UNIVERSITÀ DEGLI STUDI eCAMPUS

Corsi Pas

Proprietà dei materiali e loro classificazione (I parte)

Classificazione dei materiali di interesse tecnologico

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

TIPI DI MATERIALE DI INTERESSE TECNOLOGICO

I materiali di interesse tecnologico sono normalmente suddivisi in tre classi principali:

- Materiali metallici
- Materiali polimerici (materie plastiche)
- Materiali ceramici

Per la loro grande importanza tecnologica, in aggiunta alle tre classi sopra citate, possono essere considerate anche altre due classi di materiali, che non saranno trattate in questo corso:

- Materiali compositi
- Materiali per l'elettronica

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

MATERIALI METALLICI (metalli e leghe metalliche)

I metalli e le leghe metalliche, grazie alle loro proprietà, costituiscono la categoria più importante dei materiali ingegneristici.

- Sono materiali inorganici composti da uno o più elementi metallici che possono contenere uno o più elementi non metallici (C, N, O)
- Esempi sono il ferro, il rame, l'alluminio, il nichel e il titanio e le loro leghe (soluzione solida di due o più metalli o di uno o più metalli con uno o più non metalli)
- Sono caratterizzati da alta conducibilità termica ed elettrica. In genere presentano ottime proprietà meccaniche e sono duttili a temperatura ambiente. Quasi tutti hanno una elevata densità
- Presentano una struttura cristallina

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

MATERIALI METALLICI (metalli e leghe metalliche)

- Sono classificabili in:

  - **Metalli e leghe ferrose**: sono quelle che vengono maggiormente impiegate (95% in peso dei materiali metallici da costruzione prodotti); contengono una grande percentuale di ferro (ad esempio gli acciai e le ghise)

  - **Metalli e leghe non ferrose**: non contengono ferro, oppure ne contengono solo una piccola quantità (come l'alluminio, il rame, lo zinco, il titanio, il nichel)

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

MATERIALI METALLICI (metalli e leghe metalliche)

La designazione dei materiali avviene mediante lettere, numeri, simboli o una combinazione di questi che possono essere diversi a seconda degli organismi che provvedono ad uniformare la designazione.

Le norme UNI, ad esempio, prescrivono la designazione degli acciai in base alle caratteristiche di impiego o alla composizione chimica.

Oggi, comunque, sta prendendo sempre più piede l'utilizzazione delle designazioni dei materiali con terminologie che stanno assumendo importanza sempre maggiore anche a causa delle necessità di fare riferimento in applicazioni avanzate a normative internazionali.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

MATERIALI METALLICI (metalli e leghe metalliche)

Il sistema di classificazione degli acciai della AISI (American Iron Steel Institute) e della SAE (Society of Automotive Engineers) utilizzano 4 o 5 cifre che designano la composizione della lega (per esempio 1015, 4027, 5120, 6118, ecc. che sono rispettivamente acciai al carbonio, al molibdeno, al cromo, al cromo- vanadio). Il sistema di lega è identificato dalle prime due cifre mentre il carbonio è dato in centesimi di percento dalle ultime due o tre cifre.

Le leghe di alluminio possono essere designate secondo la A.A. (Aluminium Association) che utilizza quattro cifre per le leghe lavorate e tre cifre per le leghe fuse. L'alluminio puro (99%) è designato con la cifra 1; la seconda cifra indica una modifica dei limiti di purezza e le ultime due indicano la purezza.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

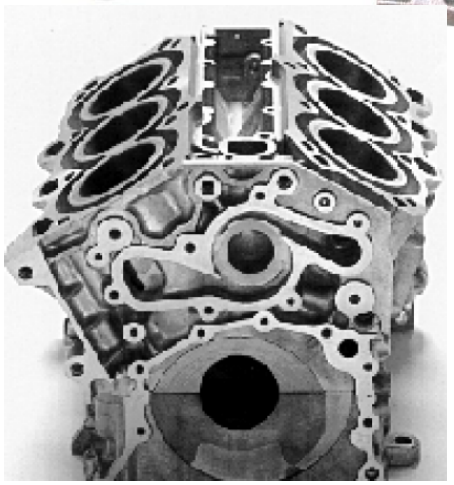
MATERIALI METALLICI (metalli e leghe metalliche)

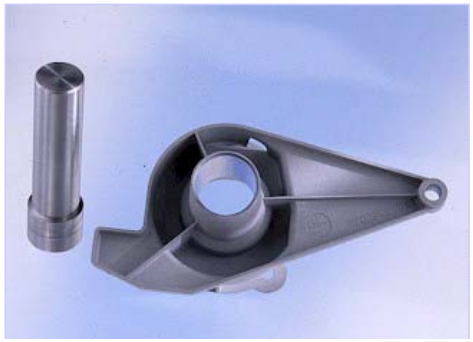
Ci sono, tuttavia, molti altri organismi che hanno dato una loro designazione. Sono da ricordare le designazioni UNS (Unified Numbering System) della ASTM (American Society for Testing Materials) e quelle fornite da British Standard.

