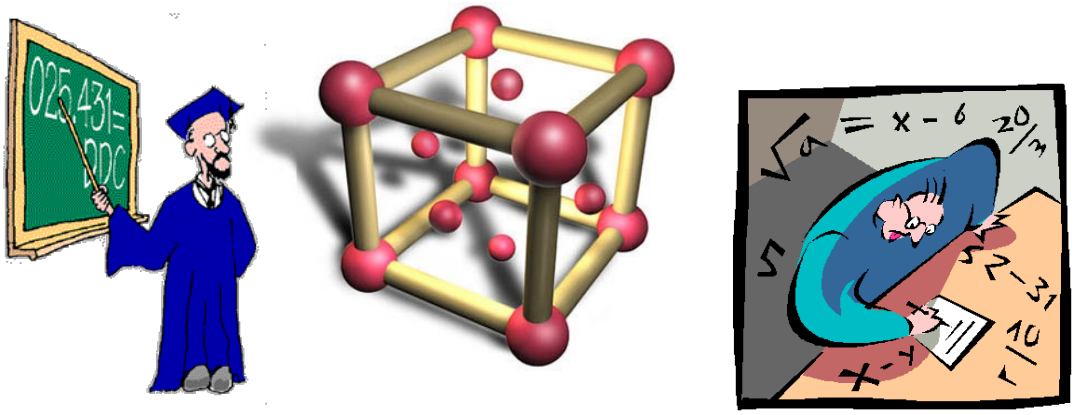
Antonio Licciulli
Corso di scienza e tecnologia dei materiali ceramici



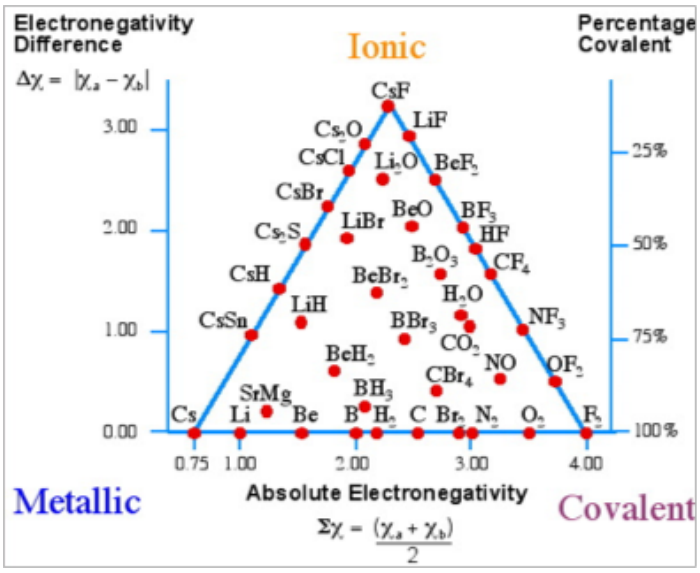
Scienza e tecnologia dei materiali
Esercizi per il primo esonero

Esempi di quesiti sulla cella elementare

- Dare la definizione di cella elementare nei reticoli solidi
- La coordinazione e i siti interstiziali
- Le celle elementari a alto impacchettamento
- .....

Il triangolo di Norman

- Il triangolo di Norman per la classificazione degli elementi e composti.



Calcoli sul triangolo di Norman

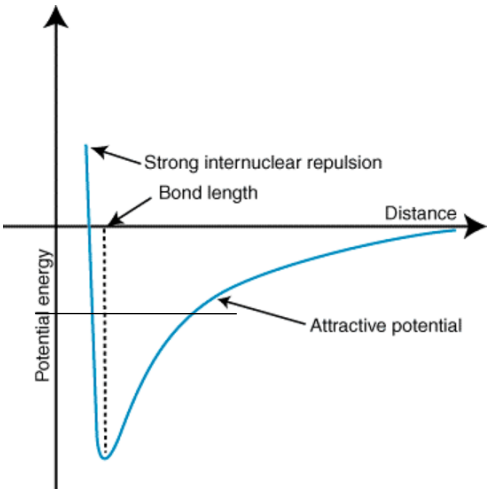
- Conoscendo i valori di elettronegatività del CsF (xCs=0,75; xF=4) costruire il triangolo di Norman avente come vertici: Cs, F e CsF.
- Quantificare quindi il carattere ionico metallico e covalente del SiO2 (xSi=1,9; xO=3,4)

Il triangolo di Norman

- Con l'ausilio del triangolo di Norman (con vertici in Cs, CsF e F2), determinare la natura del composto CsSn (frazione o percentuale di natura del legame ionico, covalente e metallico).
- xCs,= 0,75 xSn=1,96, XF2=4,

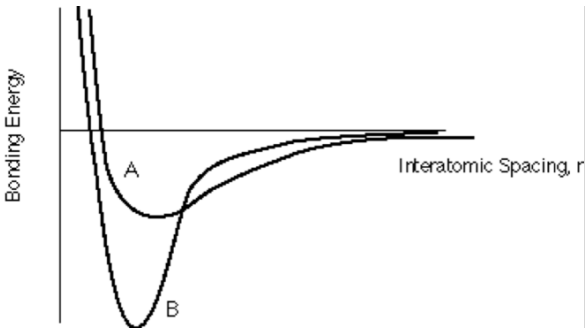
Energia di legame

Commentare la seguente curva che descrive l'andamento dell'energia potenziale di uno ione in un reticolo cristallino il cui legame chimico prevalente è il legame ionico.



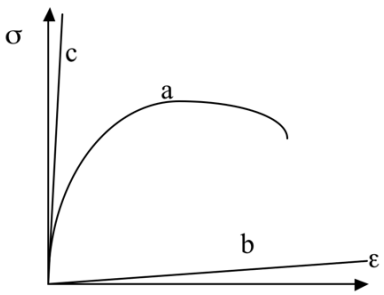
L'energia reticolare e di legame

- Le curve riportano l'andamento dell'energia di legame per 2 diversi materiali (A e B). Indicare quale materiale ha espansione termica maggiore e quale materiale è più rigido e spiegare perché.



