

la Materia

LA MATERIA

Si può definire *materia* qualsiasi cosa che occupi un *volume* e possieda una *massa*.

Per essere più precisi occorre individuare delle caratteristiche che permettano di distinguere gli oggetti gli uni dagli altri e per far ciò si deve risalire alle sostanze che li costituiscono.

Le proprietà attribuibili alla materia possono essere sintetizzate in:

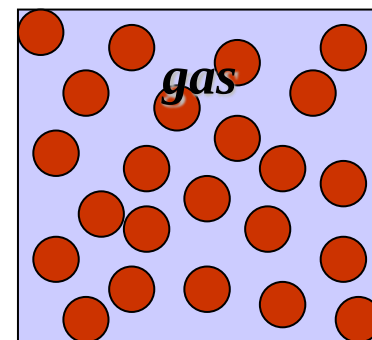
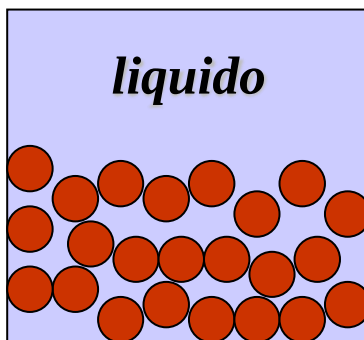
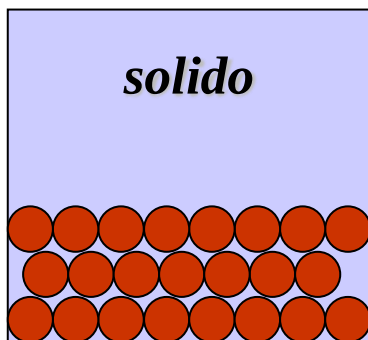
1. la materia è caratterizzata da tre stati fisici:
solido, liquido e gassoso;
2. è possibile il passaggio da uno stato all'altro;
3. il passaggio di stato si ottiene per mezzo di trasformazioni reversibili;
4. nei passaggi di stato si conserva la massa.

LA MATERIA

Per prima cosa abbiamo stabilito che in natura i corpi si presentano in tre stati fisici che possiedono alcune caratteristiche macroscopiche che permettono di distinguerli in gruppi:

- i **solidi** hanno massa e volume definiti, forma propria e non sono compressibili;
- i **liquidi** hanno massa e volume definiti, prendono la forma del recipiente in cui sono contenuti e sono leggermente compressibili;
- i **gas** hanno massa definita, ma il volume non lo è in quanto tendono ad occupare tutto lo spazio a disposizione, assumono la forma del recipiente e sono fortemente compressibili.

LA MATERIA



LA MATERIA

Per definire le proprietà delle sostanze si può introdurre un modello di interpretazione dei fenomeni osservati e previsione sugli altri fenomeni.

Il **modello molecolare** lega le proprietà della materia a quelle dei suoi più piccoli componenti. Esso considera la materia composta di molecole, definite come la più piccola parte che gode delle stesse proprietà macroscopiche del corpo (non la parte più piccola in assoluto in cui può essere scomposta la materia!).

Alle molecole vengono attribuite delle proprietà intrinseche:

1. sono **indivisibili**;
2. sono **indeformabili**;
3. hanno **volume proprio**, diverso da molecola a molecola;
4. possiedono **massa propria**, diversa da una molecola all'altra.

L'ATOMO

La molecola a sua volta è costituita da parti più piccole dette *atomi*.

L'atomo è a sua volta costituito da altri componenti più piccoli (*elettroni*, *protoni* e *neutroni*) che forniscono le caratteristiche distintive dell'atomo.

Le masse sono molto piccole, quella del protone è simile a quella del neutrone, dell'ordine di circa 10^{-24} g.

L'*elettrone* invece ha massa che è circa *2000 volte più piccola di quella del protone*.

L'ATOMO

Struttura dell'atomo.

