

---

*Paul Rooms*

---

# LA CHIMICA IN CUCINA

Dispense per il corso di Chimica del 2° anno  
dell' I.P.S.S.E.O.A. "B. Buontalenti" di Firenze.  
Tutti i diritti sono riservati.



## Sommario

.....	1
PREFAZIONE.....	4
A cosa mi serve? .....	4
Fino a che punto studiare la chimica? .....	5
INTRODUZIONE .....	6
Cosa è la chimica.....	6
Una cucina è un laboratorio di chimica .....	7
MISCUGLI E SOSTANZE PURE .....	8
<i>La materia intorno a noi: i miscugli e le miscele</i> .....	8
La concentrazione.....	10
CLASSIFICAZIONE DEI MISCUGLI .....	13
Miscugli omogenei ed eterogenei .....	13
I vari tipi di miscuglio.....	14
Passaggi di stato .....	15
Tecniche di separazione.....	17
GLI ATOMI .....	20
Un po' di storia.....	20
Gli elementi .....	21
L'elettricità: un breve ripasso .....	21
Le particelle che costituiscono l'atomo.....	22
La tavola periodica degli elementi .....	26
I COMPOSTI .....	31
Breve ripasso del concetto di energia .....	31
Perché gli atomi si legano fra loro .....	32
Come gli atomi si legano fra loro .....	34
Il legame ionico.....	35
<i>Il legame covalente</i> .....	36
Il legame metallico .....	38
Il legame fra molecole.....	38
Nomenclatura e classificazione dei composti chimici.....	43
Le formule dei composti .....	43
Classificazione.....	44
Composti inorganici .....	44
Composti organici.....	45

Le proprietà dei composti spiegate in base al legame .....	50
Solubilità .....	50
Conducibilità elettrica .....	51
Lavorabilità.....	51
Come avvengono le trasformazioni chimiche: velocità .....	54
Come avvengono le trasformazioni chimiche: equilibrio .....	57
L'equilibrio di dissociazione dell'acqua .....	60
La misura dell'acidità e la scala del pH.....	62
La reazione di neutralizzazione .....	64
Il comportamento dei gas.....	66
Emulsioni, gel e schiume .....	69
Denaturazione delle proteine.....	69
Gelificazione dell'amido .....	70
Le emulsioni .....	71
I gel.....	74
Le schiume .....	75
Simboli di rischio .....	76

## PREFAZIONE

### A cosa mi serve?

In più di un quarto di secolo di insegnamento non vi è stata classe che non mi abbia fatto questa domanda: *a cosa ci serve studiare la chimica?*

Gli esseri umani hanno sviluppato molti modi di spiegare il mondo: attraverso l'arte, la religione, la matematica e la geometria, la musica, la poesia, la psicologia, ecc.

---

*Siamo fatti della materia di cui son fatti i sogni; e nello spazio e nel tempo d'un sogno è racchiusa la nostra breve vita. (Shakespeare, La tempesta, atto IV)*

---

Ciascuno di questi modi segue regole e metodi propri, in poche parole “vede il mondo” da un particolare punto di vista e seguendo modi di ragionare diversi. Nessuna di queste arti o scienze è in grado di spiegare il mondo in tutti i suoi aspetti, ma tutte insieme formano quello che chiamiamo “cultura”.

---

*Scienza: una linea è una successione infinita di punti geometrici.  
Poesia: una linea è un punto che è andato a fare una passeggiata.*

---

*La chimica è uno dei tanti modi di descrivere il mondo.*

Quando studiate una qualunque delle tante materie scolastiche non dovete pensare a cosa vi servirà in termini di applicazione pratica, ma piuttosto in termini di sviluppo della capacità di ragionamento.

Il nostro cervello è costituito da una quantità enorme di cellule chiamate neuroni che, sollecitate dallo studio e da ogni altro tipo di esperienza, si collegano fra loro per creare quei “percorsi” che ci permettono di “ragionare”.

La chimica permette di creare un bel po' di questi “percorsi”, che all'occorrenza potranno essere usati anche in campi diversi dalla chimica stessa.

Questo processo non è qualcosa di astratto, ma è molto reale e fisico, come quando sviluppate i muscoli praticando uno sport: ogni volta che “imparate” qualcosa i vostri neuroni sviluppano e modificano i collegamenti fra loro.

Non si vede e non si sente nulla, ma vi garantisco che è così.

Se poi questi percorsi non vengono utilizzati per molto tempo, ecco che, come un sentiero nel bosco, si riempiono di erbacce e spariscono.

Il vostro cervello si sviluppa, e aumenta le sue capacità, sia che impariate a friggere un uovo, sia che impariate cosa è un atomo. Sono apprendimenti diversi che potrete utilizzare per scopi diversi.

### Fino a che punto studiare la chimica?

Come tutte le discipline, anche la chimica può essere studiata a vari livelli di approfondimento. Premesso che in qualunque facoltà scientifica la chimica si studia a partire da zero, per chi non voglia fare della chimica la propria professione è sufficiente, a mio avviso, assimilare quanto spiegato in questo libro.

Conoscere le basi della chimica è comunque indispensabile per lo studio della scienza dell'alimentazione e per comprendere i fenomeni che avvengono durante la preparazione dei cibi.

Le reazioni chimiche che avvengono durante la cottura, la conservazione e la digestione dei cibi, va al di là degli scopi di questo libro, essendo oggetto di studio nel corso di Scienza degli Alimenti.

Ho volutamente ommesso, se possibile, qualunque trattazione matematica dei vari argomenti.

## INTRODUZIONE

### Cosa è la chimica

Fino a questo punto ho dato per scontato che, più o meno, tutti sappiano cosa sia la chimica.

È il momento di darle una definizione precisa:

---

*Chimica:  
la scienza che studia la composizione, le proprietà e le trasformazioni  
della materia.*

---

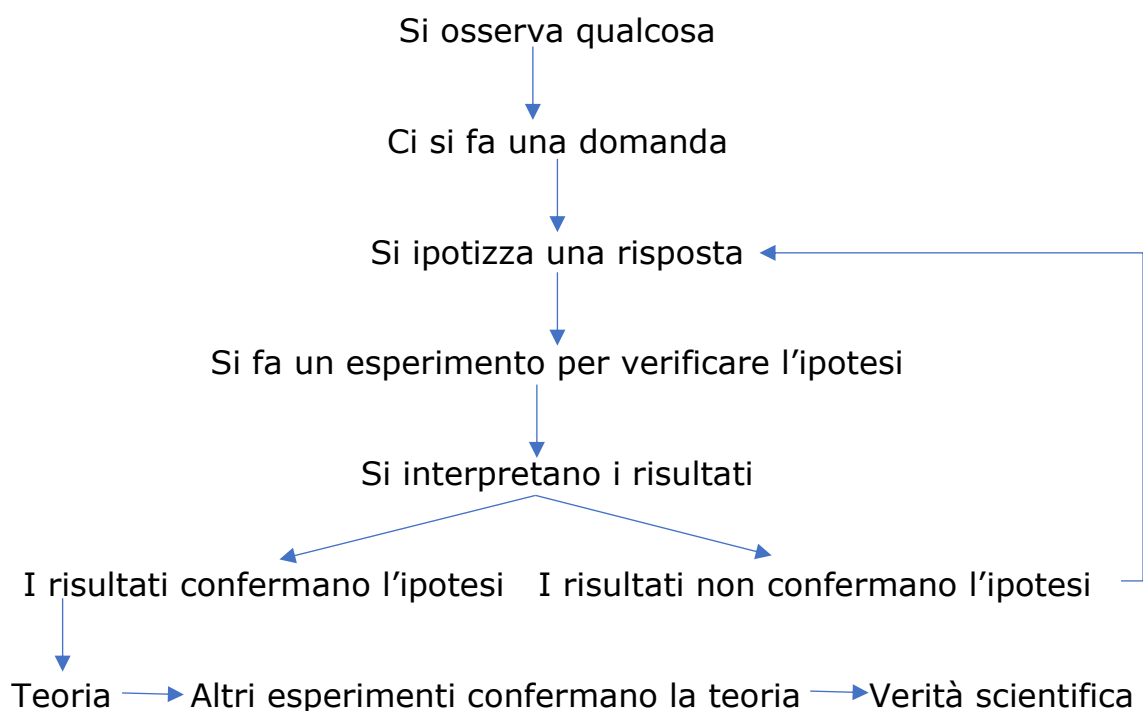
Quali sono allora le caratteristiche fondamentali del ragionare del chimico?