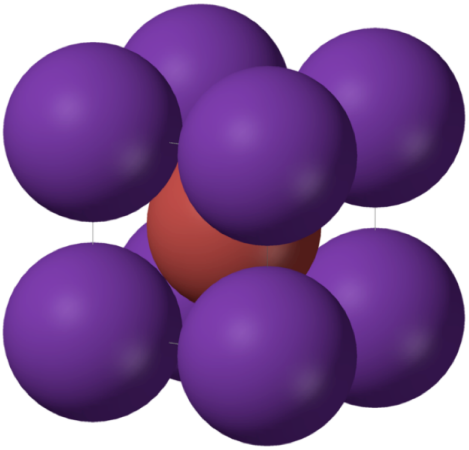
Proprietà meccaniche

- Nella figura, indicare a quali curve sforzo deformazione sono da assegnare ai materiali duttili [a, b, c,], fragili [a, b, c] e tenaci [a, b, c] :



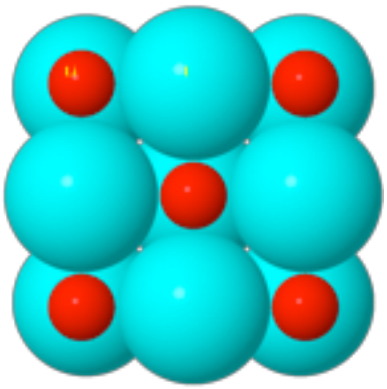
Fattore di impacchettamento del BrCs

- Calcolare la densità ed il fattore di impacchettamento del bromuro di cesio (BrCs) (cella cubica semplice di anioni di Br- con Cs+ interstiziale al centro del cubo) conoscendo il raggio ionico Br- = 196pm, Cs+ = 167pm, massa atomica Z Br =79,90, Z Cs= 132,91 e sapendo che ione e catione sono a stretto contatto



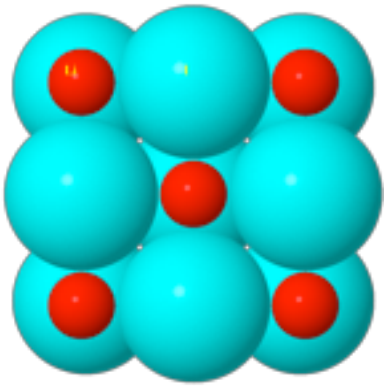
L'ossido di magnesio

- Calcolare la densità ed il fattore di impacchettamento dell'ossido di magnesio (cella CFC con Mg^{2+} nelle posizioni ottaedriche) conoscendo il raggio ionico O^{2-} = 0,132nm, raggio atomico Mg^{2+}= 0,078nm, Z_O =16, Z_{Mg}= 24,3 e sapendo che sullo spigolo gli atomi adiacenti sono a stretto contatto.



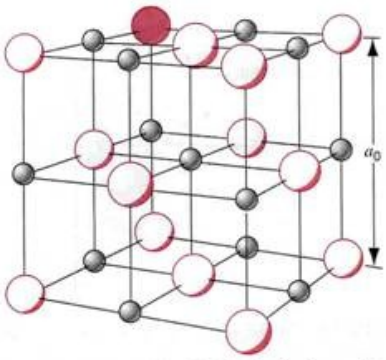
Densità e fattore di impacchettamento dello ioduro di litio

- Calcolare la densità ed il fattore di impacchettamento dello ioduro di litio (LiI) (cella CFC con Li+ nelle posizioni ottaedriche) conoscendo il raggio ionico I- = 206pm, Li+ = 90 pm ,massa atomica ZI =126,90, ZLi= 6,94 e sapendo che sullo spigolo gli atomi adiacenti sono a stretto contatto



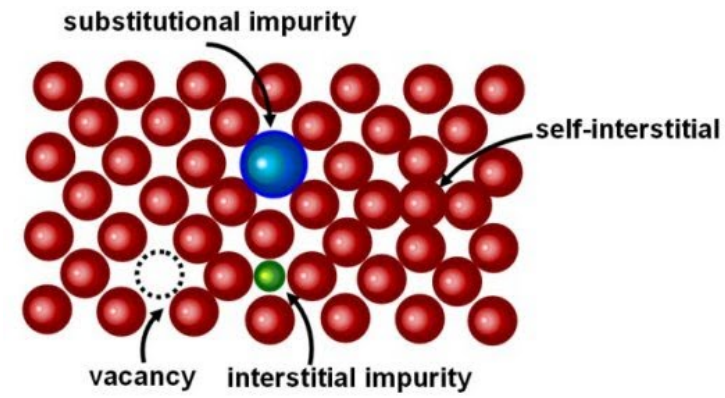
Densità teorica

- Il Cloruro di Sodio ha una cella elementare cubica a facce centrate in cui gli atomi Na occupano le posizioni interstiziali ottaedriche
- Calcolare la densità del cloruro di sodio conoscendo il peso atomico del Na (23) del Cl (35,45) e le dimensioni della cella elementare pari a 563 picometri (a_0)



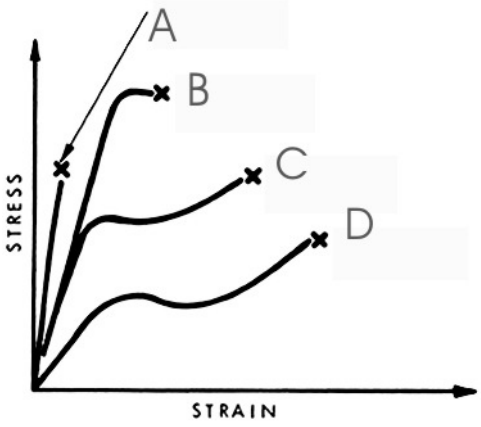
Difetti

- I difetti di punto nei solidi cristallini: classificare i diversi tipi e fornire uno o più esempi sui modi in cui questi modificano le proprietà dei materiali.



