

ZANICHELLI

Simonetta Klein

Il racconto della chimica e della Terra

ZANICHELLI

Capitolo 18

Gli stati della materia

ZANICHELLI

Sommario

1. Gli aeriformi
2. Le proprietà dei liquidi
3. Le proprietà dei liquidi nei passaggi di stato
4. Le proprietà dei solidi

Gli aeriformi

Atomi, molecole, ioni, elettroni, nuclei e tutte le particelle si muovono continuamente: oscillano, ruotano, vibrano, traslano, scorrono, ecc.

Possiedono perciò una forma di energia associata a al loro movimento, chiamata **energia cinetica**.

La **teoria cinetica dei gas** tiene conto di questo aspetto della materia e può essere estesa a tutti gli altri stati di aggregazione.

Gli aeriformi

Tutti gli aeriformi hanno la capacità di espandersi spontaneamente occupando tutto lo spazio di cui dispongono: questo comportamento è detto **diffusione**.

Sono inoltre **comprimibili**, cioè il loro volume diminuisce se il recipiente si contrae.

La teoria cinetica dei gas interpreta il comportamento osservabile dei gas basandosi su un modello ideale costituito da particelle dotate di massa e velocità e che non interagiscono tra loro. Dal punto di vista matematico si usa un trattamento statistico.

Gli aeriformi

Nello studio del comportamento dei gas si parla quindi di **velocità media** e di **energia cinetica** media delle particelle.

Le particelle che possono costituire un gas sono:

- molecole monoatomiche (gas nobili)
- molecole biatomiche con atomi uguali (tutti gli altri gas elementari)
- molecole con atomi diversi (i composti).

Gli aeriformi

I gas che sono descritti esattamente dal modello cinetico sono detti **gas perfetti** o **gas ideali**.

Nella realtà, solo i gas rarefatti lontani dalla temperatura critica si comportano come gas perfetti.

Negli altri casi si parla di **gas reali**.

