media cresce all'aumentare della temperatura, e quindi cresce anche la dimensione dell'oggetto.


Se la curva è estremamente asimmetrica il materiale si dilata con grande facilità, se la curva è meno asimmetrica il materiale si dilata di meno.

Un solido cristallino non è statico.

Le particelle sulle superficie possono allontanarsi dalla superficie e potrebbe subire interazioni con altre molecole e staccarsi dalla superficie.

Questo è un fenomeno di sublimazione.

I solidi, come i liquidi, hanno una tensione di vapore in genere abbastanza bassa. Cosa succede se una particella se ne va dalla superficie?

Si ha un difetto di punto nella superficie. Si attivano ~~altre interazioni~~ ^{processi di} diffusione (di movimento traslazionale). Si ha un penneggio di materia del cuore alla superficie e si crea una vacanza nel cuore. Si crea un meccanismo per il trasferimento di materia allo stato solido. 

IL RETICOLO CRISTALLINO

Si è cercato di descrivere le strutture ordinate di ogni sostanza cristallina indicando la cella elementare.

Erano sufficienti 7 forme di solido per descrivere tutte le strutture cristalline esistenti. Se consideriamo anche la posizione delle particelle si hanno 14 reticoli cristallini.

Cella cubica: $a=b=c$, $\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$

per descrivere la cella cubica ci basta

• cubico semplice



• cubico a corpo centrato



• cubico a facce centrate