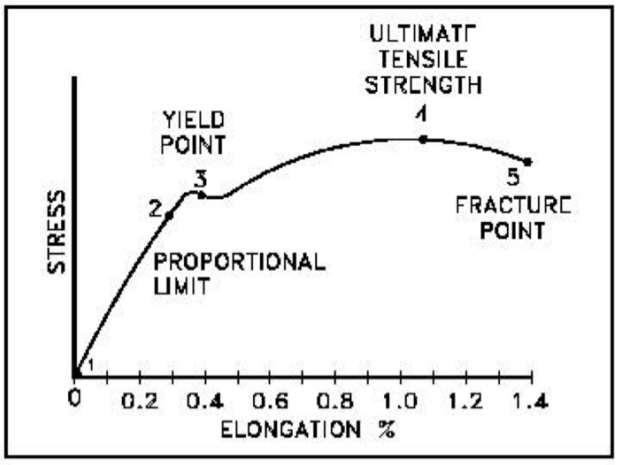
Proprietà meccaniche

- Nella figura, indicare il materiale rigido e resistente, tenero e tenace, rigido e tenace, rigido e fragile



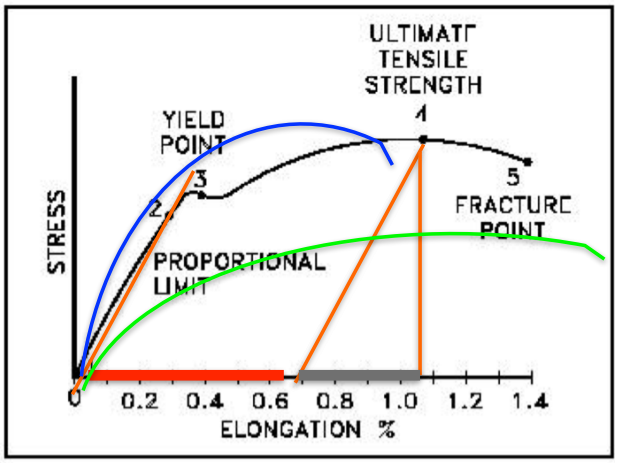
Proprietà meccaniche dei materiali

- Nella figura, stimare la deformazione massima nel tratto elastico, la deformazione permanente al punto 4. Rappresentare graficamente un materiale più rigido e fragile e di poco più resistente. Quindi rappresentare un materiale meno rigido, più deformabile, meno resistente.



Proprietà meccaniche dei materiali

- Nella figura, stimare la deformazione massima nel tratto elastico, la deformazione permanente al punto 4. Rappresentare graficamente un materiale più rigido e fragile e di poco più resistente. Quindi rappresentare un materiale meno rigido, più deformabile, meno resistente.

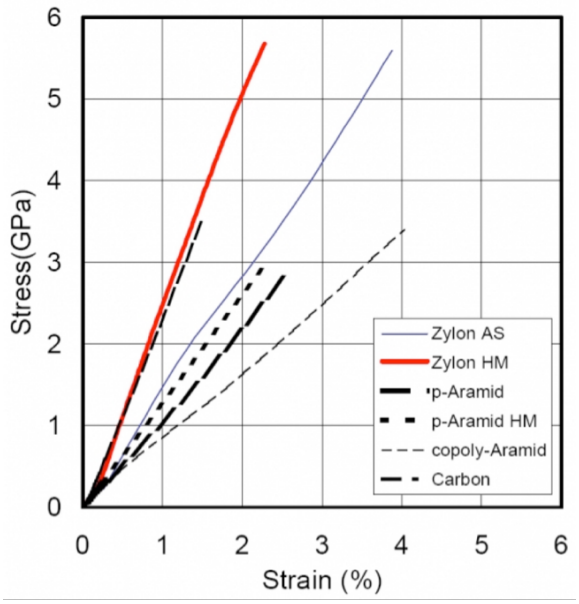


Proprietà meccaniche

- Calcolare la resistenza a compressione (in Pa) di un muro in calcestruzzo sapendo che nei test di laboratorio i cubetti da 10cm di lato si sono rotti a compressione ad un carico di 60 tonnellate