---

*1- La chimica si basa sul metodo scientifico, modalità tipica con cui la  
scienza procede per raggiungere una conoscenza della realtà  
oggettiva, affidabile, verificabile e condivisibile.*

---

Dovreste già sapere di cosa si tratta, ad ogni buon conto questo schema vi rinfrescherà le idee:



---

2- La chimica è una scienza che pensa che un sistema complesso non sia nient'altro che la somma delle sue parti.

---

Questa non è una verità assoluta: un corpo vivente, per esempio, è molto di più che la somma delle sue parti. Tuttavia, è un modo di pensare che funziona particolarmente bene in chimica.

### Una cucina è un laboratorio di chimica

Dal punto di vista pratico un laboratorio di chimica è molto simile a una cucina. Potremmo anzi dire che una cucina è un laboratorio di chimica molto specializzato.

Fornelli, filtri, centrifughe, distillatori, evaporatori, frigoriferi, bilance ecc. sono tutti strumenti presenti sia in una cucina che in un laboratorio di chimica.

Molto spesso vi si usano le stesse parole e nomi per gli strumenti e i processi.

E infatti i processi che vi si compiono sono gli stessi, con la differenza che ciò che si produce in un laboratorio chimico di solito... non si può mangiare.

Per esempio, fornire calore a delle sostanze chimiche può provocare una reazione così come fornire calore (cuocere) a una bistecca provoca, fra le altre, una reazione sulla sua superficie che produce una sostanza scura che dà il sapore tipico della carne alla griglia.

La maggior parte delle operazioni che si svolgono in una cucina implicano l'uso del calore (cottura) e la stessa cosa (più avanti vedremo perché) avviene nei laboratori di chimica.

Se c'è invece una differenza, è che, mentre in cucina si tende a unire diverse cose, in chimica si vuole, nella maggior parte dei casi, separarle.

Voglio qui aggiungere che la gastronomia ha beneficiato largamente della chimica, sia a livello industriale, sia a livello di alta cucina.

### Cosa devi sapere

- Cosa è la chimica
- Il metodo scientifico

## MISCUGLI E SOSTANZE PURE

### *La materia intorno a noi: i miscugli e le miscele*

Sicuramente sarete entrati almeno una volta, nella vostra vita, in un supermercato. In un supermercato tutte le merci sono raggruppate in “classi” (ortofrutta, carne, latticini, scatolame, ecc.) che riflettono ciò che sappiamo di esse, cioè sono “*conoscenza organizzata*”.

Come un bravo entomologo che classifica tutte le varie specie di insetti, anche il chimico cerca innanzitutto di classificare la materia che lo circonda, proprio per “organizzare” le proprie conoscenze.

A differenza di un entomologo però il chimico si trova a dover affrontare un grosso problema.

Come ben sapete quando andate alla ricerca del calzino spaiato nel cassetto della biancheria, la materia tende a mescolarsi con sorprendente facilità.

Provate ad osservare i vari materiali di cui è fatto il mondo intorno a voi.

Se siete per esempio in classe, ci sarà l’aria che respirate, il ferro e il legno dei banchi, il vetro delle finestre, l’alluminio degli infissi, la carta di libri e quaderni, e così via. Se vi sforzate un po’ ne potrete trovare una trentina, forse più.

Ebbene, quasi tutti questi materiali possono essere separati in due, o più, altri materiali. Per esempio, se prendo dell’acqua, minerale o dal rubinetto, e la metto a bollire, quando sarà completamente evaporata troverò sul fondo della pentola un residuo biancastro, segno evidente che l’acqua di partenza conteneva anche qualcos’altro.

L’aria che respiriamo sapete bene che è fatta di gas diversi, come l’azoto, l’ossigeno e l’anidride carbonica.

Il vetro delle finestre è fatto a partire dal quarzo (la sabbia delle spiagge) ma vi devono essere aggiunti altri ingredienti per poterlo fondere e dargli particolari proprietà.

La carta di libri e quaderni è fatta con la cellulosa degli alberi, ma contiene anche della colla che ne tiene insieme le fibre e del minerale bianco.

Se poi uscite dalla vostra classe e pensate a tutto quel che c’è, rocce, animali e piante, capirete bene che la confusione è massima.

Dunque, per secoli i chimici si sono dati da fare per isolare quei materiali che si potessero considerare “puri”, cioè quei materiali che non potessero essere separati in più sostanze diverse.



---

*Una sostanza pura è un sistema omogeneo di composizione definita e costante, caratterizzato da proprietà chimico-fisiche specifiche.*

---

In chimica, l'*omogeneità* e l'*eterogeneità* sono proprietà caratteristiche dei corpi.

---

*Un corpo (o un sistema) è omogeneo se ogni sua parte ha le medesime proprietà fisiche, indipendentemente dalla posizione o se variano con continuità.*

---

Per esempio, l'acqua e l'aria sono sistemi omogenei, mentre la maionese è un sistema eterogeneo perché costituito da piccolissime goccioline d'olio disperse in acqua che si possono facilmente vedere con un microscopio: in un punto c'è olio, in un altro acqua (per non parlar dell'uovo).

---

*Si dice che un corpo (o un sistema) è eterogeneo se non è omogeneo.*

---

Alcuni esempi di sostanze pure di uso comune sono l'acqua distillata, il cloruro di sodio (sale da cucina), lo zucchero, il bicarbonato, l'acetone. Sono comunque pochissime le sostanze pure in natura e non molte quelle che potreste acquistare nei negozi.

In chimica, ma anche nel linguaggio comune, i materiali fatti di sostanze diverse mescolate fra loro sono detti *miscugli* o *miscele*.

## Cosa devi sapere

- La differenza fra miscuglio e sostanza pura, con esempi
- Il significato di omogeneo e eterogeneo

## La concentrazione

Prima di esaminare i vari tipi di miscugli è utile prendere in considerazione un concetto con cui avrete a che fare sia in scienza dell'alimentazione che in cucina: la *concentrazione*.

Premetto che esistono diversi modi di esprimere la concentrazione, ma qui si parlerà solo dei più comuni ed utili.

---

*Concentrazione: rapporto fra la quantità di una sostanza e la quantità totale del miscuglio in cui questa sostanza si trova.*

---

Facciamo qualche esempio:

se vi dicono di salare l'acqua per la pasta sciogliendo 2 grammi di sale per ogni litro di acqua, ecco, 2g/l è la concentrazione richiesta.

Se ne dovete preparare 5 litri vi serviranno 10g di sale e tanta acqua quanta ne basta per arrivare a 5 litri (cioè un po' meno di 5 litri perché anche il sale contribuisce al volume totale, anche se poi si scioglie e non lo vedete più).