I vari sistemi di designazione non costituiscono specifiche ma spesso devono essere incorporati entro le specifiche che descrivono il prodotto realizzato con il materiale designato. Da notare che una specifica standard è un documento che descrive le caratteristiche di un prodotto idonee per certe funzioni.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

MATERIALI METALLICI (metalli e leghe metalliche)





MATERIALI POLIMERICI (materie plastiche)

- Sono materiali formati da lunghe catene o reti di molecole di elementi a basso peso quali carbonio, idrogeno, ossigeno e azoto
- Esempi sono il polietilene (PE) ed il polivinilcloruro (PVC)
- Sono generalmente dei buoni isolanti elettrici e termici
- Dal punto di vista meccanico, presentano proprietà molto variabili a seconda del materiale (termoplastico, termoindurente o elastomero)
- Hanno generalmente bassa densità
- Presentano una struttura amorfa e parzialmente cristallina (parti cristalline associate a parti non cristalline)

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

MATERIALI POLIMERICI (materie plastiche)

MATERIALI CERAMICI

- Sono materiali inorganici costituiti da elementi metallici e non metallici legati chimicamente tra loro
- Possono avere struttura cristallina, struttura amorfa o struttura parzialmente cristallina (parti cristalline associate a parti non cristalline)
- Sono normalmente duri e fragili (piccola o nessuna deformazione prima della rottura)
- Presentano una buona resistenza meccanica e all'usura e la mantengono anche a temperature molto elevate (refrattari)
- Sono ottimi isolanti elettrici e termici

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

MATERIALI CERAMICI

- Hanno basso peso specifico
- Presentano ridotto coefficiente d'attrito
- Presentano densità variabile in base al materiale
- Esempi sono i prodotti ottenuti dalla cottura dell'argilla, il vetro e l'ossido di alluminio puro, compatto ed addensato, i cementi.
- Le applicazioni sono veramente illimitate poiché possono riguardare l'industria aerospaziale, della produzione dei metalli, biomedicale, automobilistica, ecc.

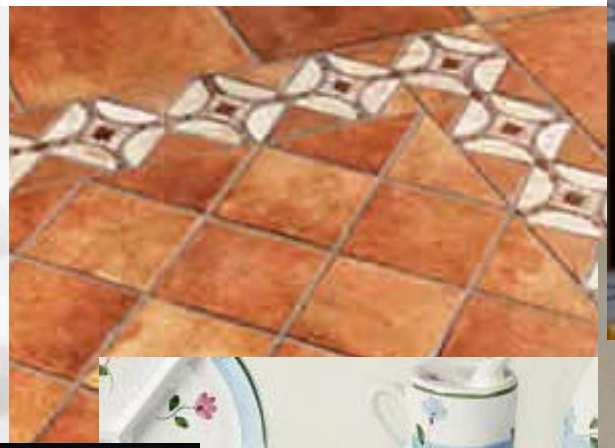
© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

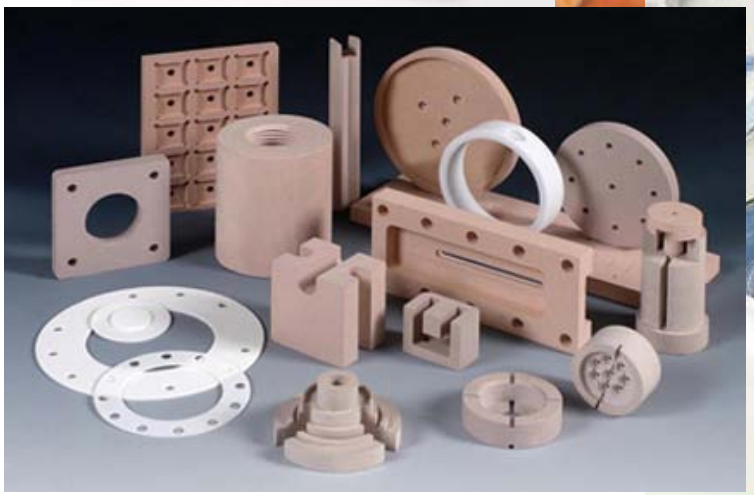
MATERIALI CERAMICI

- La nuova generazione di materiali ceramici, detti *ceramici avanzati* (o *ceramici tecnologici* o *ceramici strutturali*), hanno maggiore resistenza meccanica, migliore resistenza all'usura e alla corrosione (anche ad elevate temperature) e aumentata resistenza agli shock termici

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

MATERIALI CERAMICI





MATERIALI COMPOSITI

- Sono materiali formati dall'unione di due o più materiali che non si disciolgono l'uno nell'altro e dove può essere fisicamente individuata un'interfaccia tra di essi
- Esempi sono i materiali costituiti da una matrice di resina poliestere o epossidica rinforzata con fibre di vetro
- Oltre alle fibre il rinforzo può essere costituito da particelle in un'opportuna matrice
- Storicamente il primo materiale composito è stato il calcestruzzo armato: materiale ceramico + materiale metallico