L'atomo è diviso in particelle elementari, le più importanti, e quelle che interessano noi, sono: **protoni**, **neutroni** ed **elettroni**.

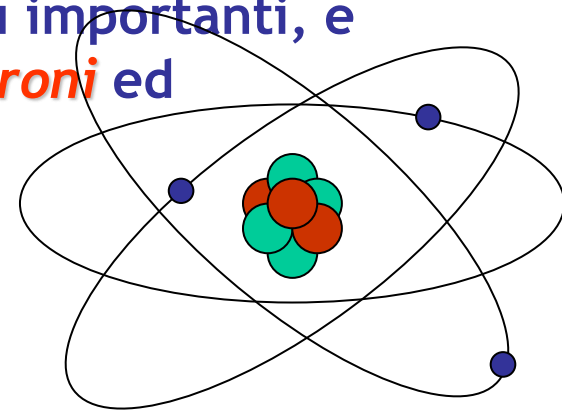
I protoni hanno carica elettrica **positiva**.

I neutroni sono elettricamente **neutri**.

Gli elettroni hanno carica elettrica **negativa** e ruotano intorno al nucleo in una sorta di nube elettronica. In un atomo è contenuto lo stesso numero di elettroni e di protoni.

L'atomo complessivamente ha carica elettrica nulla.

Possiamo dire che le **dimensioni** dell'atomo sono determinate dalla sua nube elettronica, mentre la **massa** è determinata dal numero totale di particelle presenti nel nucleo.



L'ATOMO

Le sostanze costituite da un solo tipo di atomo sono classificate come elementi. Gli *elementi esistenti in natura sono 103*, di cui tredici preparati artificialmente, e sono raccolti tavola periodica degli elementi.

I°A																gas nobili		
H	II°A											III°A	IV°A	V°A	VI°A	VII°A	He	1°
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	2°
Na	Mg	III°B	IV°B	V°B	VI°B	VII°B	VIII°B	VIII°B	VIII°B	I°B	II°B	Al	Si	P	S	Cl	Ar	3°
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	4°
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	5°
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	6°
Fr	Ra	Ac	Ku	Ha	Unh	Uns	108	Unn	Uun	7°								
(III°B) LANTANIDI (terre rare)																stato gassoso		
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	(6°)		artificiale		
(III°B) ATTINIDI (transuranici)																stato liquido		
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lw	(7°)		semimetallo		

IONI E METALLI

Normalmente, gli atomi sono elettricamente neutri, perché il numero di protoni è uguale a quello degli elettroni.

Un atomo può essere elettricamente carico se si aggiungono o sottraggono elettroni.

In questo caso l'atomo viene detto *ione negativo* o *positivo* rispettivamente.

Reazioni chimiche

REAZIONI CHIMICHE

Una *reazione chimica* è una trasformazione in cui da una serie di sostanze, dette *reagenti*, si ottengono delle altre sostanze, dette *prodotti*.

Ogni reazione viene schematizzata con simboli chimici usando le formule di tutte le specie che vi partecipano. Una generica reazione chimica si schematizza nel modo seguente:



si può notare che i reagenti A e B si trovano a sinistra della freccia, mentre a destra compaiono i prodotti C e D; la freccia singola indica che questa reazione avviene unicamente da sinistra a destra.

REAZIONI CHIMICHE

Introducendo opportuni coefficienti interi, detti *coefficienti stechiometrici*, le formule diventano:



i coefficienti esprimono il numero di molecole di reagenti e prodotti che partecipano alla reazione.

Stati:
solido, liquido e gassoso

STATI

Le caratteristiche di solidi, liquidi e gas si possono interpretare in funzione della **cinetica**, cioè del moto delle particelle. In generale, l'energia cinetica media delle particelle aumenta con la temperatura.