Quando leggete sull'etichetta di un vino che il grado alcolico è 13, questa è la concentrazione di alcool in quel vino, in particolare, come vedremo tra poco, è di 13ml/100ml, vale a dire che in ogni 100 ml di vino (miscuglio di acqua, alcool e svariate altre cose) ci sono 13 ml di alcool.

Nella definizione di concentrazione si parla genericamente di "quantità".

Queste quantità possono essere espresse in molti modi, in particolare come masse o come volumi.

La scelta dipende dal tipo di sostanza e di miscuglio.

È ovvio che per i solidi si preferirà usare la massa perché è più comodo pesarli, mentre per i liquidi il volume.

Si hanno quindi queste possibilità:

*Concentrazione massa su massa (m/m):* p.es.  $\frac{\text{grammi di sostanza}}{\text{grammi di miscuglio}}$

Se ho una miniera d'oro (chi non ne ha una?) mi interessa sapere quanto oro posso ricavare da ogni tonnellata di roccia estratta, quindi esprimerò la concentrazione dell'oro in grammi di oro/tonnellate di roccia.

Se le unità di misura sono uguali per la sostanza e per il miscuglio e moltiplico il valore di grammi di sostanza *per 100* ottengo la concentrazione *percentuale* massa su massa (m/m).

Questo è esattamente il tipo di concentrazione che trovate riportata sulle confezioni degli alimenti.

Infatti, oltre a dirvi, p.es., quante proteine ci sono in una porzione di alimento, c'è scritto anche quanti grammi di proteine ci sono in 100 grammi di quell'alimento, cioè proprio la concentrazione percentuale.

Ricapitolando:

*Concentrazione massa su massa = massa sostanza/massa miscuglio*

*Conc. percentuale massa su massa = (massa sostanza/massa miscuglio) x 100*

*Concentrazione massa su volume (m/v): massa sostanza/volume miscuglio*

(p.es. quanti grammi di sale in un litro di acqua).

Questo modo di esprimere la concentrazione torna comodo quando si abbia a che fare con un miscuglio costituito da un solido sciolto in un liquido.

In questo caso il valore percentuale non ha molto senso, a meno che il liquido non sia l'acqua. Perché? Perché, per ogni scopo pratico, 1 ml di acqua pesa 1 grammo.

*Concentrazione volume su volume (v/v): volume di sostanza / volume del miscuglio*

p.es. quanto alcol c'è in una bevanda alcolica; come per la concentrazione m/m anche in questo caso si può usare il valore percentuale (vedi, per esempio, il grado alcolico).

Questo modo di esprimere la concentrazione è utilizzato quando i componenti sono liquidi.

Spesso, e vi potrà capitare di incontrarlo, per indicare concentrazioni estremamente basse si usano le *ppm*, ovvero parti per milione.

Una parte per milione corrisponde p.es. a 1 mg/1 kg.

Questa unità di misura viene spesso usata nelle analisi ambientali o dei cibi, quando si ha a che fare con concentrazioni piccolissime.

Nel caso delle acque si può approssimare le ppm ai mg/litro.

Infine, *Concentrazione Molare* che esprime il numero di moli per litro di soluzione. Questo è il modo di esprimere la concentrazione che usano i chimici.

Ma cosa è una mole? È un numero di particelle che corrisponde a circa  $6 \times 10^{23}$  particelle.

Ma come si fa a sapere, p.es., quante particelle ci sono in un cucchiaino di zucchero? È una cosa utile solo ai chimici, quindi, per chi volesse saperne di più:

<https://it.m.wikipedia.org/wiki/Mole>

Ci tornerà comunque utile più avanti.

Vi basti sapere che *la mole è l'unità di misura ufficiale per la quantità di materia* e non si usa mai, ma proprio mai, in cucina.

## Cosa devi sapere

- Cosa è la concentrazione, con esempi
- I vari modi in cui si può esprimere la concentrazione

## CLASSIFICAZIONE DEI MISCUGLI

### Miscugli omogenei ed eterogenei

I miscugli si dividono in due tipi, omogenei ed eterogenei.

---

*Miscugli omogenei: quelli in cui i componenti non sono distinguibili neanche con un microscopio.*

---

Per esempio, un miscuglio di sale da cucina e acqua è omogeneo perché non è possibile distinguere il sale dall'acqua. Il sale si è “sciolto” nell'acqua.

---

*Miscugli eterogenei: quelli in cui i componenti sono distinguibili ad occhio nudo o con un microscopio.*

---

Per esempio, come vi ho già detto, la maionese è un miscuglio eterogeneo. Infatti, se la si osserva al microscopio è possibile distinguere le goccioline di olio disperse nella fase acquosa.

*Nota: alcuni distinguono fra miscele (omogenee) e miscugli (eterogenei).*

Introduco qui altre due parole di uso molto comune in chimica e relative ai miscugli omogenei:

---

*Soluto (ovvero ciò che è sciolto): in un miscuglio la/le sostanza/e in quantità minore.*

*Solvente (ovvero ciò che scioglie): in un miscuglio la sostanza in quantità maggiore.*

---

Quindi *soluto + solvente = soluzione*.

Rimanendo al solito esempio del sale nell'acqua per la pasta, il soluto è il sale mentre il solvente è l'acqua.

*La concentrazione è allora il rapporto fra la quantità di soluto e la quantità di soluzione.*

## Cosa devi sapere

- La differenza fra miscuglio omogeneo ed eterogeneo
- Il significato di soluto, solvente e soluzione

## I vari tipi di miscuglio

Nella classificazione che segue faccio uso della parola *fase* che sta per “*la parte visibile e distinta di una miscela*”.

Per *fase dispersa* si intende quella costituita da particelle separate fra loro e distinguibili ad occhio nudo o con un microscopio.

Per *fase continua* si intende quella che è presente come un volume unico, cioè non suddiviso in più parti.

Per esempio, nella panna montata la fase continua è la panna, mentre quella dispersa è l'aria.

Una fase può essere solida, liquida o aeriforme.

*Miscela omogenee*: si presentano in un'unica fase (solido, liquido o gas):

Soluzioni liquido/solido es. sale in acqua

Soluzioni liquido/liquido es. acqua e alcol

Soluzioni liquido/gas es. acqua e anidride carbonica

Soluzioni gas/gas es. aria

Soluzioni solido/solido nel caso dei metalli le chiamiamo *leghe*, es. ottone

*Miscela eterogenee*: si presentano in più fasi:

*schiume* (fase dispersa: *gas*; fase continua: *liquido*) es. panna montata

*emulsioni* (fase dispersa: *liquido*; fase continua: *liquido*) es. acqua e olio

*sospensioni* (fase dispersa: *solido*; fase continua: *liquido*) es. succo di frutta

*nebbie / aerosol* (fase dispersa: *liquido*; fase continua: *gas*) la nebbia

*fumi* (fase dispersa: *solido*; fase continua: *gas*) es. fumo di combustione

*gel* (fase dispersa: *liquido*; fase continua: *solido*) es. gelatina alimentare

In questo elenco sono stati presi in considerazione sistemi relativamente semplici, ma molto spesso (e questo vale in particolar modo per i cibi) i miscugli sono molto complessi e contengono molte fasi in diversi stati.

Dunque, i chimici hanno sempre avuto il problema di separare i miscugli nei loro componenti e per fare questo hanno escogitato una serie di metodi detti “*tecniche di separazione*”, alcune delle quali si applicano pari pari in cucina.

## Cosa devi sapere

- Come sono classificati i miscugli eterogenei e i loro vari nomi
- Cosa è una soluzione

## Passaggi di stato

Prima di parlare di tecniche di separazione è necessario rinfrescarsi un po' le idee sui passaggi di stato.