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

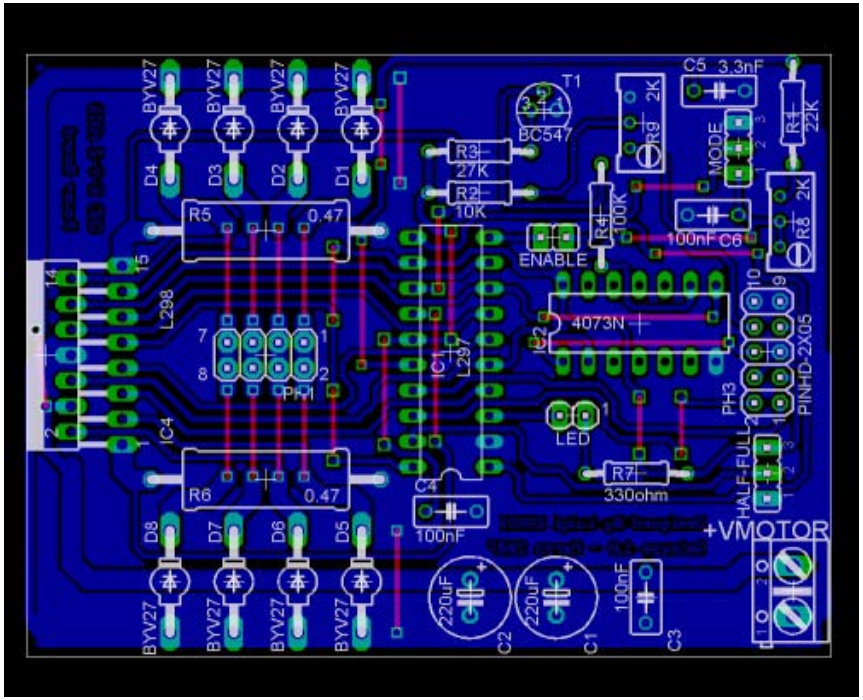
MATERIALI COMPOSITI

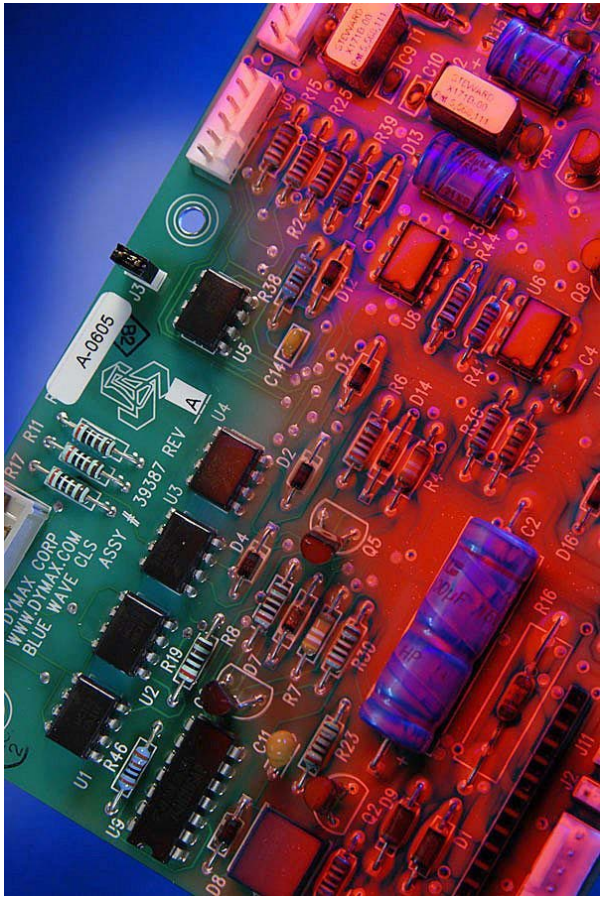
MATERIALI PER L'ELETTRONICA

- Presentano un’importanza rilevante nelle tecnologie più avanzate.
- Sono materiali usati nell’elettronica e specialmente in microelettronica
- Il più importante è il silicio puro per le sue caratteristiche elettriche

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

MATERIALI PER L'ELETTRONICA





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI eCAMPUS

Corsi Pas

Proprietà dei materiali e loro classificazione (I parte)

Classificazione delle proprietà dei materiali

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

PROPRIETA' DEI MATERIALI

Tutti i materiali hanno delle proprie caratteristiche che li differenziano notevolmente.

La conoscenza di queste ultime consente di utilizzare il materiale più idoneo ad ogni specifica applicazione.

Le proprietà dei materiali possono essere così classificate:

- proprietà chimiche-strutturali
- proprietà fisiche
- proprietà meccaniche
- proprietà tecnologiche

PROPRIETA' DEI MATERIALI

- proprietà chimiche-strutturali: riguardano la composizione chimica e la loro struttura interna. Rientrano tra le proprietà chimiche, anche i fenomeni che si producono fra il materiale e l'ambiente esterno (ossidazione, corrosione, ecc.)

- proprietà fisiche: si riferiscono alle caratteristiche generali dei materiali, in relazione agli agenti esterni, quali il calore, la gravità, l'elettricità ecc. Le principali proprietà fisiche sono la temperatura di fusione, la massa volumica, la capacità termica, la dilatazione termica, ecc.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

PROPRIETA' DEI MATERIALI

- proprietà meccaniche: riguardano la capacità dei materiali di resistere all'azione di forze o sollecitazioni esterne a cui i materiali vengono sottoposti durante il loro impiego. Le principali proprietà meccaniche sono la resistenza alla deformazione, la resistenza a fatica, resistenza all'usura, la resistenza all'urto, la durezza.

- proprietà tecnologiche: riguardano l'attitudine dei materiali a subire le varie lavorazioni tecnologiche attraverso le quali vengono prodotti i pezzi meccanici. Le principali proprietà tecnologiche sono la fusibilità, la saldabilità, la plasticità, la truciolabilità, la malleabilità, la duttilità, l'estrusibilità, l'imbutibilità, la piegabilità, ecc.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI eCAMPUS

Corsi Pas

Proprietà dei materiali e loro classificazione (I parte)

Proprietà chimiche-strutturali (1)

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

PROPRIETA' CHIMICHE – STRUTTURALI DEI MATERIALI

Le *proprietà chimiche - strutturali* dei materiali riguardano la composizione chimica e la loro struttura interna.

Rientrano tra le proprietà chimiche, anche i fenomeni che si producono fra il materiale e l'ambiente esterno (ossidazione, corrosione, ecc.).

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA COMPOSIZIONE CHIMICA

La ***composizione chimica*** è il primo dato di fondamentale importanza che si richiede per il controllo di un materiale.

A seconda dei casi, potrà essere richiesta la determinazione di uno solo o di pochi elementi, o sarà necessaria un'analisi completa, spinta talvolta anche fino alla determinazioni delle minime percentuali di qualche elemento (elementi in tracce), quando se ne voglia accertare la presenza e l'influenza su determinate proprietà dei materiali.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA STRUTTURA INTERNA DEI MATERIALI

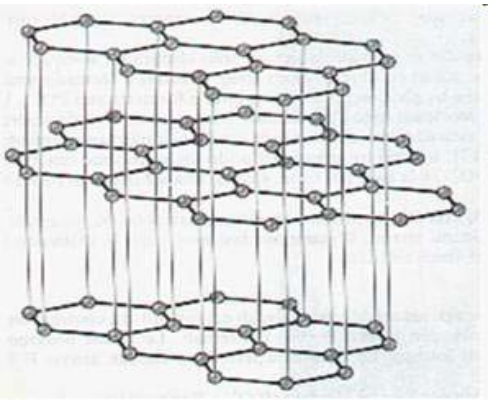
La maggior parte delle proprietà chimiche, fisiche, tecnologiche e meccaniche dipende dalla ***struttura del materiale.***

Tutti i materiali non sono perfettamente omogenei e isotropi, anche se a prima vista possono apparire tali.