Nei **solidi**, le particelle sono vicine e disposte in modo ordinato e non possiedono energia sufficiente a vincere le forze di attrazione che le tengono insieme, hanno movimenti molto limitati, sotto forma di vibrazione interna alla struttura.

Nei **liquidi**, le particelle sono più lontane tra loro e meno ordinate, hanno energia superiore e sono in grado di vincere le forze che le trattengono e di muoversi con maggiore libertà.

Nei **gas**, infine, le particelle sono molto più lontane ed hanno energia decisamente superiore, si muovono, quindi, liberamente nello spazio disponibile.

STATI

Le *proprietà macroscopiche* di *solidi* e *liquidi* presentano alcune analogie: entrambi hanno un volume definito, sono *poco comprimibili* e hanno *densità elevata* in relazione al fatto che le particelle sono molto vicine e trattenute da forze attrattive che ne limitano il movimento.

I *liquidi*, tuttavia, si caratterizzano per la *fluidità*, che gli permette di assumere la forma del contenitore, e per una disposizione delle particelle meno ordinata e più variabile rispetto alla struttura di un solido cristallino.

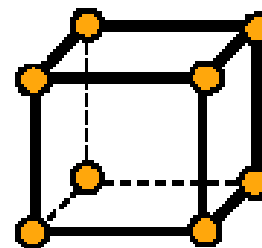
Nei *gas* le particelle, più distanti e meno trattenute, possono occupare tutto lo spazio a disposizione. Le specie gassose sono quindi caratterizzate da una *bassa densità* e da un'*elevata comprimibilità*.

STATO SOLIDO

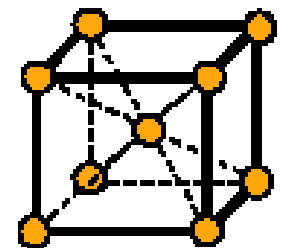
Ogni cella elementare è definita da tre **parametri lineari** (lunghezza degli spigoli) e da tre **parametri angolari** (angoli tra gli spigoli). La cella più semplice è quella cubica, caratterizzata da spigoli della stessa lunghezza e perpendicolari tra loro.

Se la cella cubica elementare contiene particelle solo ai vertici, viene detta **cella cubica primitiva**. Sono inoltre possibili una **cella cubica a corpo centrato** (una particella su ogni vertice e una al centro del cubo) e **cubica a facce centrate** (una particella su ogni vertice e una al centro di ogni faccia).

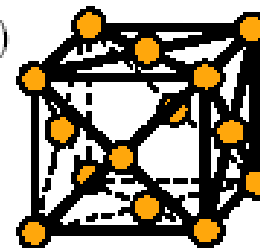
Celle elementari di tipo cubico



P
(primitiva)



I
(corpo centrato)



F
(facce centrate)

STATO LIQUIDO

Lo stato liquido può essere considerato intermedio tra lo stato solido e quello gassoso, le molecole, che si muovono in modo caotico, sono tenute insieme da forze sufficienti ad evitarne la separazione, ma non a bloccarle in una struttura fissa.

I liquidi sono caratterizzati da una struttura dinamica, continuamente soggetta a modifiche, per cui è possibile riconoscere nei liquidi un *ordine a corto raggio*, contrapposto all'ordine a lungo raggio dei cristalli.

STATO LIQUIDO

STRUTTURA E PROPRIETA'

TENSIONE SUPERFICIALE - Le molecole interne ad un liquido sono soggette a forze attrattive da parte di quelle circostanti in ogni direzione e la risultante di tutte queste forze è nulla.

La **tensione superficiale** è l'energia richiesta per aumentare l'area di un liquido, portando le molecole interne in superficie.

STATO LIQUIDO

VISCOSITA' - rappresenta l'*attrito interno* di un liquido ed esprime la maggiore o minore facilità di scorrimento rispetto ad una superficie adiacente. Più forti sono le forze intermolecolari, maggiore è la viscosità, che in genere diminuisce al crescere della temperatura, in quanto un aumento di energia cinetica rende meno efficaci le attrazioni intermolecolari.