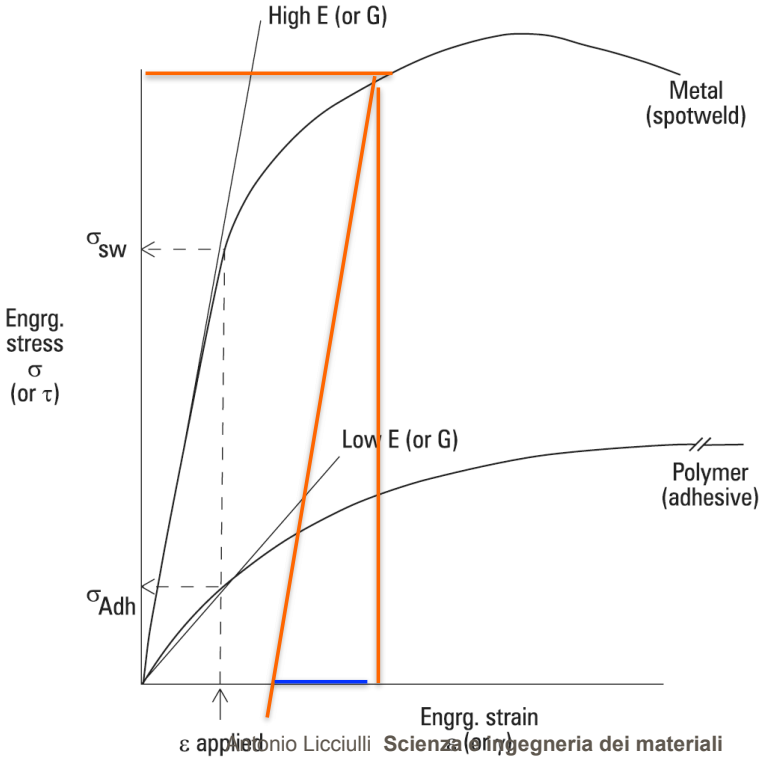
Mudulo elastico di Zylon

- Nella figura, calcolare il modulo di Young della fibra Zylon HM



Recupero elastico

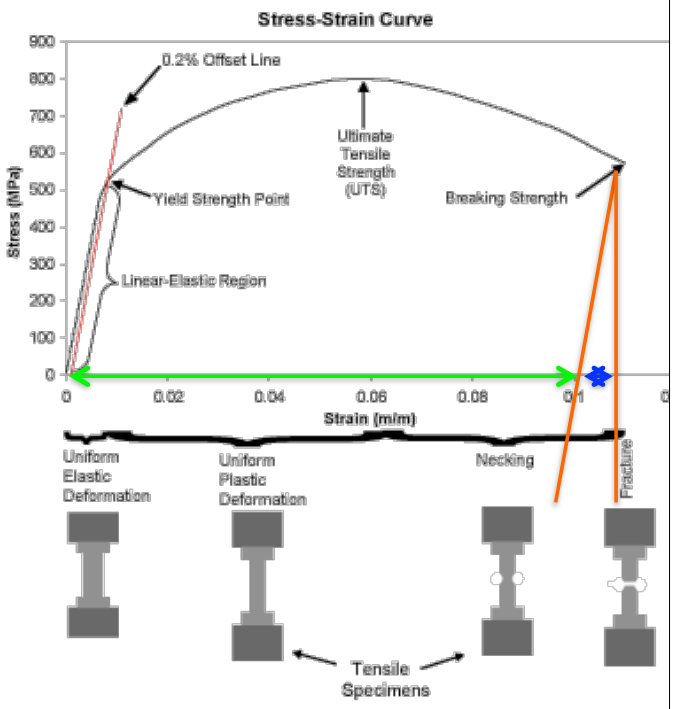
- Una barra di acciaio di diametro 10mm è sottoposta ad un carico di trazione di 5000N che la porta oltre il limite di snervamento ma sotto il MOR. Calcolare il recupero elastico dopo la rimozione del carico di trazione sapendo che il modulo è pari a 100GPa



Proprietà meccaniche dell'alluminio

Dalla figura calcolare:

- il modulo E
- La tensione di snervamento
- la resistenza a trazione
- L'elongazione plastica percentuale alla frattura

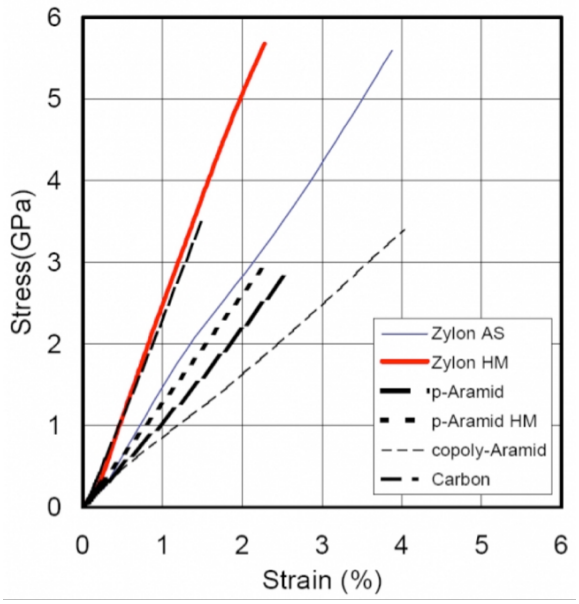


Resistenza della pietra

- La resistenza a compressione della pietra leccese è 14MPa (in Pa) calcolare la sezione di una colonna di un edificio in grado di sostenere un arco e un solaio del peso complessivo di 500 tonnellate con un coefficiente di sicurezza uguale a 3

Fibre e compositi

- Nella figura, calcolare il modulo di Young della fibra p-Aramidic HM e calcolare il modulo e la resistenza a trazione longitudinale di un composito al 60% in volume di p-aramidic e matrice epossidica (E = 3GPa, σ_{MOR}= 60Mpa)



Curva di raffreddamento dell'acqua

- Descrivere la curva di raffreddamento dell'acqua facendo riferimento alla legge della varianza di Gibbs alla pressione di:
  - 4mmHg
  - 760mmHg