Si dice ***isotropo*** un materiale che presenta le stesse proprietà in tutte le direzioni.

In figura sono mostrati dei materiali anisotropi:

Grafite



Legno

LA STRUTTURA INTERNA DEI MATERIALI

La struttura interna dei materiali solidi di interesse tecnologico dipende principalmente dalla disposizione degli atomi, ioni o molecole che compongono il solido e dalle forze che li legano fra loro.

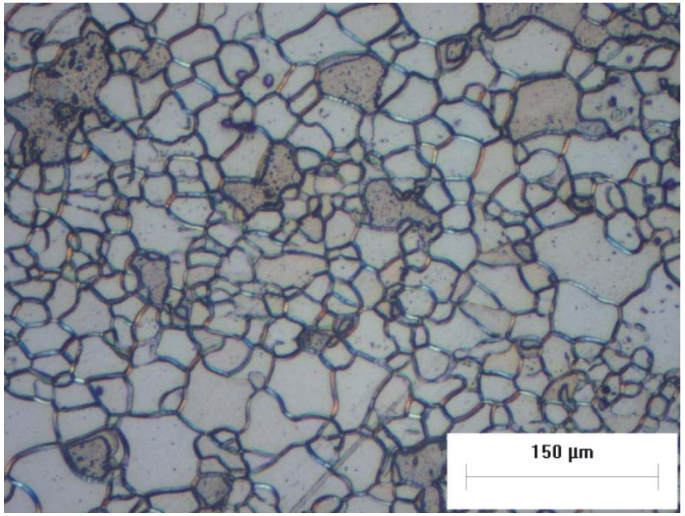
Se gli atomi o gli ioni di un solido sono presenti secondo una disposizione ripetitiva nelle tre dimensioni dello spazio, essi formano un solido che ha ordine a lungo raggio ed è detto ***solido cristallino*** o ***materiale cristallino***.

Esempi di materiali cristallini sono i metalli, le leghe ed alcuni materiali ceramici.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA STRUTTURA INTERNA DEI MATERIALI

Se si frattura un metallo e si leviga la superficie fino a renderla speculare e poi, dopo averla attaccata con appositi acidi, la si osserva con un microscopio a elevati ingrandimenti, si può notare che la materia del metallo è costituita da ***grani cristallini*** aderenti gli uni agli altri, ma separati da linee sottili e irregolari detti bordi dei grani.



Lega di magnesio AZ31

LA STRUTTURA INTERNA DEI MATERIALI

In contrapposizione con i materiali cristallini, ci sono alcuni materiali i cui atomi e ioni non sono disposti in maniera ripetitiva, periodica e a lungo raggio e possiedono solamente un ordine a corto raggio.

Questo significa che l'ordine esiste solamente nelle immediate vicinanze di un atomo o di una molecola. Ma questo ordine sparisce quando ogni molecola è legata ad altre molecole attraverso deboli legami secondari in una maniera casuale.

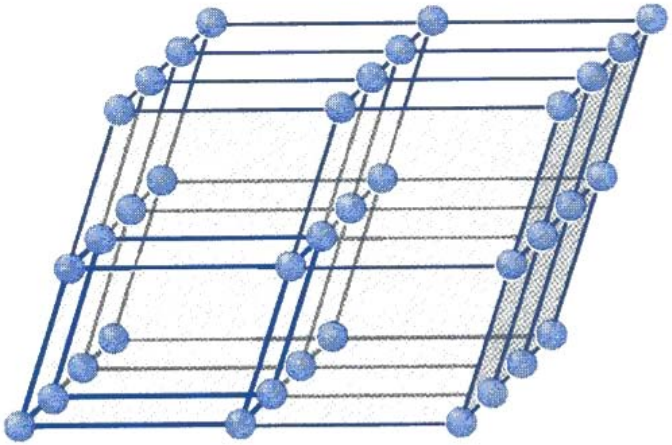
I materiali con solo ordine a corto raggio sono classificati come ***amorfi*** (senza forma) o ***non cristallini***.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

RETICOLO SPAZIALE E CELLE ELEMENTARI

La disposizione degli atomi nei solidi cristallini può essere descritta immaginando gli atomi come punti di intersezione delle linee di una maglia tridimensionale, chiamata ***reticolo spaziale***, che può ripetersi come una sequenza infinita di punti.

Ogni punto nel reticolo spaziale ha gli stessi punti prossimali; in un cristallo ideale cioè i diversi punti del reticolo che contornano ogni singolo punto sono identici a quelli che contornano ogni altro punto del reticolo cristallino.



RETICOLO SPAZIALE E CELLE ELEMENTARI

Ogni reticolo spaziale può quindi essere descritto specificando le posizioni degli atomi nella unità elementare ripetitiva, come i punti riportati in neretto nella figura della slide precedente.

Un gruppo di atomi organizzati con una determinata disposizione relativa uno all'altro ed associato con i punti del reticolo costituisce il ***tema*** o la ***base***. La struttura cristallina può quindi essere definita come una raccolta di reticoli e base.