Gli aeriformi

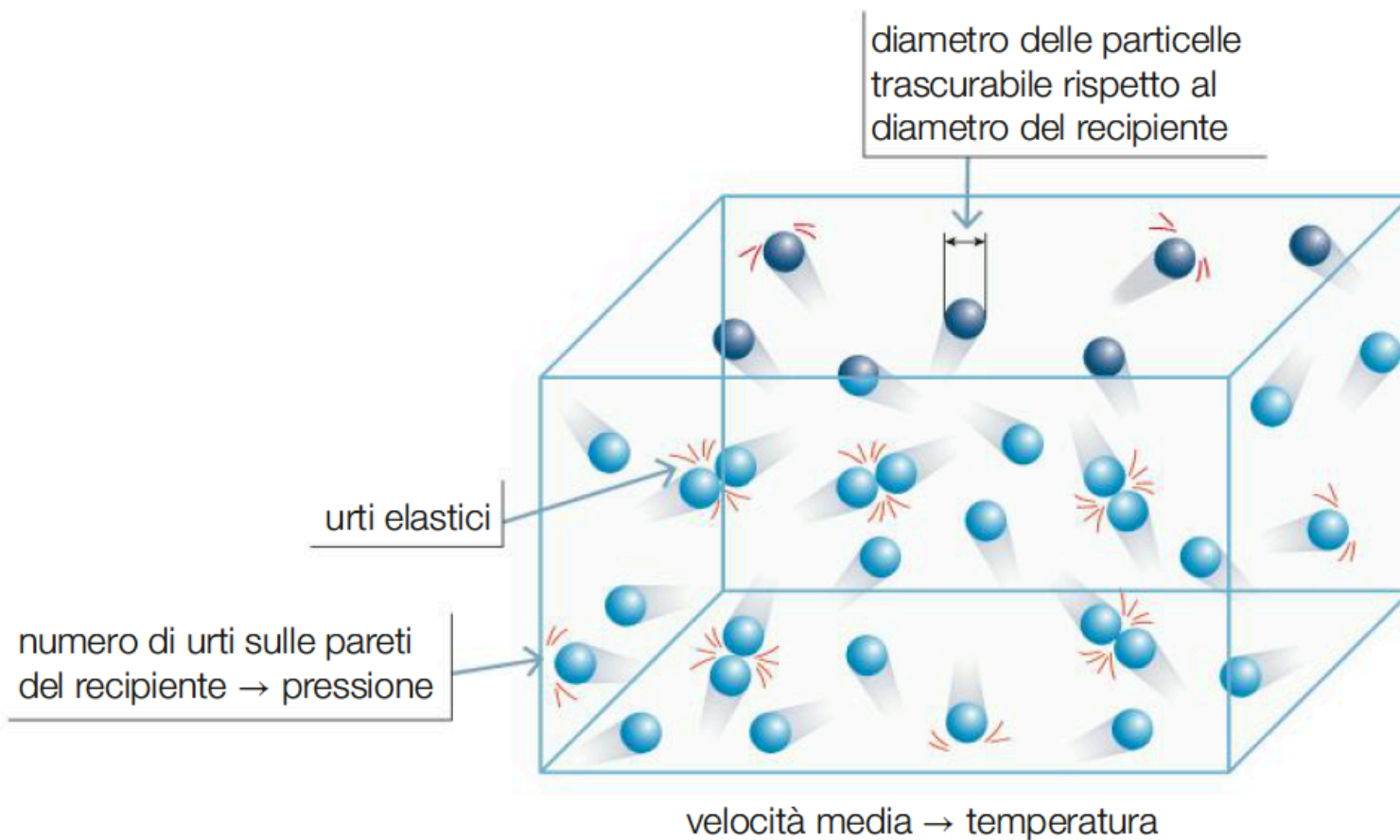
Il modello cinetico dei gas

- lo spazio occupato da ogni molecola è trascurabile rispetto al volume complessivo dell'intera quantità di gas; le particelle possono essere considerate puntiformi e separate da ampie distanze
- ogni molecola compie movimenti di traslazione rapidi e disordinati con traiettoria rettilinea finché non urta le pareti del recipiente o altre molecole
- le collisioni sono elastiche, cioè gli urti, non modificano l'energia cinetica delle molecole del gas

Gli aeriformi

- quando un gas si riscalda o si raffredda, l'energia cinetica delle particelle rispettivamente aumenta o diminuisce
- la velocità media delle particelle aumenta all'aumentare della temperatura, pertanto la temperatura è il riscontro tangibile della velocità delle molecole
- la pressione è l'effetto macroscopico degli urti delle particelle sulle pareti del recipiente, all'aumentare della pressione aumenta il numero di urti.

Gli aeriformi



Gli aeriformi

Legge generale dei gas perfetti

Le grandezze che caratterizzano lo stato fisico di un gas, ossia pressione (P), volume (V), temperatura assoluta (T) e quantità espressa in numero di moli (n) sono tutte in relazione tra loro.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

Dove R è la **costante universale dei gas perfetti** e il suo valore è:

$$0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad \text{oppure} \quad 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$$

Gli aeriformi

La temperatura di 0 °C e la pressione di 1 atm sono definite **condizioni standard**, indicate come **TPS** (Temperatura e Pressione Standard).

In condizioni standard, una mole di gas, indipendentemente dalla sua natura, occupa il volume di **22,4 L**, detto **volume molare**.

Tale valore è stato ricavato dall'equazione generale dei gas perfetti.

Gli aeriformi

Se un recipiente contiene più di un gas, si definisce **pressione parziale** di uno dei componenti la pressione che esso avrebbe se fosse da solo a occupare tutto il volume della miscela.

Secondo la **legge di Dalton delle pressioni parziali** la pressione totale (P_{tot}) di una miscela di gas è pari alla somma delle pressioni parziali (P_1, P_2, \dots, P_i) dei gas che la compongono.

Gli aeriformi

La **diffusione** è il fenomeno per cui le molecole dei gas, nei loro moti casuali, si spostano dalle zone dove il gas è più concentrato a quelle dove è più rarefatto.

Secondo la **legge di Graham**, per una certa temperatura, la velocità (v) con la quale il gas diffonde è:

$$v = \frac{\text{costante}}{\sqrt{MM}}$$

La diffusione spiega perché l'atmosfera ha una composizione uniforme anche se i suoi componenti sono generati in punti localizzati.