Intanto i nomi:

- da solido a liquido:  *fusione*
- da liquido ad aeriforme:  *ebollizione, evaporazione*
- da aeriforme a liquido:  *condensazione*
- da liquido a solido:  *solidificazione*
- da aeriforme a solido:  *brinamento*
- da solido ad aeriforme:  *sublimazione*

---

*Se una sostanza è pura, i passaggi di stato avvengono a temperature ben precise che si mantengono costanti durante tutta la trasformazione.*

---

Per esempio, l'alcol etilico (quello delle bevande alcoliche) bolle a 78°C e, fintanto che bolle, si mantiene sempre a questa temperatura anche se continuate a scaldarlo. Su questo fenomeno si basa la tecnica di cottura detta “a bagnomaria”.

Se dovete cuocere il crème-caramel forse sapete che non si può mettere in forno e via: è necessario mettere il contenitore con il preparato in un recipiente con dell'acqua.

Questo permetterà di cuocere questo dolce esattamente a 100°C perché l'acqua, raggiunta questa temperatura, comincerà a bollire e si manterrà a questa temperatura per tutta l'ebollizione.

Perché non impostare il forno a questa temperatura? Perché, a causa della scarsa capacità dell'aria di trasferire il calore, il vostro preparato si troverebbe ad una temperatura inferiore. Viceversa, se impostate il forno ad una temperatura superiore rischiate di bruciare l'esterno del dolce quando la sua temperatura interna arriva a 100°C.

---

*I miscugli hanno temperature di passaggio di stato che variano durante il passaggio stesso.*

---

Questa differenza ci permette di distinguere un miscuglio da una sostanza pura.

Esempio:

L'alcol bolle a 78°C, l'acqua a 100°C.

Il vino bolle ad una temperatura intermedia fra i 78° e i 100°C.

Il vapore che si forma contiene, in percentuale, più alcol del vino di partenza, proprio perché ha una temperatura di ebollizione più bassa.

Quindi, via via che passa allo stato di vapore, il vino nella fase liquida contiene sempre più acqua e sempre meno alcol.

Per questo motivo il suo punto di ebollizione aumenta con continuità.

## Cosa devi sapere

- I nomi dei passaggi di stato
- Cosa succede durante i passaggi di stato delle sostanze pure
- Che differenza c'è fra i passaggi di stato delle sostanze pure e quelli dei miscugli



## Tecniche di separazione

Per separare i componenti di un miscuglio è necessario sfruttare qualche differenza nelle caratteristiche fisiche dei componenti. Per esempio, per separare i materiali ferrosi dai rifiuti si sfrutta il loro magnetismo e si separano semplicemente passandoci sopra una calamita.

Alcune tecniche sono molto comuni, sia in chimica che nel campo degli alimenti.

### *Decantazione*

Serve a separare i miscugli eterogenei solido/liquido, cioè le sospensioni. In genere questo tipo di miscugli è instabile (in realtà tutti i miscugli eterogenei lo sono) e i componenti tendono a separarsi spontaneamente. La decantazione consiste nel lasciare che la componente solida si depositi sul fondo del recipiente.

È, per esempio, il primo passaggio nel processo di depurazione delle acque. È anche quello che succede quando si lascia riposare l'olio nuovo: si dice che “si spoglia”, cioè deposita sul fondo del recipiente le particelle solide che contiene (fondata).

### *Filtrazione*

Nel caso in cui, in un miscuglio eterogeneo solido/liquido o solido/aeriforme, il solido non si separi spontaneamente o si voglia accelerare i tempi, si fa uso della filtrazione.

La filtrazione consiste nel far passare il miscuglio attraverso qualcosa (il filtro) che lasci passare il liquido (o, nel caso di fumi, la fase aeriforme) ma non il solido.

Nel caso più comune il filtro è costituito da un foglio di carta che, essendo un reticolo di fibre, lascia passare il solvente ma trattiene la fase solida.

In cucina questa tecnica, con i filtri opportuni, si utilizza per il brodo, per chiarificare l'olio, ma anche semplicemente quando si scola la pasta, o il colino per il tè.

Le cappe di aspirazione delle cucine funzionano spesso in questo modo, lasciando passare i gas derivati dalla combustione del gas o il vapore acqueo, e trattengono le goccioline di grasso che questi fumi contengono.

## Centrifugazione

Da quando esistono le lavatrici, tutti sanno cosa è la centrifugazione. In pratica, quando si sottopone un miscuglio solido/liquido a una rotazione, il miscuglio, come su una giostra, è spinto verso l'esterno rispetto all'asse di rotazione. Quale differenza fisica si sfrutta? La diversa densità dei componenti perché le sostanze a densità maggiore subiscono una spinta maggiore e quindi si ottiene una separazione. Però, applicata così, la centrifugazione lascia liquido e solido in contatto (come con la decantazione). Un caso tipico in campo gastronomico è la separazione della panna dal latte, tant'è che il burro che se ne ricava viene detto "burro di centrifuga", per distinguerlo da quello "per affioramento" per produrre il quale si usa la panna che viene da sola a galla sul latte.

## Distillazione

La distillazione è una tecnica di separazione che sfrutta la diversa temperatura di ebollizione delle sostanze che costituiscono il miscuglio.

Il caso più noto è quello della preparazione di bevande ad alta gradazione alcolica.

La fermentazione degli zuccheri (dell'uva, dei cereali, delle patate ecc.) non permette di ottenere bevande con gradazione alcolica superiore ai 18°.

Per ottenere una gradazione alcolica maggiore è necessario concentrare l'alcol contenuto nel miscuglio.

Poiché l'acqua bolle a 100° e l'alcol a 78°, quando si fa bollire per es. del vino, il vapore che si forma è più ricco di alcol rispetto alla soluzione di partenza. Il vapore che si forma viene condensato per formare un liquido a grado alcolico maggiore. (vedi quanto detto a proposito dei passaggi di stato dei miscugli)

Nel caso dell'acqua detta appunto "distillata" si parte da acqua comune e la si fa evaporare.

Il vapore che si forma contiene solo acqua perché i sali minerali che conteneva in partenza hanno punti di ebollizione di gran lunga superiori ai 100°.

Naturalmente è necessario partire da acqua che non contenga sostanze, come potrebbero essere l'ammoniaca o l'alcol, che hanno un punto di ebollizione inferiore ai 100°.

In questo caso, infatti, bisogna prima aspettare che gli eventuali componenti con temperatura di ebollizione minore si siano separati completamente.

Nella cucina cosiddetta “molecolare” si fa uso della distillazione per ottenere quelle sostanze, in genere molto volatili, che costituiscono la parte aromatica di un alimento.

Nel caso dei concentrati, p.es. quello di pomodoro, la parte che interessa mantenere è quella solida: in questo caso si riscalda il miscuglio per far bollire l'acqua in modo che si allontanano dal miscuglio.

Se la pressione esterna è inferiore a quella atmosferica allora l'acqua bollerà a una temperatura inferiore ai 100° (non è difficile farla bollire p.es. a 20°). Questa tecnica (*concentrazione sottovuoto*) permette di non rischiare delle alterazioni dell'alimento dovute al calore.

### *Estrazione con solvente*

Questa tecnica di estrazione probabilmente la applicate tutti i giorni se vi fate il caffè o il tè.

Essa consiste infatti nel porre il miscuglio (il caffè) in un solvente (l'acqua calda) in grado di “estrarne” cioè “toglierne fuori” solo quei componenti che sono solubili in quel solvente (caffeina e aromi vari).

In campo alimentare questa tecnica è molto usata per produrre aromi (p.es. l'estratto di vaniglia), e talvolta la applicherete anche voi inconsapevolmente in cucina, per esempio quando vorrete aromatizzare dell'acqua con del limone. Un'altra applicazione è quella dell'estrazione di alcuni oli dai semi che li contengono (olio di semi).