E' importante notare che gli atomi non coincidono necessariamente con i punti del reticolo.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

RETICOLO SPAZIALE E CELLE ELEMENTARI

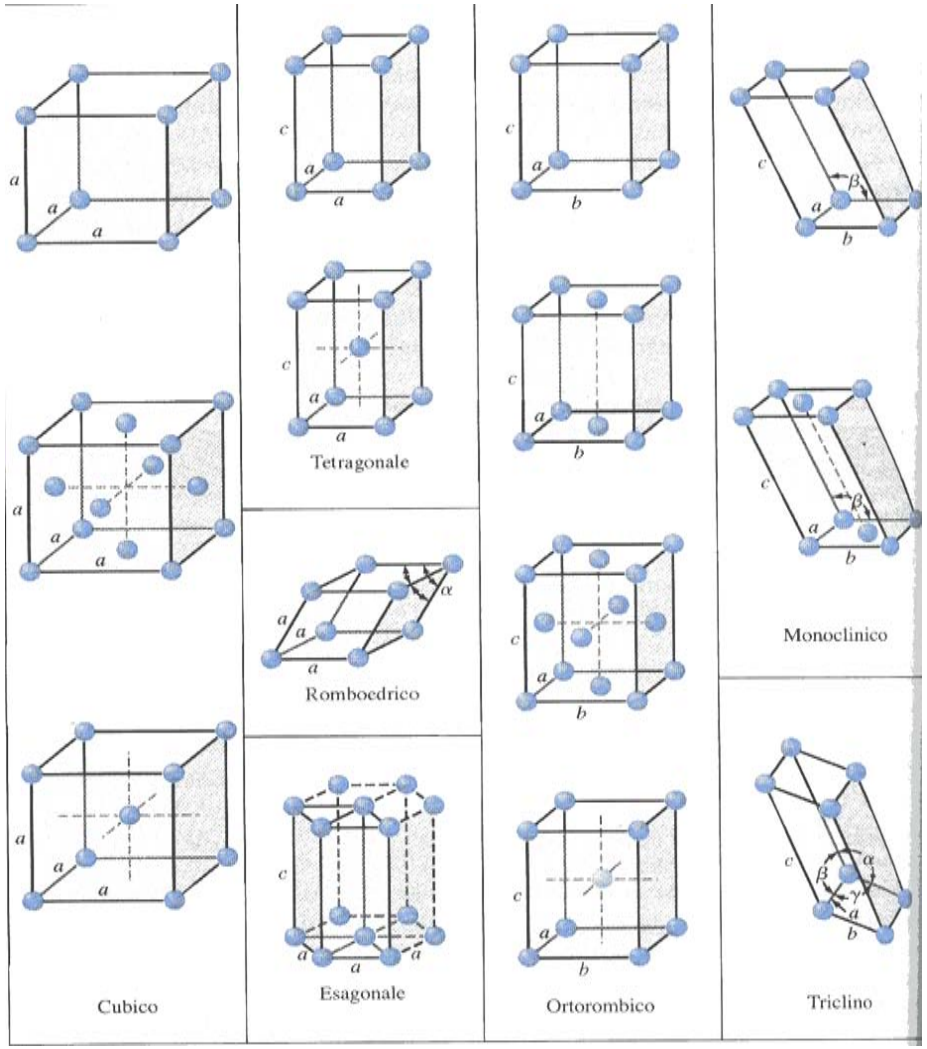
August J. Bravais (1811-1863; cristallografo francese) mostrò che 14 celle elementari standard possono descrivere tutti i possibili reticoli cristallini.

Questi reticoli, detti di Bravais, sono mostrati nella figura della slide successiva.

Ci sono quattro tipi fondamentali di cella elementare:

1. ***semplice***
2. ***a corpo centrato***
3. ***a facce centrate***
4. ***a base centrata***

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

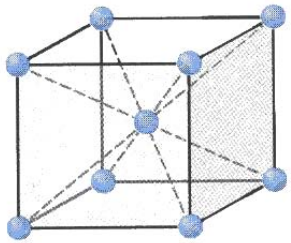

Tetragonale
Romboedrico
Esagonale
Cubico
Ortorombico
Monoclinico
Triclino

RETICOLO SPAZIALE E CELLE ELEMENTARI

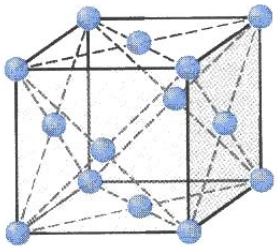
Pur essendo 14 le possibili strutture cristalline, la maggior parte degli elementi metallici (circa il 90%) cristallizza durante la solidificazione secondo tre sole strutture cristalline, tutte di tipo compatto:

- ***cubica a corpo centrato (CCC)***
- ***cubica a facce centrate (CFC)***
- ***esagonale compatta (EC)***

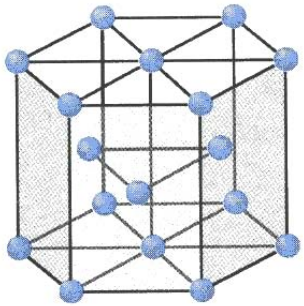
Sebbene costituisca un'approssimazione, si può ritenere che gli atomi in queste strutture cristalline siano assimilabile a sfere rigide.



CCC



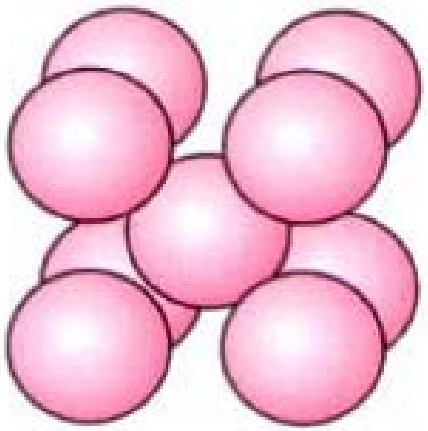
CFC



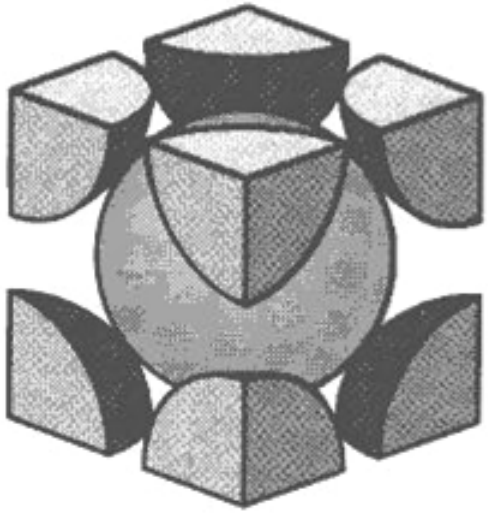
EC

STRUTTURA CCC

Se si rappresentano gli atomi di una ***cella CCC*** come sfere rigide, allora la cella elementare apparirà come in figura.