TENSIONE DI VAPORE - L'evaporazione è il passaggio allo stato gassoso delle molecole di un liquido.

A parità di temperatura, un liquido evapora più o meno facilmente a seconda delle forze che mantengono unite le molecole.

I liquidi con tensioni di vapore elevate vengono definiti *volatili*, quelli con basse tensioni di vapore *non volatili*.

PRESSIONE E SPINTA IDROSTATICA NEI LIQUIDI

Spinta idrostatica

LEGGE DELLA PRESSIONE IDROSTATICA

Un liquido in quiete contenuto in un recipiente esercita una pressione sulle pareti e sul fondo; questa pressione viene detta **pressione idrostatica**.

Se S è l'area del fondo di un recipiente contenente un liquido di peso specifico γ , con h l'altezza del pelo libero del liquido dal fondo, la forza F con la quale il liquido comprime tale superficie, è data da:

$$F = \gamma \cdot S \cdot h$$

PRESSIONE E SPINTA IDROSTATICA NEI LIQUIDI

Spinta idrostatica

Sostituendo $F = \gamma \cdot S \cdot h$ nell'espressione della pressione ($p=F/S$) si ottiene:

$$p = \gamma \cdot h \text{ (}\gamma \text{ in Kg/m}^3 \text{ e } h \text{ in m).}$$

La *pressione idrostatica* di un liquido è data dal prodotto del suo peso specifico per l'altezza.

(Legge di Stevin)

PRESSIONE E SPINTA IDROSTATICA NEI LIQUIDI

Spinta idrostatica

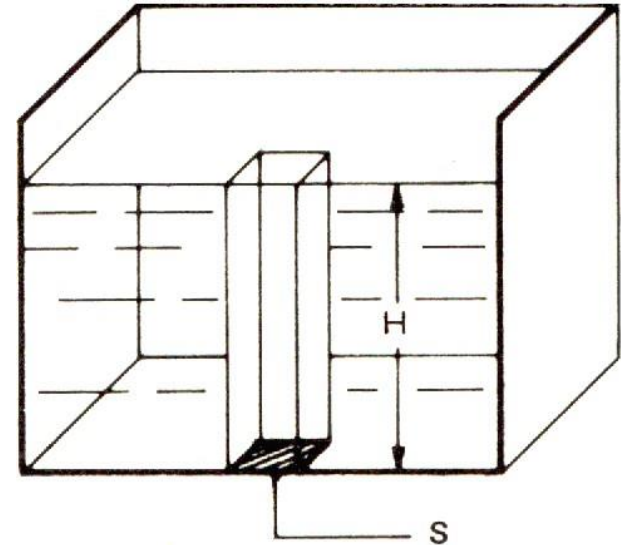
Ne segue che:

- in tutti i punti alla stessa altezza il valore della pressione idrostatica è costante;
- la pressione idrostatica è direttamente proporzionale alla profondità dal pelo libero.

Scrivendo l'equazione nella forma:

$$h = p/\gamma$$

si evidenzia come la pressione possa essere rappresentata da un'altezza h di liquido avente il peso specifico γ . L'altezza si dice **piezometrica** (1 atm = 10 m.c.a., metri di colonna d'acqua).



PRESSIONE E SPINTA IDROSTATICA NEI LIQUIDI

Principio di Archimede

Dalla legge della pressione idrostatica si può ricavare direttamente il teorema intuito ed enunciato da Archimede.

“Un corpo immerso in un fluido è soggetto, in conseguenza delle pressioni agenti sulla sua superficie di contorno, ad una forza ("spinta") diretta verticalmente verso l'alto, uguale al peso del liquido spostato”

PRESSIONE E SPINTA IDROSTATICA NEI LIQUIDI

Principio di Pascal

In un fluido incompressibile in quiete, aumentando la pressione di un certo valore in un punto, la pressione aumenta dello stesso valore in tutti gli altri punti.