È possibile applicare questa tecnica anche a miscugli liquido/liquido e solido/solido. Una comune macchinetta per il caffè espresso può diventare un sofisticato laboratorio di chimica, capace di estrarre velocemente e a basso costo gli inquinanti contenuti in una 'cialda' di terreno o sedimento: è quanto dimostra lo studio pubblicato da un gruppo di ricercatori spagnoli dell'Università di Valencia.

### Cosa devi sapere

- Quali sono le principali tecniche di separazione
- A quali tipi di miscuglio si applica ciascuna di esse, con esempi
- Quale differenza fisica fra i componenti si sfrutta in ciascuna di esse

## GLI ATOMI

### Un po' di storia

Immaginate di prendere un pezzetto di ferro, o qualunque altra sostanza, e di dividerlo in parti sempre più piccole: rimarrà sempre ferro o, al disotto di una certa misura, diventa qualcos'altro?

2500 anni fa, il filosofo greco Democrito sosteneva che la materia è fatta di particelle invisibili e indivisibili che chiamò *atomi*. Immaginava che esistessero diversi tipi di atomi che davano luogo a sostanze diverse. In quell'epoca non c'erano i mezzi per dimostrare scientificamente una affermazione del genere e neanche se ne sentiva il bisogno. Anzi, il metodo scientifico non esisteva proprio.

La teoria di Democrito fu presto sostituita da quella di Aristotele che riteneva che ogni sostanza fosse la combinazione, in diverse proporzioni, di terra, aria, acqua e fuoco.

Avanti veloce, gli studi scientifici compiuti a partire dal Settecento hanno permesso di stabilire che la materia è effettivamente costituita da atomi. Non solo, si è scoperto anche che gli atomi non sono indivisibili, ma sono a loro volta costituiti da altre particelle (parola che si usa per indicare, in modo generico, atomi, molecole o le parti che le compongono).

Quindi, tornando al nostro pezzetto di ferro, continuando a dividerlo in parti sempre più piccole si arriverà ad avere un singolo atomo, e, dividendolo ancora, si otterranno particelle che non sono più ferro.

I fisici nucleari poi hanno diviso queste particelle in altre ancora più piccole, ma di queste non parleremo perché non hanno importanza per la chimica.

---

*La materia è fatta di particelle dette atomi.*

*L'atomo è la più piccola parte di un elemento chimico che conserva le proprietà chimiche dell'elemento stesso.*

---

## Gli elementi

Esistono un po' più di cento *tipi di atomi diversi fra loro*, detti *elementi*.

A ogni elemento è stato dato un nome e un *simbolo* costituito o da una lettera maiuscola o da due lettere di cui la prima maiuscola e la seconda minuscola.

È molto importante scrivere i simboli degli elementi nella maniera corretta per evitare confusione. Per esempio, il ferro ha simbolo Fe, il fluoro F, l'ossigeno O, il carbonio C e il cobalto Co. Quindi CO non è il simbolo del cobalto ma la formula di un composto di carbonio e ossigeno.

---

L'unione di atomi fra loro dà luogo a tutte le sostanze

---

## L'elettricità: un breve ripasso

L'elettricità è una caratteristica della materia come la gravità.

A differenza della gravità però non ne abbiamo (fortunatamente) una esperienza costante.

Questo è dovuto al fatto che, mentre la massa è sempre positiva, la carica elettrica esiste in due forme, che chiamiamo positiva e negativa.

In linea di massima per ogni carica positiva esiste una carica negativa di ugual entità e quindi una annulla gli effetti dell'altra.

La gravità invece agisce sempre su di noi perché non viene annullata da una gravità "negativa".

Cariche elettriche opposte si attraggono mentre quelle di uguale segno si respingono, un po' come i poli delle calamite.

Una delle grandi scoperte del diciannovesimo secolo è stata la possibilità di separare le cariche opposte e costringerle a compiere un lavoro, per esempio facendole "cadere" dentro un filo metallico così come si fa cadere l'acqua da una diga per farle compiere il lavoro di girare la ruota di un mulino.

Le cariche elettriche negative "cadono" dentro il vostro frullatore e lo fanno girare. Questo flusso di elettroni è detto appunto "corrente elettrica".

Mantenendo l'analogia con l'acqua che scende da una diga, il “*voltaggio*” corrisponde all'altezza della diga (in Europa e molti altri paesi questa “diga” è alta 220 Volt), mentre l'*amperaggio* corrisponde alla quantità di acqua che scende dalla diga in un secondo. Se ne volete troppa tutta insieme perché avete acceso forno, scaldabagno e ferro da stiro, ecco che il fornitore di energia elettrica blocca tutto: salta la corrente. Spesso poi, quando compriamo un asciugacapelli o una lampadina, abbiamo a che fare con i watt: sono la “*potenza*” dell'apparecchio elettrico, cioè la quantità di lavoro che può svolgere in un secondo.

## Le particelle che costituiscono l'atomo

Cosa distingue un elemento da un altro?

Vediamo intanto da quali “parti” sono fatti gli atomi.

Gli atomi sono costituiti da tre tipi di particelle:

*Protoni*, con carica elettrica positiva

*Neutroni*, senza carica elettrica

*Elettroni*, con carica elettrica negativa

In un atomo elettricamente neutro protoni ed elettroni sono in numero uguale e quindi si neutralizzano a vicenda.

Immaginate che un atomo sia fatto come un sistema solare in miniatura.

Protoni e neutroni stanno insieme e formano quello che si chiama *nucleo* dell'atomo, il sole del nostro sistema.

I neutroni costituiscono la “colla” che tiene insieme i protoni i quali, essendo tutti positivi, si respingerebbero.

Gli elettroni ruotano intorno al nucleo come pianeti intorno al sole.

Quanto sono grandi queste particelle e quanto distano gli elettroni dal nucleo? Ecco come ce lo spiega Fritjof Capra ne “Il Tao della Fisica”:

*Immaginiamo un'arancia che cresca fino a raggiungere le dimensioni della Terra. A questo punto gli atomi dell'arancia sarebbero grandi come ciliegie.*

*Miriadi di ciliegie strettamente impacchettate in un globo delle dimensioni della Terra: ecco un'immagine ingrandita degli atomi di un'arancia. Questo atomo è tuttavia enorme se confrontato con il suo nucleo, che sta al centro.*

*Nella nostra immagine degli atomi-ciliegie, il nucleo sarebbe così piccolo da non poterlo nemmeno vedere. È quindi necessario ingrandire l'atomo fino alle dimensioni*

*della più grande cupola al mondo, quella della basilica di S. Pietro a Roma, per poter intravedere il nucleo dell'atomo, grande come un granello di sale. Un grano di sale al centro della cupola di San Pietro e dei granelli di polvere che gli turbinano intorno nell'enorme vastità della cupola: in questo modo possiamo raffigurare il nucleo e gli elettroni di un atomo.*

In pratica il 99,999999999% degli atomi è ... vuoto!

Sicuramente vi state chiedendo perché allora non siete sprofondati attraverso la sedia su cui siete seduti, anzi perché non siete sprofondati fino al centro della terra visto che la materia è sostanzialmente vuota! Ma vi lascerò con questa curiosità, perché la risposta è un po' complicata. In effetti però può succedere che elettroni e protoni si uniscano per formare neutroni: è ciò che succede nelle stelle di neutroni.

Se la potessimo "sgonfiare", la Terra diventerebbe grande come una pallina da tennis. Siccome è difficile rendersi conto della dimensione relativa delle cose, vi suggerisco di guardare [questo](#).