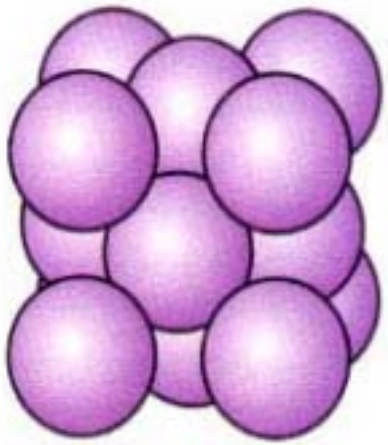
Ognuna di queste cella ha al suo interno un atomo completo, collocato al centro della cella elementare, e un ottavo di atomo collocato su ognuno degli otto angoli della cella; quindi per ogni cella elementare c'è un totale di 1 (al centro) + 8 x 1/8 (agli angoli) = ***2 atomi per cella elementare***.



Dato che l'atomo centrale è circondato da otto atomi, si dice che la cella CCC è caratterizzata da un numero di coordinazione pari a 8.

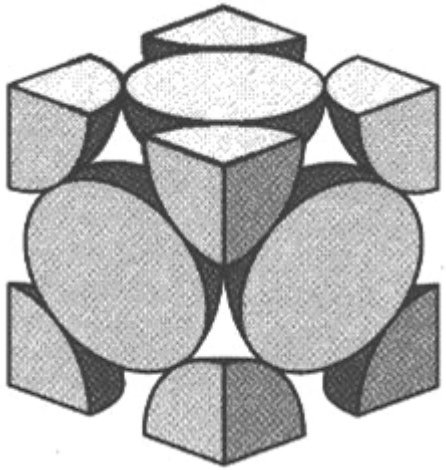
STRUTTURA CFC

Il modello a sfere rigide permette di osservare come gli atomi nella ***struttura CFC*** siano notevolmente compatti.



Nella struttura cristallina CFC, ogni atomo è circondato da 12 altri atomi, e quindi ha un numero di coordinazione pari a 12.

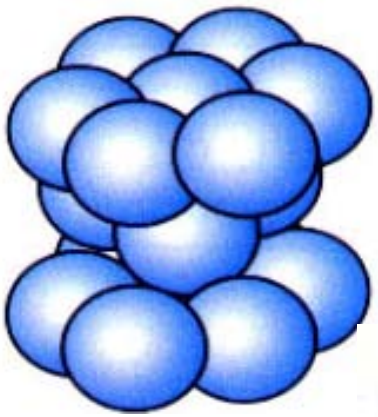
La cella elementare CFC è costituita da *quattro atomi per cella*; gli otto angoli con un ottavo di atomo contano per un atomo (8 x 1/8 = 1), e i sei semi-atomi sulle sei facce del cubo contribuiscono per altri tre atomi (6 x 1/2 = 3).

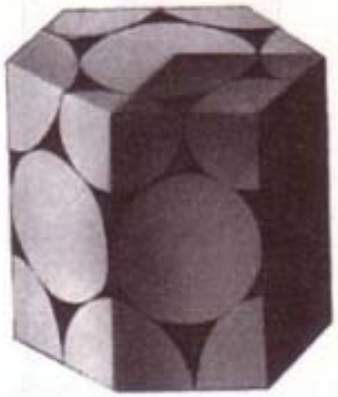


© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

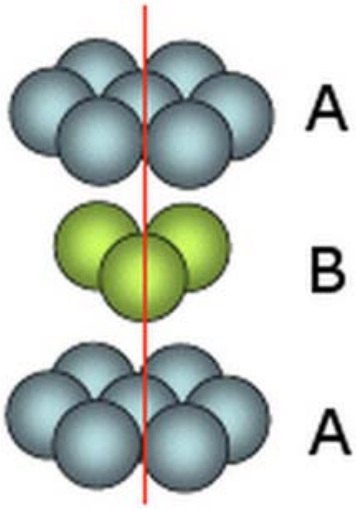
STRUTTURA EC

Anche nella ***struttura cristallina EC***, ogni atomo è circondato da 12 altri atomi, e quindi ha un numero di coordinazione pari a 12.





Si ha una successione di strati esagonali di tipo ABA: le sfere dello strato B giacciono nelle depressioni create dal primo strato A, mentre le sfere del terzo strato (A) giacciono nelle depressioni create dal secondo strato in modo da trovarsi esattamente sopra le sfere del primo strato.

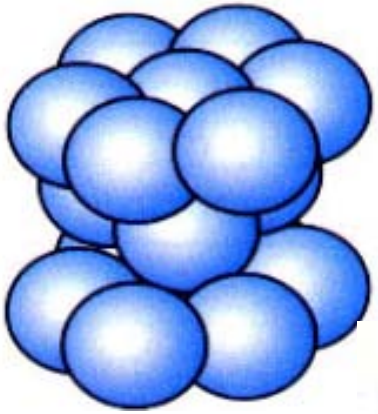


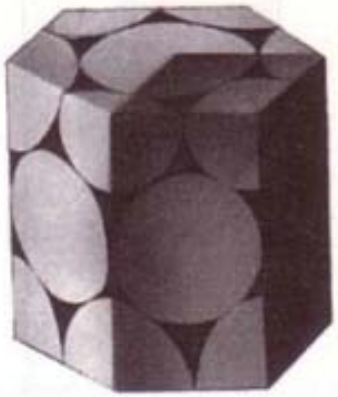
© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 -