PRINCIPIO DI PASCAL

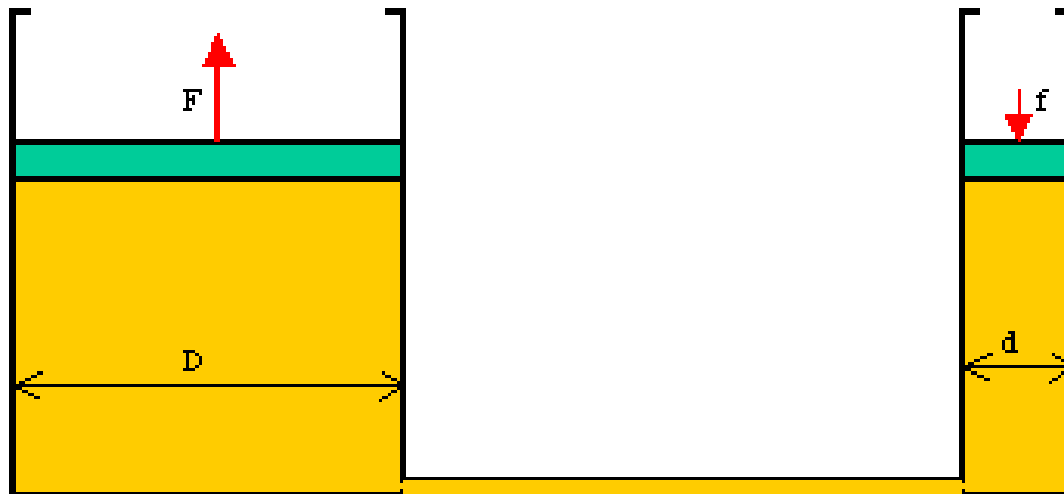
“una pressione esercitata sopra un liquido si trasmette, senza variare di intensità, in tutte le direzioni”.

Conseguenza di questo principio è la *legge dei vasi comunicanti* e come applicazione pratica il torchio idraulico.

PRESSIONE E SPINTA IDROSTATICA NEI LIQUIDI

Principio di Pascal

Il **torchio idraulico** è costituito da due cilindri di sezione diversa contenenti un liquido (solitamente un **olio**) collegati da un tubo. In base al teorema di **Pascal**, la pressione esercitata su uno dei due pistoni si trasmette attraverso il liquido all'altro pistone moltiplicando la forza che si ottiene su di esso, ricordando che la forza è pari alla pressione per la superficie.



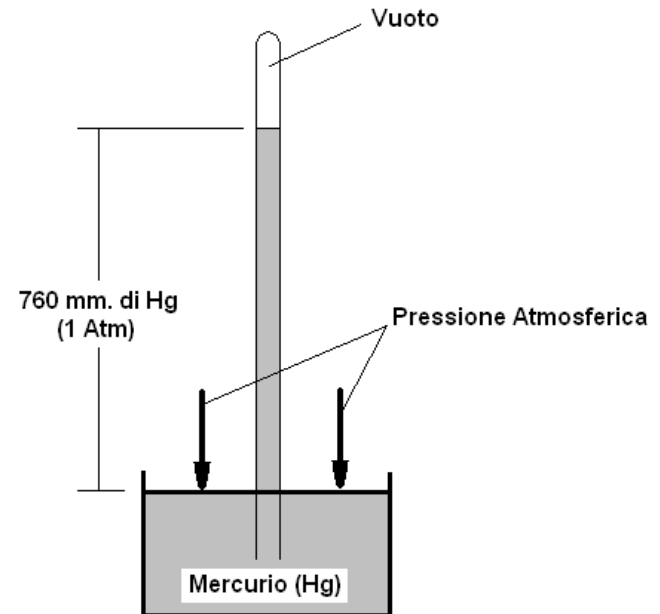
BAROMETRI

Barometro

Il **barometro** è lo strumento di misura per la pressione atmosferica.