---

*Il numero di protoni presenti nel nucleo identifica il tipo di elemento e si chiama numero atomico*

---

L'Idrogeno (simbolo H) è quell'elemento che ha un solo protone nel nucleo, l'Elio ne ha due, il Litio tre e così via. In pratica il numero di protoni è ciò che distingue un elemento dall'altro ma ovviamente è più facile ricordarsi i nomi piuttosto che questo numero.

---

*In un atomo elettricamente neutro il numero di elettroni è uguale a quello dei protoni, cioè al numero atomico.*

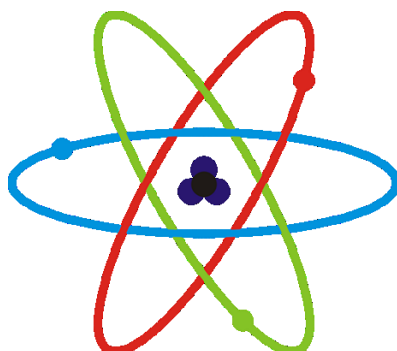
---

I neutroni hanno lo stesso numero dei protoni ma non sempre. In ogni caso dal punto di vista chimico non hanno molta importanza e non ne parleremo più.

Ciò di cui invece bisogna parlare molto sono gli elettroni perché, essendo le particelle più esterne dell'atomo, sono quelle che determinano le interazioni con altri atomi. Un po' come la carrozzeria di una automobile che è la prima cosa che si rovina in un tamponamento.

Parliamo allora di come questi elettroni se ne stanno intorno al nucleo.

Potete immaginare gli elettroni come satelliti che ruotano intorno al nucleo su orbite ben precise.



Queste orbite sono raggruppate in *livelli* secondo un ordine ben preciso e il modo in cui gli elettroni si distribuiscono sulle orbite si dice *configurazione elettronica*. In ogni orbita ci può stare un numero limitato di elettroni e non ci sono elettroni in una orbita nuova prima che le sottostanti (cioè più vicine al nucleo) non siano piene.

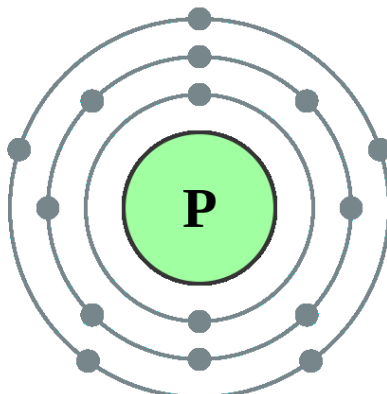
Una descrizione dettagliata di come gli elettroni si distribuiscono nei vari livelli e orbite va al di là dello scopo di questo libro.

È però molto importante capire quanto segue.

Quale che sia il numero di elettroni in un atomo, ci sono un certo numero di orbite che contengono il numero massimo di elettroni, e poi un'ultima orbita, la più distante dal nucleo cioè la più esterna, che contiene gli elettroni rimanenti.

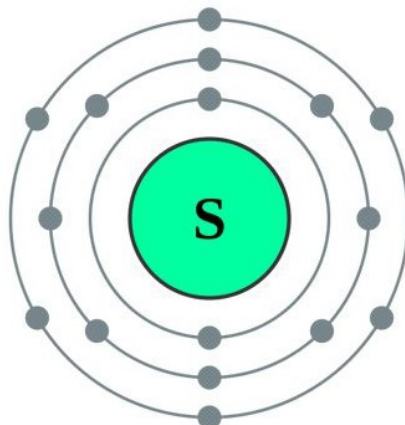
Per esempio, consideriamo il Fosforo, simbolo P, numero atomico 15.  
Un atomo neutro di Fosforo ha quindi 15 elettroni.

I primi 10 riempiono completamente alcune orbite (vedete dalla figura che sono 2), i rimanenti 5 ruotano nell'orbita più esterna immediatamente successiva alle precedenti.





Consideriamo lo Zolfo che viene subito dopo il Fosforo e ha quindi un elettrone in più:



---

*Il numero di elettroni nell'orbita più esterna di un elemento è molto importante perché determina gran parte delle sue proprietà chimiche.*

---

## La tavola periodica degli elementi

La tavola periodica degli elementi è una tabella che riporta tutti gli elementi ordinati secondo delle regole precise che ci permettono di avere informazioni su ogni elemento in base alla sua posizione.

Gli elementi sono ordinati innanzi tutto in base al loro numero atomico, che poi coincide con “ordine in base a massa crescente”.

Quindi l’Idrogeno è il più leggero, poi c’è l’Elio, poi il Litio, e così via.

Gli elementi sono anche ordinati in righe dette *periodi* e in colonne dette *gruppi*.

Quand’è che si va a capo? Quando un gruppo di orbite contrassegnate dallo stesso numero non ha più spazio per altri elettroni. Quindi questo accade con gli elementi dell’ultima colonna a destra (ottavo gruppo).

Questo ordine fa sì che

---

*elementi che stanno nello stesso gruppo hanno lo stesso numero di elettroni nel livello più esterno e quindi hanno caratteristiche chimiche molto simili.*

---

Quindi sapere in quale gruppo si trova un elemento ci dice moltissimo sulle sue caratteristiche.

Inoltre

---

*Ogni elemento ha un numero di elettroni nel livello più esterno uguale al numero del suo gruppo.*

---

Attenzione: come potete vedere nella tavola periodica che segue, vi sono due numerazioni distinte, una che numera le colonne (gruppi) da 1 a 18, e un’altra, quella che interessa a noi, che usa i numeri romani ed è divisa in due serie, A e B.