Le proprietà dei liquidi

Liquidi e solidi hanno un volume proprio e densità sempre maggiore degli aeriformi, cioè sono caratterizzati da una significativa coesione interna.

I **solidi e i liquidi** sono stati della materia incompressibili e pertanto sono detti **stati condensati**.

In tali stati le particelle si trovano vicine le une alle altre a distanze confrontabili con i diametri molecolari ed esercitano tra di loro forze intermolecolari di varia intensità.

Le proprietà macroscopiche dipendono fortemente dalla composizione chimica delle sostanze.

Le proprietà dei liquidi

Proprietà	FLUIDI		
	Solidi 	Liquidi 	Gas 
Volume e forma	Definiti	Volume definito e forma del recipiente	Indefiniti
Comprimibilità	In pratica nessuna	In pratica nessuna	Elevata
Movimento	Le particelle non scorrono	Le particelle scorrono	Le particelle scorrono facilmente
Diffusione	Lenta	Veloce	Molto veloce
Forza di attrazione tra le particelle	Elevata	Media	Bassa
Spazi intermolecolari	Molto ristretti	Mediamente ampi	Ampi

Le proprietà dei liquidi

Alle temperature e pressioni della superficie terrestre le sostanze pure che si trovano **allo stato liquido** sono costituite da **molecole neutre**.

I liquidi possono formare miscugli omogenei (soluzioni) con soluti molecolari o con soluti ionici.

Le interazioni fra le particelle di un liquido a temperature ordinarie sono forze di van der Waals, legami a idrogeno e, nel caso di soluzioni ioniche, legami ione-molecola.

Le proprietà dei liquidi

Grazie alla capacità delle molecole di scorrere le une sulle altre, i liquidi non hanno forma propria ma si adattano a quella del recipiente che li contiene. I liquidi e gli aeriformi sono pertanto detti **fluidi**.

Molte proprietà macroscopiche dei liquidi dipendono dalle forze di coesione che mantengono vicine le particelle.

Le proprietà dei liquidi

La densità

È il rapporto tra la massa e il volume di una porzione di materia:

$$d = m/V$$

All'aumentare di T , l'agitazione termica allontana le particelle e la densità diminuisce. La **dilatazione termica** dei liquidi, diversamente dai gas, varia ampiamente secondo le sostanze.

A T e P costanti, la densità dipende dalla massa molecolare e dalle distanze fra le molecole, tanto minori quanto più forti sono i legami intermolecolari.

Le proprietà dei liquidi

La viscosità

È la proprietà che esprime la resistenza che un fluido incontra quando i suoi strati scorrono l'uno sull'altro.

Maggiore viscosità significa minore mobilità interna del fluido.

La proprietà inversa è detta **fluidità**.

La viscosità dipende dall'intensità delle forze intermolecolari, dalle dimensioni della molecola e dal numero di legami intermolecolari che ciascuna molecola può stabilire con le altre.

Le proprietà dei liquidi

La tensione superficiale

Misura la tendenza dei liquidi a raccogliersi (a parità di volume) secondo forme che minimizzano la superficie esterna.

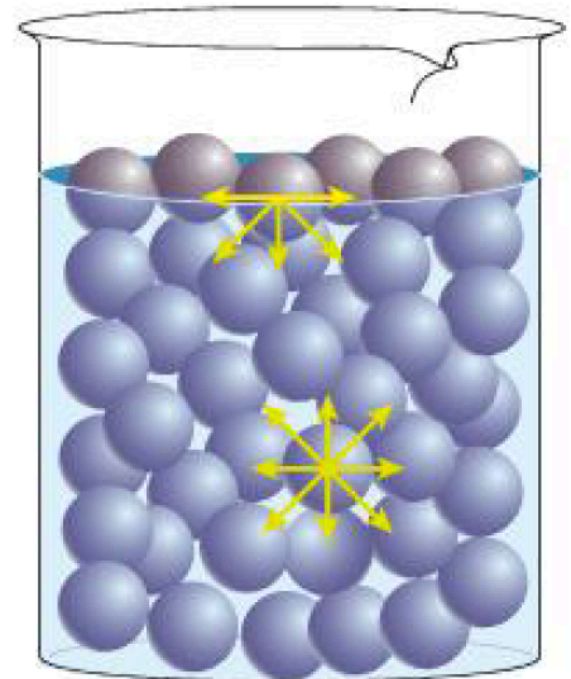
È dovuta alle forze di coesione che si esercitano tra le molecole.