NB V = C – P +2

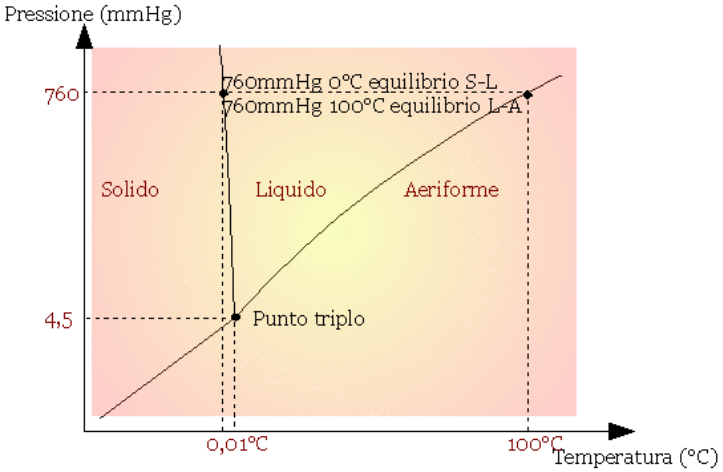
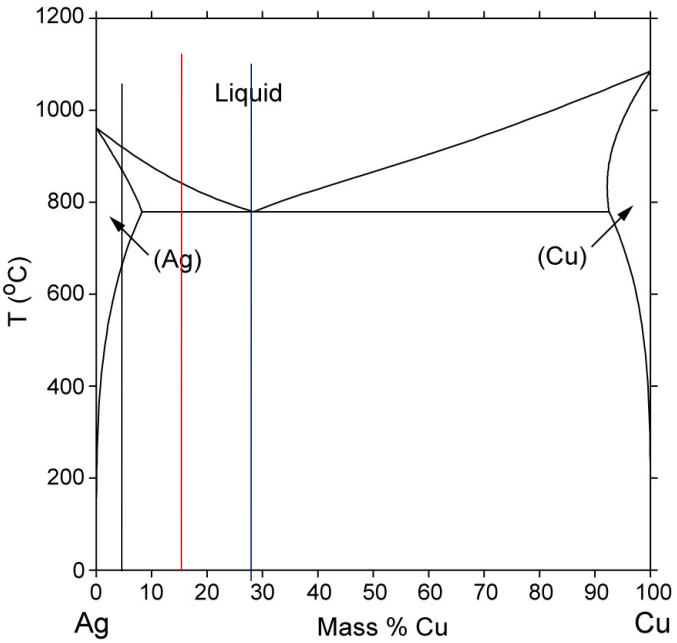


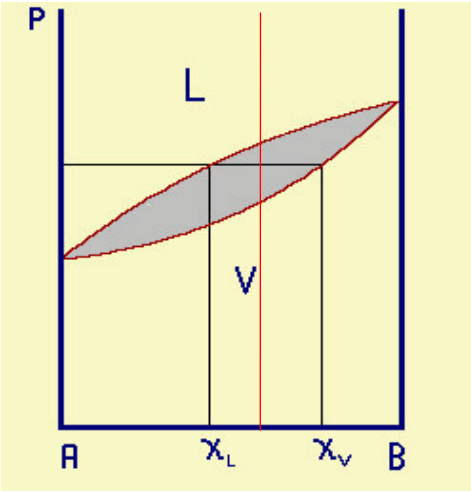
Diagramma lega metallica

- Discutere il raffreddamento del sistema costituito Ag e Cu aventi parziale miscibilità allo stato solido. In particolare calcolare il contenuto percentuale delle varie fasi nei punti **X** e **Y**



Elementi miscibili allo stato solido

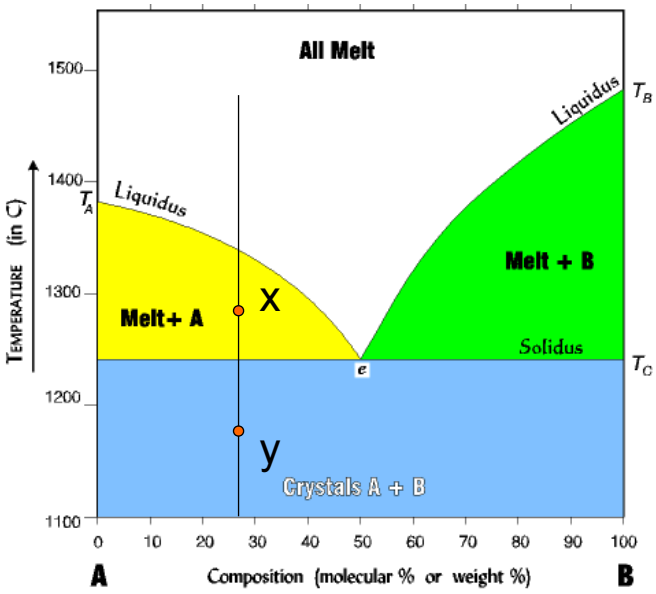
- Discutere il raffreddamento del sistema costituito da due elementi totalmente miscibili allo stato solido
- In particolare calcolare il contenuto percentuale delle varie fasi (liquido, solido) nei punti **X** e **Y** e la loro composizine chimica



Antonio Licciulli **Scienza e ingegneria dei materiali**

Ancora diagrammi

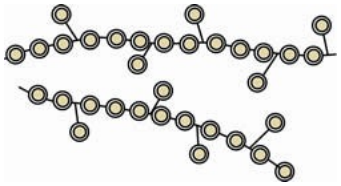
- Discutere il raffreddamento del sistema costituito da due cristalli A e B immiscibili allo stato solido
- In particolare calcolare il contenuto percentuale delle varie fasi (liquido, cristallo A e cristallo B) nei punti **X** e **Y**



Antonio Licciulli **Scienza e ingegneria dei materiali**

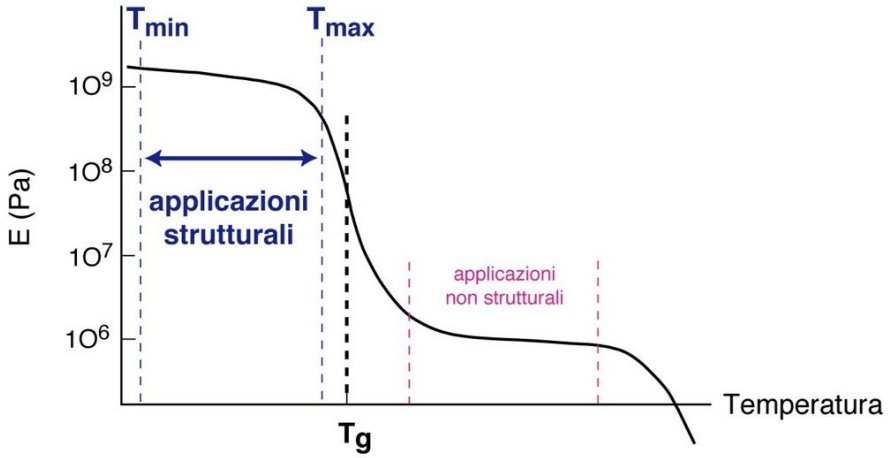
Monomero mer e polimero

- Dal monomero al polimero. Dare la definizione di reazione di polimerizzazione e descrivere uno dei meccanismi di polimerizzazione descritti a lezione