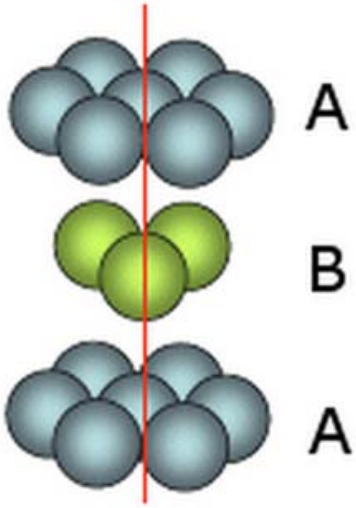
STRUTTURA EC

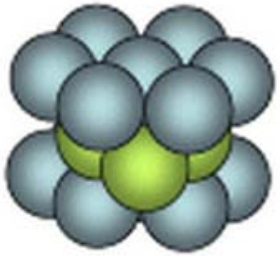
Il reticolo EC è caratterizzato da un cella elementare prismatica esagonale che contiene 12 atomi posizionati ai vertici, 2 atomi posizionati al centro delle basi e 3 atomi ai vertici di un triangolo equilatero posizionati a metà altezza all'interno della cella elementare.

I 3 atomi interni appartengono completamente alla cella elementare. Ciascuno dei 12 atomi ai vertici è condiviso con altre 5 celle e quindi conta per 1/6 (contenuto in atomi=12 x 1/6 = 2), mentre ciascuno dei due atomi posizionati al centro delle basi è condiviso con un'altra cella e conta per ½ (2 x 1/2 = 1) Quindi in totale vi sono *6 atomi equivalenti per cella*.









UNIVERSITÀ DEGLI STUDI eCAMPUS

Corsi Pas

Proprietà dei materiali e loro classificazione (I parte)

Proprietà chimiche-strutturali (2)

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA CORROSIONE

La ***corrosione*** è il fenomeno che causa il deterioramento o la distruzione dei materiali e che avviene in seguito alla loro interazione con l'ambiente che li circonda.

Tradizionalmente la definizione è ristretta ai soli materiali metallici ma, oggi, più correttamente, il concetto viene esteso anche agli altri materiali come i ceramici, i plastici, le gomme, ecc. che hanno comunque tendenza a degradarsi.

Data l'importanza che questo fenomeno riveste nei materiali metallici, tale problematica verrà brevemente trattata facendo esclusivo riferimento a questi materiali.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA CORROSIONE

Tra le proprietà chimiche che spesso hanno un notevole interesse in molte applicazioni è la resistenza dei materiali metallici alla corrosione, quando vengono a contatto con atmosfere o liquidi corrosivi; così può interessare il loro comportamento a contatto con soluzioni più o meno concentrate di acidi inorganici od organici, in soluzioni saline o alcaline, in altri metalli fusi, ecc.

Ugualmente importante può essere il contatto con gas o vapori diversi a temperatura ambiente o a temperatura superiore.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA CORROSIONE

Un fattore importante che ostacola la lotta alla corrosione è sicuramente la grande varietà:

- delle forme di corrosione
- dei motivi di innesco e propagazione del fenomeno

I due esempi mostrati nelle successive diapositive sottolineano tale affermazione: in particolare,

1° esempio: corrosione atmosferica generalizzata di profilati di acciaio

2° esempio: corrosione localizzata di tiranti di acciaio inossidabile con collasso istantaneo della struttura

LA CORROSIONE

1° ESEMPIO: profilati in acciaio al carbonio dopo 60 anni di esposizione ad atmosfera marina

Nella foto è mostrata la corrosione atmosferica subita da profilati di acciaio tipo IPE utilizzati dagli inglesi nel 1939 nel golfo di Bristol per la costruzione di fortificazioni di batterie di artiglieria, messe a difesa delle coste britanniche da prevedibili attacchi della marina tedesca.

LA CORROSIONE

1° ESEMPIO: profilati in acciaio al carbonio dopo 60 anni di esposizione ad atmosfera marina

La corrosione subita da questi profilati è stata lenta nel tempo (la foto è stata ripresa dopo circa 60 anni) e con notevole perdita di materiale.

L'esempio mostrato è tipico del processo di *corrosione generalizzata* subita da manufatti metallici in atmosfera.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA CORROSIONE

2° ESEMPIO: collasso del controsoffitto della piscina di Zurigo a causa di "stress corrosion" dei tiranti di acciaio inossidabile

Il collasso del controsoffitto in calcestruzzo armato della piscina di Zurigo (1995) è avvenuto dopo 13 anni dalla costruzione della piscina e causò la morte di 12 persone.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA CORROSIONE

2° ESEMPIO: collasso del controsoffitto della piscina di Zurigo a causa di "stress corrosion" dei tiranti di acciaio inossidabile

Il controsoffitto era appeso al tetto con tiranti di acciaio inossidabile AISI 304 ed il crollo è avvenuto per *corrosione sotto sforzo* dei tiranti che si è prodotta là dove questi fuoriuscivano dal calcestruzzo.

L'analisi dei tiranti non ha mostrato perdite significative di materiale dovute a corrosione, ma la presenza di molte cricche ramificate all'interno delle quali sono stati ritrovati cloruri.

Una perdita molto piccola di materiale ha causato in questo caso una modifica strutturale tale da portare a danni ben più gravi di quelli mostrati nell'esempio precedente.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA CORROSIONE

In pratica, come risultato della prova di corrosione, viene data la perdita di peso per unità di superficie esposta all'attacco e per una durata ugualmente unitaria (per esempio, grammi per m^2 all'ora).

Spesso però non è sufficiente tale dato, in quanto il fenomeno varia al progredire dell'attacco, ed allora è necessario fornire la curva completa in funzione del tempo.