1 IA																	18 VIII A
1 <b>H</b> idrogeno	2 II A											13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	2 <b>He</b> elio
3 <b>Li</b> litio	4 <b>Be</b> berillio											5 <b>B</b> boro	6 <b>C</b> carbonio	7 <b>N</b> azoto	8 <b>O</b> ossigeno	9 <b>F</b> fluoro	10 <b>Ne</b> neon
11 <b>Na</b> sodio	12 <b>Mg</b> magnesio	3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII B	9 VIII B	10 VIII B	11 I B	12 II B	13 <b>Al</b> alluminio	14 <b>Si</b> silicio	15 <b>P</b> fosforo	16 <b>S</b> zolfo	17 <b>Cl</b> cloro	18 <b>Ar</b> argon
19 <b>K</b> potassio	20 <b>Ca</b> calcio	21 <b>Sc</b> scandio	22 <b>Ti</b> titanio	23 <b>V</b> vanadio	24 <b>Cr</b> cromo	25 <b>Mn</b> manganese	26 <b>Fe</b> ferro	27 <b>Co</b> cobalto	28 <b>Ni</b> nichel	29 <b>Cu</b> rame	30 <b>Zn</b> zincio	31 <b>Ga</b> gallio	32 <b>Ge</b> germanio	33 <b>As</b> arsenico	34 <b>Se</b> selenio	35 <b>Br</b> bromo	36 <b>Kr</b> kripton
37 <b>Rb</b> rubidio	38 <b>Sr</b> stronzio	39 <b>Y</b> ittrio	40 <b>Zr</b> zirconio	41 <b>Nb</b> niobio	42 <b>Mo</b> molibdeno	43 <b>Tc</b> tecnecio	44 <b>Ru</b> rutenio	45 <b>Rh</b> rodio	46 <b>Pd</b> palladio	47 <b>Ag</b> argento	48 <b>Cd</b> cadmio	49 <b>In</b> indio	50 <b>Sn</b> stagno	51 <b>Sb</b> antimonio	52 <b>Te</b> tellurio	53 <b>I</b> iodio	54 <b>Xe</b> xeno
55 <b>Cs</b> cesio	56 <b>Ba</b> bario	57-71	72 <b>Hf</b> afnio	73 <b>Ta</b> tantalio	74 <b>W</b> tungsteno	75 <b>Re</b> renio	76 <b>Os</b> osmio	77 <b>Ir</b> iridio	78 <b>Pt</b> platino	79 <b>Au</b> oro	80 <b>Hg</b> mercurio	81 <b>Tl</b> tallio	82 <b>Pb</b> piombo	83 <b>Bi</b> bismuto	84 <b>Po</b> polonio	85 <b>At</b> astato	86 <b>Rn</b> radon
87 <b>Fr</b> francio	88 <b>Ra</b> radio	89-103	104 <b>Rf</b> rutherfordio	105 <b>Db</b> dubnio	106 <b>Sg</b> seaborgio	107 <b>Bh</b> bohrio	108 <b>Hs</b> hassio	109 <b>Mt</b> meitnerio	110 <b>Ds</b> darmstadtio	111 <b>Rg</b> roentgenio	112 <b>Cn</b> copernicio	113 <b>Uut</b> ununtrio	114 <b>Fl</b> flerovio	115 <b>Uup</b> ununpentio	116 <b>Lv</b> livermorio	117 <b>Uus</b> ununseptio	118 <b>Uuo</b> ununottio
			57 <b>La</b> lantanio	58 <b>Ce</b> cerio	59 <b>Pr</b> praseodimio	60 <b>Nd</b> neodimio	61 <b>Pm</b> promezio	62 <b>Sm</b> samario	63 <b>Eu</b> europio	64 <b>Gd</b> gadolinio	65 <b>Tb</b> terbio	66 <b>Dy</b> disprosio	67 <b>Ho</b> olmio	68 <b>Er</b> erbio	69 <b>Tm</b> tulio	70 <b>Yb</b> itterbio	71 <b>Lu</b> lutezio
			89 <b>Ac</b> attinio	90 <b>Th</b> torio	91 <b>Pa</b> protoattinio	92 <b>U</b> uranio	93 <b>Np</b> nettunio	94 <b>Pu</b> plutonio	95 <b>Am</b> americio	96 <b>Cm</b> curio	97 <b>Bk</b> berkelio	98 <b>Cf</b> californio	99 <b>Es</b> einsteinio	100 <b>Fm</b> fermio	101 <b>Md</b> mendelevio	102 <b>No</b> nobelio	103 <b>Lr</b> laurenzio

Facciamo qualche esempio:

Il Sodio Na è nel gruppo I A, e questo ci dice che ha un elettrone nel livello più esterno.

Il Carbonio C è nel gruppo IV A, e questo ci dice che ha quattro elettroni nel livello più esterno.

Gli elementi dell'ottavo gruppo A hanno tutti 8 elettroni nel livello più esterno che risulta quindi completo, ovvero con il numero massimo di elettroni che può contenere. Ecco perché, nella tavola periodica, quando si arriva all'ottavo gruppo, poi si va a capo.

La tavola che segue mostra un'altra classificazione importante:

1 H																	2 He															
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne															
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar															
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr															
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe															
55 Cs	56 Ba			72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn														
87 Fr	88 Ra			104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn																				
																		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
																		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Elementi blu = metalli, cioè elementi in grado di condurre la corrente elettrica

Elementi rossi = non-metalli, non conducono la corrente elettrica

Elementi verdi = elementi con proprietà intermedie fra metalli e non-metalli.

Come potete vedere, la maggior parte degli elementi sono metalli.

Alcuni gruppi hanno un nome di uso comune:

1A metalli alcalini

2A metalli alcalino terrosi

6A calcogeni

7A alogeni

8A gas nobili

i metalli dei dieci gruppi centrali si chiamano metalli di transizione

Ma quanto sono comuni e diffusi tutti questi elementi?

Ce lo dice questa tabella:

COMPOSIZIONE DELL'UNIVERSO		COMPOSIZIONE DELLA CROSTA TERRESTRE		COMPOSIZIONE DELL'ACQUA DI MARE		COMPOSIZIONE DEL CORPO UMANO	
PERCENTUALE RISPETTO AL NUMERO TOTALE DI ATOMI							
H	91	O	47	H	66	H	63
He	9,1	Si	28	O	33	O	25,5
O	0,057	Al	7,9	Cl	0,33	C	9,5
N	0,042	Fe	4,5	Na	0,28	N	1,4
C	0,021	Ca	3,5	Mg	0,033	Ca	0,31
Si	0,003	Na	2,5	S	0,017	P	0,22
Ne	0,003	K	2,5	Ca	0,006	Cl	0,03
Mg	0,002	Mg	2,2	K	0,006	K	0,06
Fe	0,002	Ti	0,46	C	0,0014	S	0,05
S	0,001	H	0,22	Br	0,0005	Na	0,03
		C	0,19			Mg	0,01
RIMANENTI < 0,01		RIMANENTI < 0,1		RIMANENTI < 0,1		RIMANENTI < 0,01	

Questi dati, insieme a quelli della composizione del corpo umano, erano riportati in un articolo di “Le Scienze” numero 50 dell’ottobre 1972 “Gli elementi chimici della vita”.

A causa degli arrotondamenti i totali non sono esattamente 100. Gli elementi nei riquadri colorati dell’ultima colonna compaiono in una o più colonne poste a sinistra. È possibile osservare che il fosforo, il sesto elemento più abbondante nel corpo umano, è un elemento raro nella natura inanimata; anche il carbonio, che è alla base di tutte le sostanze organiche, risulta altrove abbastanza scarso.

Otto metalli, presenti in tracce, sono stati identificati come costituenti in una grande varietà di enzimi che intervengono in numerosi processi metabolici: ferro, zinco, rame, cobalto, manganese, molibdeno, calcio e magnesio.

## Cosa devi sapere

- Cosa è un atomo
- Quali particelle costituiscono l'atomo e come sono disposte
- Cosa sono gli elementi
- Cosa distingue un elemento da un altro
- Cosa è il numero atomico
- Come sono ordinati gli elementi nella tavola periodica
- Cosa hanno in comune gli elementi di uno stesso gruppo
- Quanti elettroni ha un elemento nel livello più esterno
- La distinzione fra metalli, non-metalli e metalloidi
- Il nome dei principali gruppi

## I COMPOSTI

### Breve ripasso del concetto di energia

Usiamo spesso, nei discorsi di tutti i giorni, le parole “energia” e “lavoro”. “Mi sento pieno di energia”, “ho fatto molto lavoro”, “Mettici un po’ di energia!”, “È un lavoro faticoso” ecc.

Dal punto di vista scientifico energia e lavoro sono fra i concetti più importanti. Ma cosa sono energia e lavoro per la scienza?

---

*Energia = capacità di compiere lavoro*

---

Questa definizione è facile da capire perché si applica anche a noi stessi.

---

*Lavoro = prodotto di una forza per uno spostamento*

---

La definizione di lavoro può sembrare un po’ astrusa, ma vedrete, leggendo qui di seguito, che non è così.

Immagina di lavorare come magazziniere: ogni giorno devi spostare scatole, metterle su degli scaffali o tirarle giù.

Alla fine della giornata sei stanco, le tue energie sono molto minori rispetto al mattino. Perché?

Quando alzi una scatola da terra per metterla su uno scaffale devi lavorare contro il campo gravitazionale terrestre (se tu fossi su una astronave in assenza di gravità non avresti questo problema): applichi una forza alla scatola e le fai fare uno spostamento:  $forza \times spostamento = lavoro$ .

Per fare questa operazione ti serve energia, cioè la *capacità di compiere lavoro*.