È usato per determinare l'altitudine di un luogo e, nell'ambito della meteorologia, per rilevare dati utili per le previsioni del tempo.

Il primo barometro fu costruito da **Evangelista Torricelli** nel 1643. Questo strumento è costituito da un tubo a fondo cieco lungo non meno di 80 centimetri, riempito di **mercurio** e rivoltato aperto verso il basso in una vaschetta contenente altro mercurio.

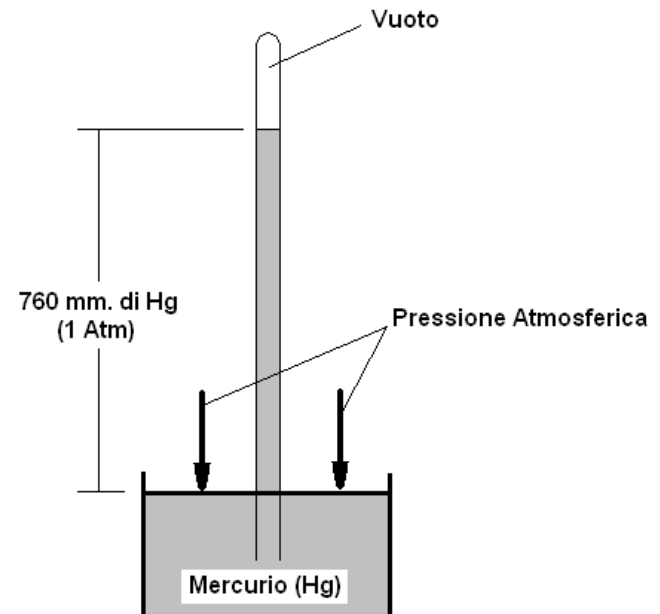


BAROMETRI

Barometro

La colonna di mercurio tende a scendere nella vaschetta lasciando il vuoto dietro di se.

Sulla parte inferiore della colonna agisce però la **pressione atmosferica** che tende a spingere verso l'alto la colonna.



Quando la colonna ha raggiunto una altezza tale che la pressione esercitata alla base controbilancia perfettamente la pressione atmosferica allora la discesa si interrompe.

STATO GASSOSO

Prima di esaminare le leggi che descrivono il comportamento dei gas, consideriamo brevemente i parametri che permettono di definire lo stato gassoso, con le relative unità di misura.

La **temperatura** è la grandezza fisica che determina il verso del flusso di calore, in quanto il calore passa spontaneamente da un corpo a T più elevata ad un corpo a T più bassa. Per misurare la temperatura, vengono usate due scale convenzionali ed una scala assoluta.

Le scale convenzionali sono la scala Fahrenheit, comunemente usata nei paesi anglosassoni e la scala Celsius; quest'ultima divide l'intervallo di temperatura compreso tra le temperature di congelamento e di ebollizione dell'acqua (che corrispondono, quindi, a 0°C e 100°C , rispettivamente) in cento parti uguali (ogni parte viene detta grado e si indica con il simbolo $^{\circ}\text{C}$).

STATO GASSOSO

Il **volume** è rappresentato dallo spazio occupato da una sostanza. L'unità di volume nel SI è il metro cubo (m^3); in chimica si usano il dm^3 (10^{-3} m^3) ed il cm^3 (cc, 10^{-6} m^3); sono ampiamente usate anche le unità litro (l) e millilitro (ml).

La **pressione** è definita come forza per unità di area. L'unità di pressione nel SI è il Pascal (Pa), che corrisponde ad un Newton (N) per metro quadro. In pratica l'uso di questa unità è ancora limitata. Si usano ancora frequentemente:

- l'atmosfera (atm) corrispondente alla pressione esercitata da una colonna di mercurio alta 760 mm;
- il torricelli (Torr) corrispondente ad $1/760$ di atm (cioè alla pressione esercitata da 1 mm di Hg).