Talvolta, anziché una diminuzione, si ha un aumento di peso come avviene, ad esempio, per gli acciai resistenti all'ossidazione a caldo, per i quali ad elevate temperature si forma uno strato superficiale di ossido ben aderente che protegge il metallo sottostante; l'ossigeno atmosferico, fissato in tale strato, produce un aumento di peso.

Ciò è dovuto al fatto che *tali materiali metallici si passivano*.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA CORROSIONE

Il ***processo di passivazione*** riveste un ruolo molto importante nella protezione dei materiali metallici dalla corrosione.

Moltissimi materiali metallici resistono molto bene alla corrosione nonostante siano in contatto con soluzioni comunemente considerate aggressive o non si corrodono.

La ***passività*** è quindi definibile come una condizione di resistenza alla corrosione dovuta alla formazione di film superficiali sotto condizioni sufficientemente ossidanti.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LA CORROSIONE

Le prove di corrosione hanno soltanto un valore indicativo, perché è noto come i fenomeni di corrosione siano influenzati da numerosissimi fattori, quali:

- lo strato del campione (superficie scabra, lucidata, ossidata, incrudimenti locali, disuniformità di trattamento termico, ecc.)
- la temperatura della prova
- le condizioni nelle quali avviene la corrosione (movimento del liquido, eventuali impurezze in esso contenute o variazioni di composizione, ecc.)
- i contatti con altri metalli

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI eCAMPUS

Corsi Pas

Proprietà dei materiali e loro classificazione (I parte)

Proprietà fisiche

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LE PROPRIETA' FISICHE DEI MATERIALI

Le ***proprietà fisiche*** si riferiscono alle caratteristiche generali dei materiali, in relazione agli agenti esterni, quali il calore, la gravità, l'elettricità ecc.

Le principali proprietà fisiche sono la temperatura di fusione, la massa volumica, la capacità termica, la dilatazione termica, ecc.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LE PROPRIETA' FISICHE DEI MATERIALI

La *temperatura di fusione* è la temperatura alla quale un materiale comincia a passare dallo stato solido allo stato liquido

La temperatura di fusione di un metallo/materiale puro è costante.

© 2014 Università degli Studi eCampus - Via Isimbardi 10 - 22060 Novedrate (Co) - C.F. 08549051004 - Tel: 031.79421 - Fax: 031.7942501 - Mail: info@uniecampus.it

LE PROPRIETA' FISICHE DEI MATERIALI

La *massa volumica* ρ rappresenta il rapporto fra la massa di un corpo e il suo volume.

$$\rho = \frac{Massa}{Volume}\left[\frac{Kg}{m^3}\right]$$

Il *coefficiente di dilatazione termica* α esprime l'aumento di lunghezza che subisce il materiale di lunghezza iniziale L per effetto di una variazione di temperatura

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta T}\left[\frac{m}{m \cdot °C}\right]$$

LE PROPRIETA' FISICHE DEI MATERIALI

Il *calore specifico* C_s è la quantità di calore che occorre fornire all'unità di massa di una certa sostanza per elevare la temperatura di 1 °C .

Per conoscere il calore specifico di un materiale si utilizza questa relazione:

$$C_s = \frac{Q}{(T_2 - T_1) \cdot m} \left[\frac{J}{Kg \cdot °C} \right]$$

dove:

Q = calore ceduto

T_2= temperatura finale

T_1=temperatura iniziale

m = massa del materiale

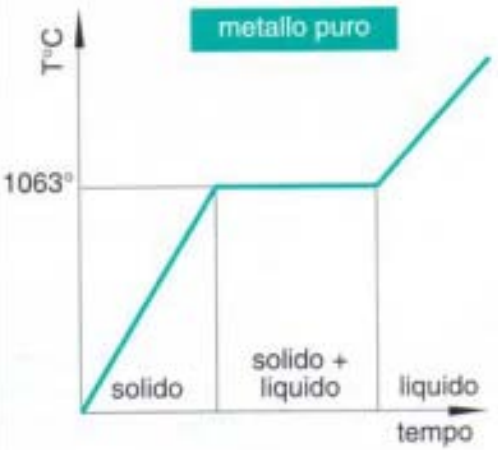
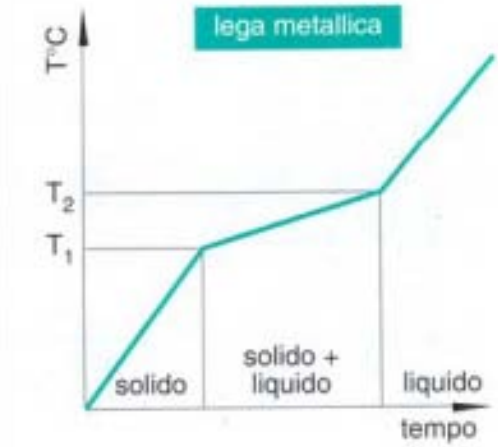
LE PROPRIETA' FISICHE DEI MATERIALI

Quando un materiale in fase di riscaldamento ha raggiunto la temperatura alla quale ha inizio la fusione, è necessario continuare a fornire calore affinché la fusione avvenga completamente in tutta la massa. La fusione non avviene istantaneamente!

Il calore che si deve continuare a fornire per far avvenire la fusione di tutta la massa del corpo è detto ***calore latente di fusione*** (latente = nascosto).

LE PROPRIETA' FISICHE DEI MATERIALI

Solitamente, quando cediamo calore a un corpo, la sua temperatura aumenta, mentre diminuisce se lo sottraiamo.

Quando, invece, un metallo puro sta subendo un passaggio di stato (ad esempio, passa da solido a liquido) la sua temperatura non varia anche se continuiamo a riscaldarlo. La temperatura comincia ad aumentare solo quando l'ultima particella del metallo si è fusa.

La temperatura di fusione di un metallo/materiale puro è costante. Le leghe invece iniziano la fusione a una temperatura (T_1) e la completano ad una temperatura (T_2)