Liquidi con alta tensione superficiale hanno interfacce particolarmente coese.

Le proprietà dei liquidi

Le molecole che si trovano nella parte esterna del liquido esercitano forze attrattive solo sulle molecole sottostanti e laterali.

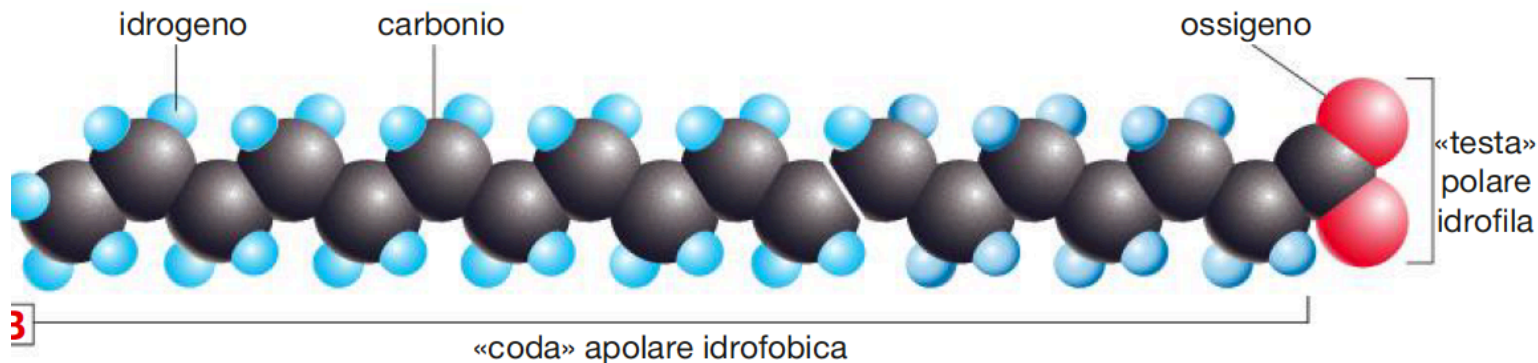
Ne consegue che l'intensità di tali forze è maggiore in superficie che all'interno.



Le proprietà dei liquidi

Le sostanze che abbassano la tensione superficiale dell'acqua sono i **tensioattivi** o **surfattanti** e sono usate come detergenti.

Le molecole dei detergenti si dispongono all'interfaccia fra grasso e acqua: si formano goccioline di grasso che possono essere facilmente eliminate con il lavaggio.



Le proprietà dei liquidi

La bagnabilità

È l'adesione di un liquido su una superficie solida.

È l'effetto macroscopico della combinazione dei legami intermolecolari interni del liquido con le forze che si instaurano con le molecole o gli ioni presenti nel solido, dette **forze di adesione**:

- se prevalgono le forze intermolecolari il solido non è bagnabile e le gocce di liquido hanno una forma più sferica
- se prevalgono le forze di adesione la superficie ha elevata bagnabilità e le gocce sono appiattite.