Tg nei polimeri

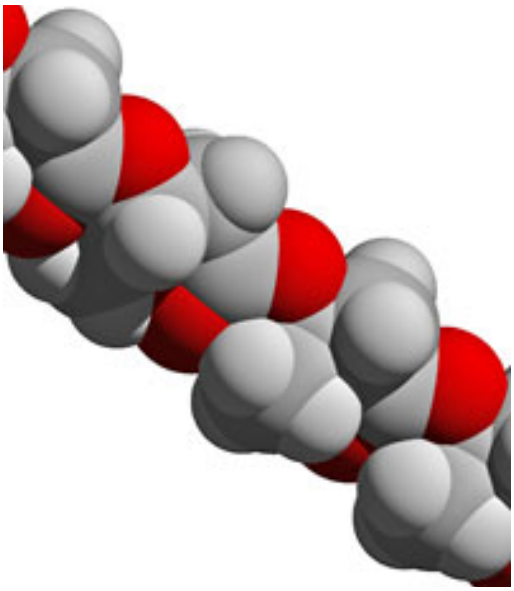
- Discutere l'evoluzione delle proprietà dei polimeri termoplastici facendo riferimento in particolare alla temperatura di transizione vetrosa



Per applicazioni **non strutturali** (adesivi a contatto, modificanti per bitumi, ecc.) possono essere utilizzati anche sopra T_g

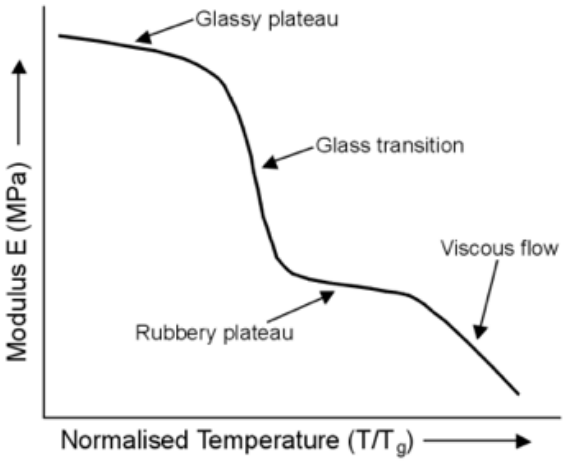
Polimeri

- Proprietà e applicazioni dei polimeri amorfi sopra e sotto la temperatura di transizione vetrosa.



Polimeri, rigidità, resistenza e temperatura

- Discutere la resistenza meccanica di un polimero semicristallino in funzione della temperatura correlandola con le variazioni di rigidità riportate di seguito.



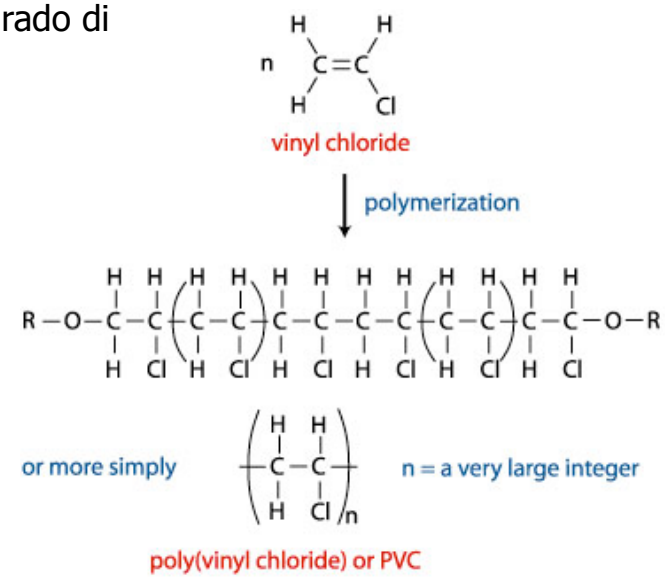
I polimeri

- Abbinare le classi dei materiali polimerici alle affermazioni riportate sotto
- a) **Termoplastici**
- b) **Termoindurenti**
- c) **Elastomeri**
-
- (___) amorfi, rigidi, non possono essere riformati
- (___) cristallini o amorfi, rigidi al di sotto di una temperatura
- (___)presentano comportamento elastico in un ampio range di deformazioni possono essere riformati attraverso riscaldamento.

Grado di polimerizzazione e peso molecolare

- Calcolare il peso molecolare di una molecola di PVC con un grado di polimerizzazione di 1000

- MW_{Cl} = 35,45
- MW_{C} = 12
- MW_{H} = 1



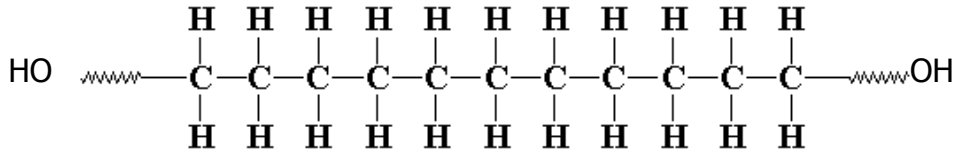
Polimerizzazione del polietilene

La polimerizzazione del polietilene per poliaddizione è iniziata dalla dissociazione del perossido di idrogeno:

$$H_2O_2 \rightarrow 2OH\bullet$$

Calcolare la quantità in peso percentuale da aggiungere all'etilene per ottenere un grado di polimerizzazione di 750.