STATO GASSOSO

LEGGI DEI GAS IDEALI

Le leggi dei gas sono enunciate in riferimento ad un **GAS IDEALE** (o **gas perfetto**), che presenta queste caratteristiche:

- le particelle sono soggette a continui movimenti casuali;
- le particelle hanno volume trascurabile rispetto al volume del occupato dal gas;
- non vi sono interazioni tra le particelle;
- gli urti tra le particelle sono perfettamente elastici.

In pratica, i gas reali si avvicinano tanto più a questi comportamenti quanto più sono a bassa pressione e ad alta temperatura.

Per i gas lo stato di riferimento è dato dalle **condizioni normali** (cn)
 $P = 1 \text{ atm}$; $T = 0^\circ \text{C}$ (273 K).

STATO GASSOSO

LEGGI DI BOYLE, CHARLES E GAY LUSSAC - Le leggi dei gas stabiliscono delle relazioni tra i valori di una coppia di variabili (scelte fra P, V, T) relative ad una certa quantità di gas (che non varia) quando la terza viene mantenuta costante.

La **Legge di Boyle** esprime la relazione tra P e V a T costante: per una certa quantità di gas a temperatura costante, il volume del gas è inversamente proporzionale alla sua pressione.

$$PV = \text{cost} \text{ (con } T = \text{cost)}.$$

Date due condizioni (1 e 2), essa può essere espressa anche come:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

STATO GASSOSO

La *Legge di Charles* esprime la relazione tra P e T a V costante: la pressione di una certa quantità di gas a volume costante è direttamente proporzionale alla T assoluta.

$$P/T = \text{cost (legge isocora, } V = \text{cost)}$$

o anche:

$$P_1 T_2 = P_2 T_1$$

STATO GASSOSO

La *Legge di Gay-Lussac* esprime la relazione tra V e T a P costante ed è analoga alla legge di Charles

$$V/T = \text{cost (legge isobara, } P = \text{cost)}$$

oppure:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Combinando queste leggi si ottiene la relazione:

$$PV/T = \text{cost}$$

che può essere usata quando variano due parametri per calcolare il terzo. In questa relazione il volume e la pressione possono essere espresse in qualsiasi unità di misura, purché uguali per gli stati iniziale e finale; la temperatura va invece espressa in scala assoluta.

STATO GASSOSO

L'*equazione di stato dei gas perfetti* mette in relazione tutte le variabili contemporaneamente. Partendo dalla relazione $PV/T = \text{cost}$, possiamo ricavare il valore di una costante, che chiameremo R , e che per 1 mole di gas (corrispondente a 22,4l, volume molare dei gas, cioè volume occupato da una mole di qualsiasi gas) alla pressione di 1 atm ed alla T di 273 K vale:

$$R = PV/T = 1 \text{ atm} \times 22,4 \text{ l mol}^{-1}/273 \text{ K}$$

$$R = 0,0821 \text{ atm l K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

Il valore di R cambia se si adottano altre unità di misura.

Per 1 mole di un qualsiasi gas, possiamo scrivere:

$$PV = RT$$

E per n moli di gas:

$$PV = nRT$$

passaggi di stato

PASSAGGI DI STATO

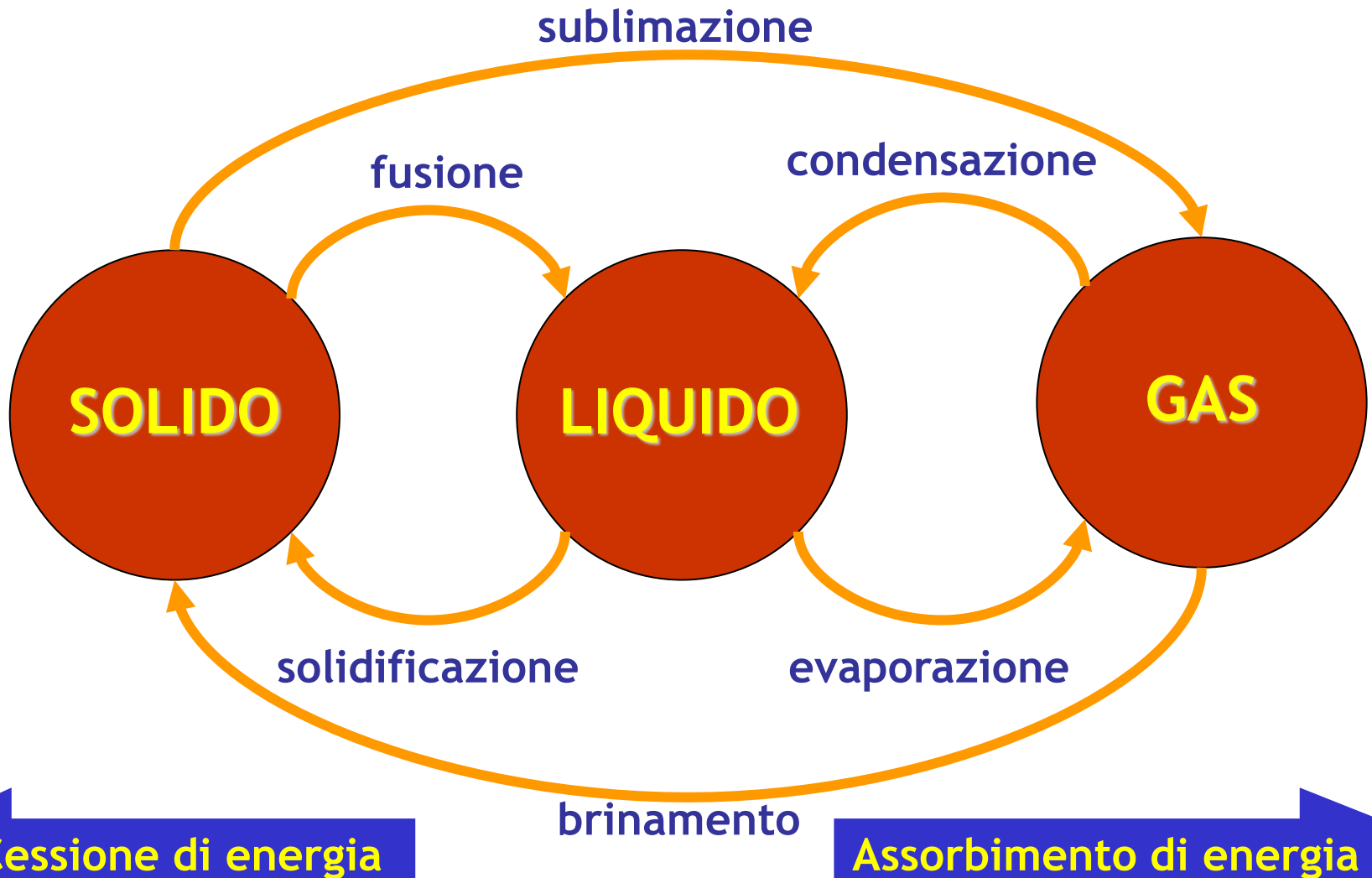


DIAGRAMMA DI STATO

Il *diagramma di stato* di una specie chimica pura consente di conoscere in funzione della temperatura e della pressione i campi di stabilità di ogni stato fisico, di definire le condizioni di temperatura e pressione alle quali coesistono in equilibrio più stati fisici.

Descriviamo gli aspetti generali di un diagramma di stato usando come esempio quello relativo ad H_2O , riportato in Figura.