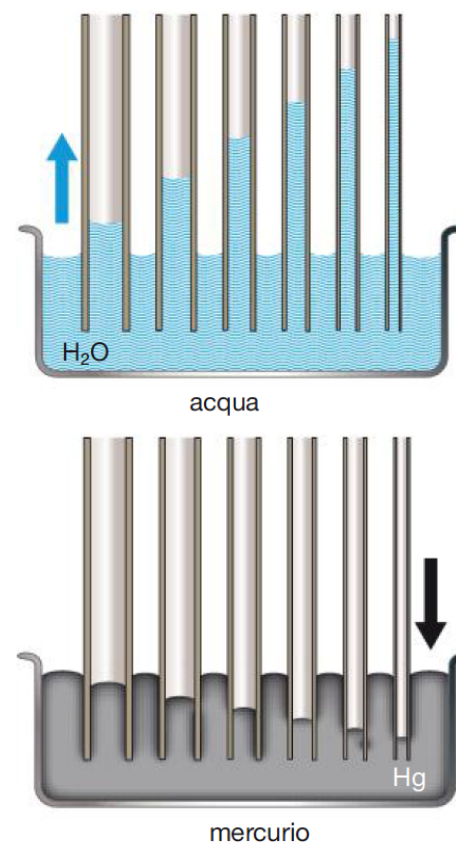
Le proprietà dei liquidi

La capillarità

È l'innalzamento o l'abbassamento del livello di un liquido all'interno di un capillare.

I liquidi tendono a risalire lungo vasi capillari costituiti da materiali con in quali stabiliscono forti legami intermolecolari (alta bagnabilità).

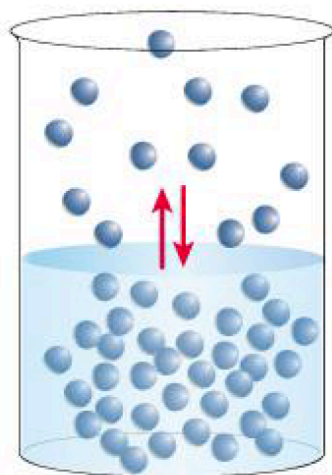
Il dislivello raggiunto è tanto maggiore quanto più sottile è il capillare.



Le proprietà dei liquidi nei passaggi di stato

Il comportamento dei liquidi nel passaggio ad aeriforme dipende in primo luogo dalla tensione di vapore.

Durante il passaggio di stato evaporazione e condensazione avvengono contemporaneamente:



Le proprietà dei liquidi nei passaggi di stato

- se prevale il passaggio da liquido a aeriforme si ha **evaporazione**, cioè il liquido a poco a poco si disperde in atmosfera sotto forma di vapore
- se prevale il passaggio da aeriforme a liquido, si ha **condensazione**, ossia le molecole di vapore si aggregano formando goccioline di liquido
- se il numero delle molecole che evaporano è pari al numero di molecole che condensano, il liquido si trova in **equilibrio dinamico**.

Le proprietà dei liquidi nei passaggi di stato

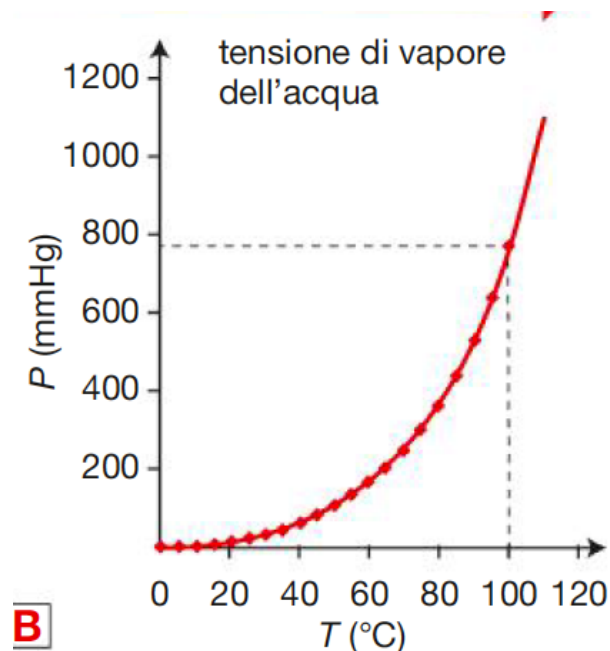
In un liquido in equilibrio dinamico con il proprio vapore si definisce **tensione di vapore** (o **pressione di vapore**) la pressione parziale del vapore che lo sovrasta.

Si parla di **vapore saturo** quando il vapore è in equilibrio con il proprio liquido, ossia quando la sua pressione parziale è pari alla tensione di vapore.

Le proprietà dei liquidi nei passaggi di stato

La tensione di vapore dipende dalla natura della sostanza e dalla temperatura.