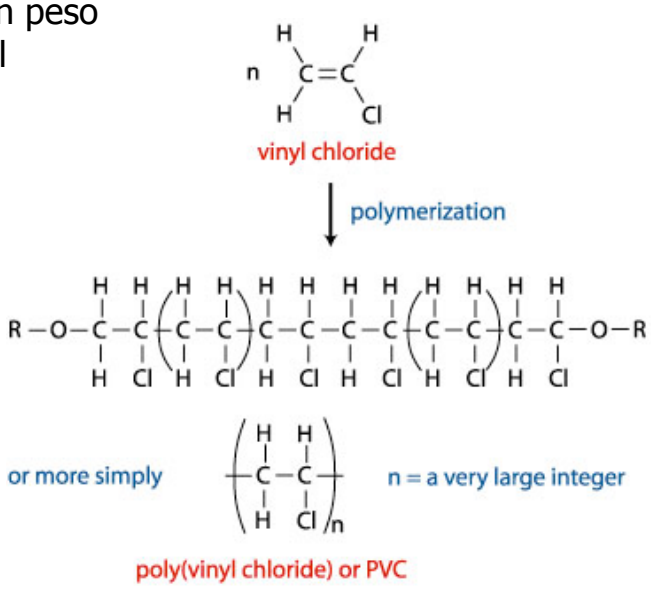
Si supponga che tutti i gruppi si trasformino in gruppi terminali delle molecole



Peso molecolare e grado di polimerizzazione e

- Calcolare il grado di polimerizzazione di una molecola di PVC con peso molecolare di 40.000g/mol

- $MW_{Cl} = 35,45$
- $MW_C = 12$
- $MW_H = 1$



Polimerizzazione del prolipropilene

- La polimerizzazione del polipropilene per poliaddizione è iniziata dalla dissociazione del perossido di benzoile:

$$[C_6H_5C(O)]_2O_2 \rightarrow 2C_6H_5CO_2\bullet$$

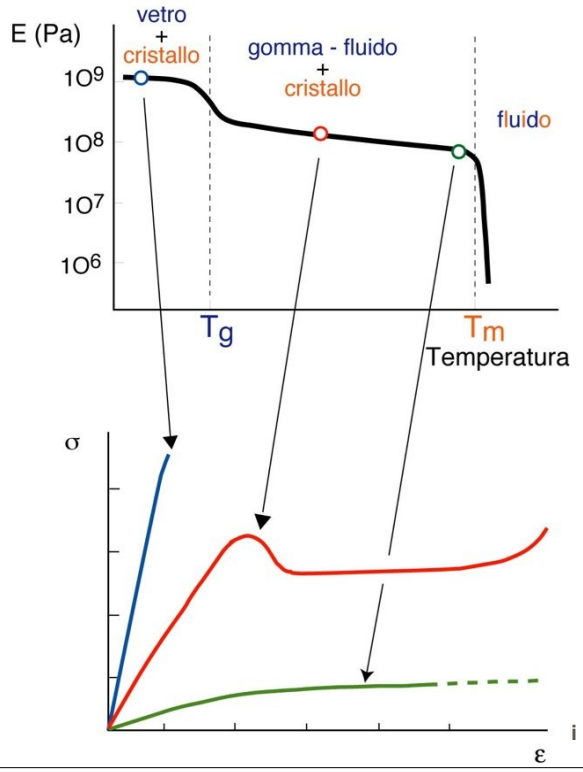
- Calcolare la quantità in peso percentuale da aggiungere all'etilene per ottenere un grado di polimerizzazione di 800.
- Si supponga che tutti i gruppi si trasformino in gruppi terminali delle molecole
-

Lunghezza estesa di una molecola di polietilene

- Un campione di polietilene ha un grado di polimerizzazione pari a 750. Calcolare la lunghezza estesa di una molecola media sapendo che la lunghezza di un singolo legame C-C è 0,154nm, l'angolo di legame C-C-C è 109,5°

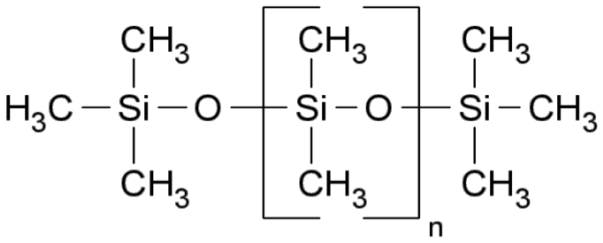
Rigidità e resistenza dei polimeri

- Descrivere la variazione della rigidità e della resistenza dei polimeri semicristallini in funzione della temperatura



Gomma siliconica

- Calcolare il grado di polimerizzazione e la lunghezza estesa di una gomma siliconica avente peso molecolare 25.000g/mol. Ricordiamo che la lunghezza di un singolo legame Si-O è 0,163nm, l'angolo di legame Si-O-Si è 130°. (pesi atomici: Si 28,08, O 15,99, C 12,01)



Materiali compositi

In un composito uno dimensionale a fibre lunghe a matrice duttile il carico è applicato in serie e parallelo alle fibre dire cosa è vero:

a) in serie modulo alto e alta resistenza

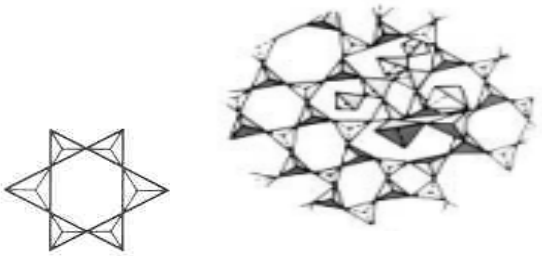
b) in parallelo alto modulo e alta resistenza