All'aumentare di T aumenta l'agitazione termica delle molecole, che in numero sempre maggiore sono in grado di passare allo stato aeriforme.



B

Le proprietà dei liquidi nei passaggi di stato

Quando la temperatura di un liquido raggiunge il valore al quale la tensione di vapore equivale alla pressione esterna (di solito la pressione atmosferica) il vapore inizia a formarsi anche dentro il liquido.

Si formano bolle che salgono verso l'alto per poi disperdersi all'esterno: questo fenomeno è l'**ebollizione**.

Le proprietà dei liquidi nei passaggi di stato

La temperatura di ebollizione varia con:

- il tipo di sostanza
- la pressione esterna
- la dimensione e il peso delle molecole e da quanto sono unite tra loro dalle forze intermolecolari.

La temperatura alla quale la tensione di vapore del liquido uguaglia la pressione esterna diviene più alta all'aumentare della pressione.

Le proprietà dei solidi

La proprietà fisica che caratterizza i **solidi** è la resistenza alla deformazione e alla compressione. I solidi hanno infatti forma propria e volume proprio.

Le particelle che costituiscono i solidi possono essere:

- **atomi**
- **molecole neutre**
- **ioni**

I legami che uniscono le particelle possono perciò essere covalenti, intermolecolari, ionici e metallici.

Le proprietà dei solidi

Le particelle dei solidi sono molto vicine le une alle altre e hanno movimenti limitati: possono solo oscillare intorno alla propria posizione.

In base alla disposizione generale delle particelle si distinguono tre tipi di solidi:

solidi cristallini

solidi amorfi vetrosi

solidi amorfi fibrosi

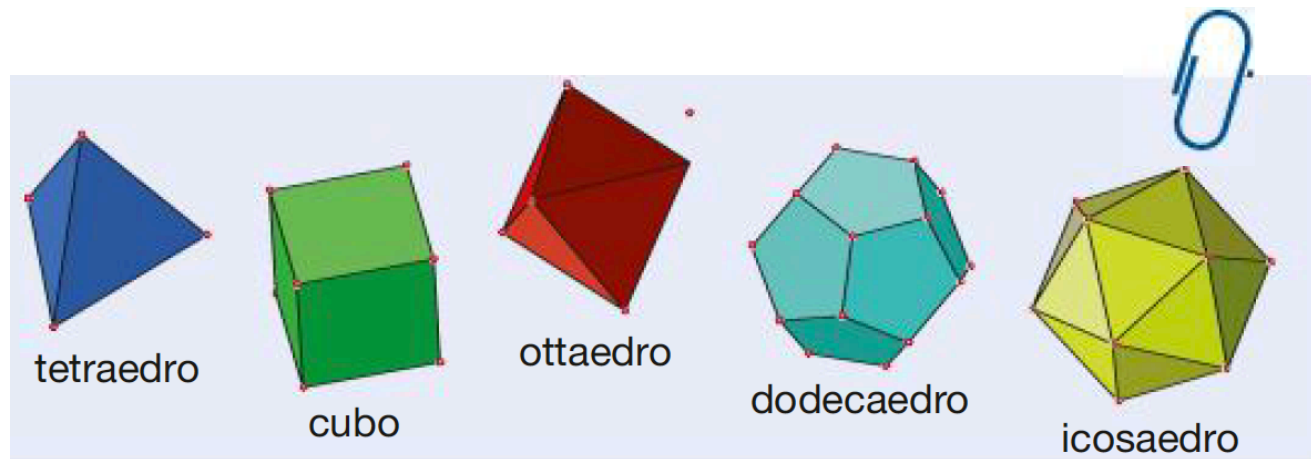
Le proprietà dei solidi

Solidi cristallini



Hanno la forma di **poliedri**. Quando si fratturano lungo superfici piane generano frammenti più piccoli, che mantengono la forma poliedrica.

Le proprietà dei solidi



Di solito si parla di macrocristalli e microcristalli.

Nei solidi cristallini gli atomi, le molecole e gli ioni sono distribuiti ordinatamente in un reticolo tridimensionale con una propria geometria caratteristica.

Le proprietà dei solidi

Solidi amorfi vetrosi



Non presentano poliedri, né macroscopici, né microscopici e i frammenti hanno solitamente superfici curve.

Le particelle sono distribuite nello spazio in modo disordinata, come nei liquidi.

Le proprietà dei solidi

Durante la fusione attraversano uno stato di rammollimento in cui le molecole si allontanano progressivamente tra loro, la viscosità diminuisce e i materiali diventano più facili da lavorare.

Solidi amorfi sono i vetri, l'ossidiana, materie plastiche, ecc.



Le proprietà dei solidi

Solidi amorfi fibrosi



Sono amorfi e le molecole sono associate tra loro in modo molto stabile per tutta la lunghezza della fibra.

Ci sono regioni in cui le molecole si dispongono in modo ordinato grazie alla presenza di legami idrogeno intermolecolari e altre nelle quali l'orientamento è casuale.

Le proprietà dei solidi

In base al tipo di particelle che le costituiscono si distinguono quattro tipi di solidi cristallini:

solidi ionici

solidi molecolari

solidi covalenti

solidi metallici

Le proprietà dei solidi

I **solidi ionici** sono costituiti da ioni positivi e negativi alternati nel reticolo e uniti tramite robusti legami ionici. Sono altofondenti. Sono solidi ionici quasi tutti i minerali appartenenti alla crosta terrestre.

I **solidi molecolari** sono formati da molecole unite tra loro da deboli forze intermolecolari. Di conseguenza sono bassofondenti.

Le proprietà dei solidi

I **solidi covalenti** presentano legami covalenti che uniscono tutti gli atomi del cristallo formando un'unica molecola gigante. Di conseguenza hanno un'elevata durezza e punto di fusione.

I **solidi metallici** sono costituiti da ioni positivi ordinatamente disposti nel reticolo cristallino uniti da legame metallico. Questo legame lascia gli elettroni liberi di muoversi rendendo i metalli buoni conduttori di elettricità.

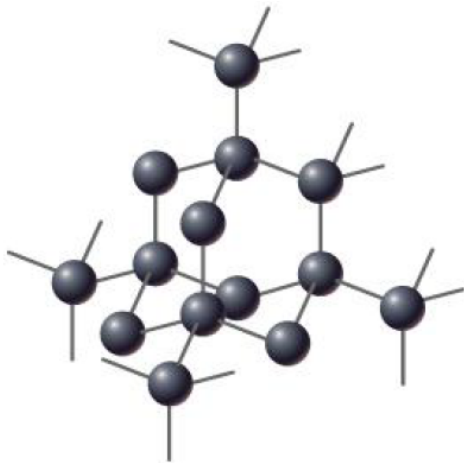
Le proprietà dei solidi

Sostanze che si presentano in forme diverse pur avendo la stessa composizione chimica sono dette **allotropi** e le loro diverse forme sono dette allotropiche.

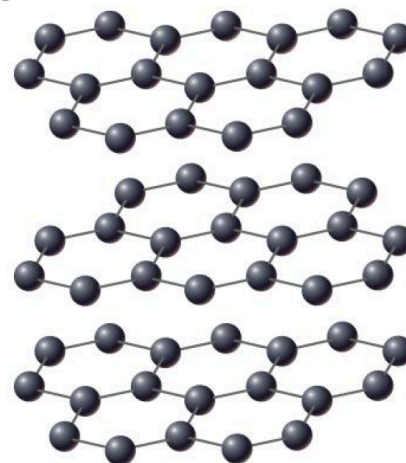
Il carbonio si trova sotto le forme allotropiche di diamante e di grafite.

Le proprietà dei solidi

Il diamante è un solido covalente di elevata durezza, la grafite ha anche legami intermolecolari di van der Waals che consentono la formazione di strati, rendendola molto tenera.



diamante



grafite

Le proprietà dei solidi

In generale si parla di allotropia in riferimento a sostanze elementari.

Per i composti che si presentano in diverse forme si preferisce invece usare il termine **polimorfismo**.

Forme
polimorfe del
carbonato di
calcio.