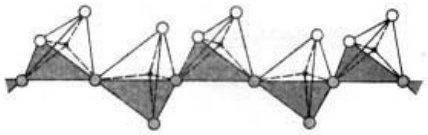
c) in serie bassa resistenza alta duttilità

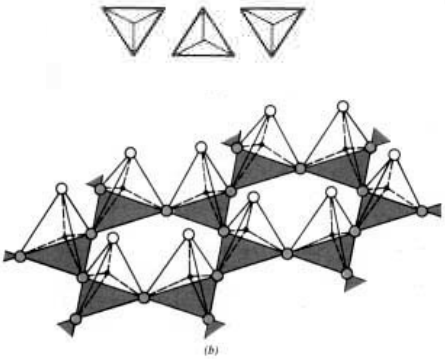
d) in parallelo basso modulo alta resistenza

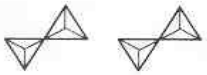
I silicati

- Dare il nome ai silicati schematizzati nelle figure di sotto associando, se di vostra conoscenza, una categoria di minerali o materiali inorganici di sintesi







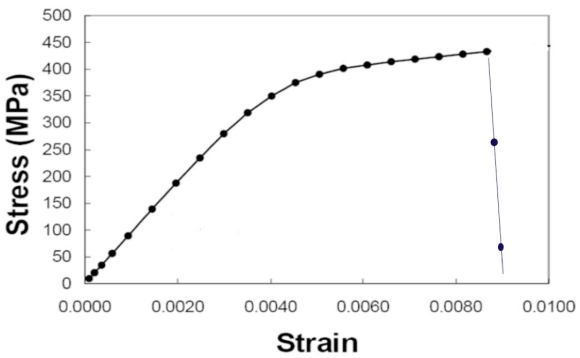


Il ciclo delle rocce

- Riordinare il ciclo delle rocce
- ---> sedimentazione ---> trasporto ---> diagenesi (litificazione per trasformazioni chimico fisiche)--> erosione ---> alterazione---> seppellimento ---> metamorfismo ---> -->

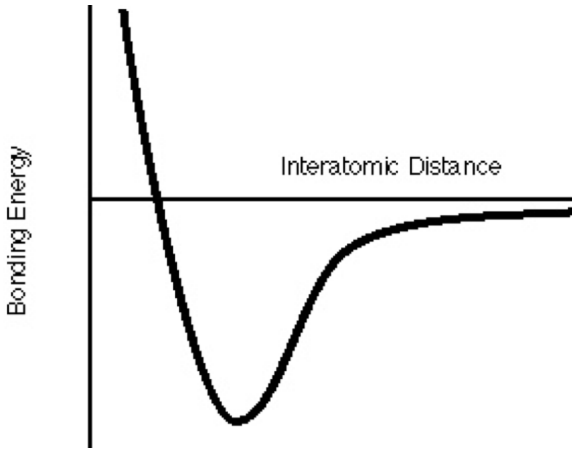
Proprietà meccaniche dei materiali

- Nella figura, calcolare il modulo di Young, il carico di snervamento, il lavoro compiuto per deformare elasticamente il campione di 0,002, il carico di rottura, il recupero elastico a 425MPa



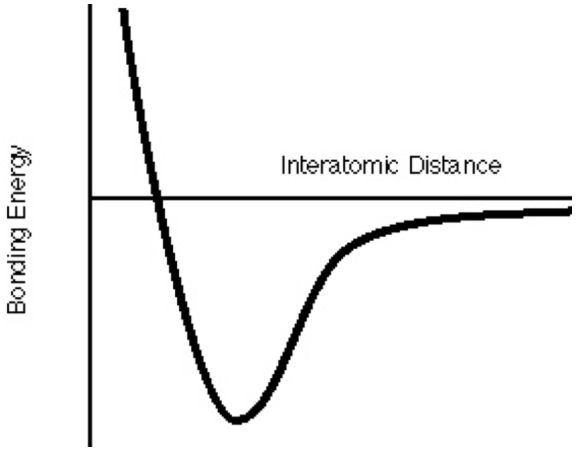
Materiali e curva di energia potenziale

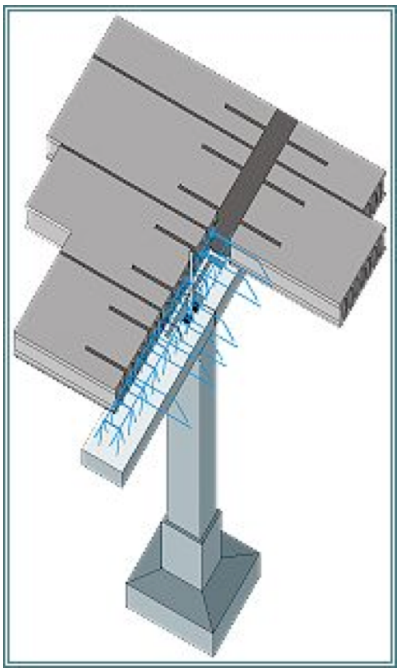
- Utilizzando la curva dell'energia potenziale indicare: distanza interatomica, energia di legame, ampiezza di vibrazione all'aumentare della temperatura.
- Rappresentare un materiale più rigido e denso.



Materiali e curva di energia potenziale

- Discutere attraverso la curva dell'energia potenziale il meccanismo della espansione termica dei materiali ad alto impacchettamento atomico



Dimensionamento di un pilastro

- Dimensionare un pilastro (quadrato) di un edificio sapendo che la superficie di pertinenza è di 25m2, deve reggere un solaio da 700Kg/m2, un carico accidentale di 300Kg/m2. Il calcestruzzo da utilizzare ha una resistenza a compressione pari a 35MPa