Quindi possiamo intanto riconoscere che energia e lavoro sono la stessa cosa (e infatti hanno la stessa unità di misura, il joule).

Ma l’energia utilizzata per alzare le scatole si è “consumata” ed è svanita nel nulla? Considera la scatola che hai messo sullo scaffale: inizialmente, quando era per terra, non poteva compiere nessun lavoro.

Però, una volta che è sullo scaffale, potrebbe cadere e romperti la testa: ecco che compie un lavoro ed ecco quindi dove è finita l’energia che avevi speso per alzare la scatola fino allo scaffale.

---

*Principio di conservazione dell'energia: L'energia non si crea e non si distrugge, ma passa da un corpo ad un altro.*

---

In realtà, come dimostrato da Einstein, materia ed energia possono essere trasformate l'una nell'altra. È quello che succede nelle centrali nucleari e, in maniera incontrollata, quando si fa esplodere una bomba atomica.

### Perché gli atomi si legano fra loro

Quando degli atomi si uniscono o si separano si dice che avviene una reazione, o trasformazione, chimica. In ogni trasformazione chimica si parte da una o più sostanze che chiamiamo *reagenti* per arrivare a sostanze che sono diverse da quelle di partenza e che chiamiamo *prodotti*.

In chimica si scrive così: reagenti  $\longrightarrow$  prodotti

Notiamo innanzitutto che esistono due tipi di reazioni chimiche: le reazioni che producono energia (generalmente calore) che sono spontanee (cioè nessuno le costringe ad avvenire) e sono dette *esoenergetiche* (in particolare *esotermiche* se producono calore).

Le reazioni che avvengono solo se l'energia proviene dall'esterno e che non sono spontanee (bisogna appunto fornire energia affinché avvengano, per esempio la cottura dei cibi) e che sono dette *endoenergetiche* o *endotermiche*.

Perché degli atomi dovrebbero fare questo?

---

*Tutti i sistemi tendono a trasferire energia all'ambiente circostante, ovvero a portarsi ad un livello di energia più basso.*

---

La parola “tendono” significa che lo fanno se lo possono fare, il che non è detto.

Immaginate di tenere in mano un pallone: fintanto che lo reggete, il pallone non ha alcuna possibilità di cedere parte della propria energia (in questo caso potenziale gravitazionale) all'ambiente circostante.

Nel momento in cui lo lasciate cadere il pallone vede la sua energia potenziale trasformarsi in energia cinetica e, quando tocca il suolo, questa energia si disperde nell'ambiente come energia termica e sonora.

Nota bene: l'energia dell'ambiente aumenta.



La domanda allora è: perché l'energia del pallone diminuisce e quella dell'ambiente aumenta?

Non potrebbe accadere allora anche il contrario, cioè che il pallone si alzi da terra e vi torni nelle mani? In effetti questo processo in linea di principio può avvenire ma la probabilità che questo succeda è così infinitamente piccola che, per ogni scopo pratico, si può considerare pari a zero.

Quale è la probabilità che i vostri calzini nel cassetto si spaino? Elevata. Che probabilità c'è che si riappaino spontaneamente? Nessuna. La differenza sta nel fatto che nel primo caso si passa da un sistema ordinato ad uno disordinato, nel secondo caso il processo è opposto.

Nel caso del pallone bisognerebbe che tutte le particelle dell'ambiente si comportassero in modo tale da cedere al pallone abbastanza energia da farlo sollevare dal suolo, ma questo è uno solo dei miliardi e miliardi di comportamenti possibili e di fatto non succede.

L'universo tende al disordine, quindi non arrabbiatevi quando non riuscite a trovare i calzini uguali.

### *Tipi di energia*

Sebbene l'energia sia sempre energia e basta, è comodo classificarla a seconda di come si manifesta.

Nel caso delle scatole sugli scaffali, è intuitivo che quanto più è pesante la scatola e quanto più in alto è lo scaffale, tanta più energia sarà richiesta al magazziniere.

Quindi le scatole più pesanti e più in alto avranno più energia. Questo tipo di energia è detta *energia potenziale gravitazionale*, e dipende dall'altezza rispetto al suolo e dalla massa. E', p.es., l'energia che sta immagazzinata nell'acqua di una diga.

Cosa succede quando l'acqua dalla diga scende a valle? Evidentemente la sua energia potenziale diminuisce perché diminuisce l'altezza: dove va a finire? Rimane sempre nell'acqua, che però ora si è messa in movimento: l'energia che un corpo possiede in virtù del suo movimento viene detta *energia cinetica*.

Alla fine del suo percorso l'acqua sarà arrivata al fondo valle e quindi al mare (magari dopo aver fatto girare la ruota di un mulino = lavoro): niente più energia cinetica.

L'energia dell'acqua si sarà a questo punto trasferita al terreno sotto forma di calore e un po' anche sotto forma di vibrazione sonora.

L'energia che si manifesta come calore è detta *energia termica*.

E l'energia elettrica? È esattamente la stessa cosa: come già detto, le cariche elettriche, gli elettroni, “cadono” dentro i fili metallici (il filo appunto detto elettrico) e così possono compiere lavoro. Si parla di *energia potenziale elettrica*.

### Come gli atomi si legano fra loro

Adesso che sappiamo *perché* si uniscono gli atomi (per abbassare la propria energia), possiamo andare a vedere *come* lo fanno.

Per fare questo è necessario tornare alla configurazione elettronica degli atomi, ma prima ancora osservare il comportamento di alcuni gruppi della tavola periodica.

L'ottavo gruppo, detto dei gas nobili, è caratterizzato da una reattività praticamente nulla. Ciò significa che si trovano in uno stato molto stabile. Se invece andiamo a vedere il comportamento del primo gruppo (metalli alcalini) ed il settimo (alogeni), cioè gli elementi subito prima e subito dopo i gas nobili, osserviamo che hanno una estrema facilità a reagire.

In particolare, gli elementi del primo gruppo reagiscono violentemente con quelli del settimo in rapporto 1:1.

Per fare un esempio, il sodio Na reagisce con il Cloro per dare NaCl, il comune sale da cucina.

Vediamo la cosa dal punto di vista degli elettroni: i gas nobili hanno il livello elettronico esterno completo, con otto elettroni (ad eccezione ovviamente dell'elio che ne ha due).

Gli elementi del primo e del settimo gruppo hanno invece rispettivamente un elettrone in più ed uno in meno dei gas nobili.

Cosa succede quando per esempio un atomo di sodio incontra un atomo di cloro? Il sodio, che ha un elettrone in più rispetto al neon, lo cede al cloro, che ne ha uno in meno rispetto all'argo.

In questo modo sia il sodio che il cloro arrivano ad avere il livello elettronico esterno con otto elettroni, cioè completo. E, come i gas nobili, diventano molto stabili (e infatti questa reazione produce una grande quantità di energia).

Generalizzando si può dire che ogni atomo, per poter emettere energia e stabilizzarsi, deve completare il suo livello elettronico più esterno.

Questo può avvenire scambiando o condividendo elettroni con altri atomi.

Esistono tre tipi di legame fra gli atomi.

## Il legame ionico

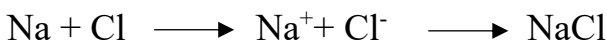
### *Ione=atomo con carica elettrica*

Rimaniamo al sodio e al cloro che si scambiano un elettrone (il sodio cede un elettrone al cloro).

Poiché gli elettroni hanno carica elettrica negativa, l'atomo di cloro diventa carico negativamente.

Analogamente il sodio diventa positivo perché perde una carica negativa.

Dunque, abbiamo due atomi con carica elettrica opposta. Cosa fanno cariche elettriche opposte? Si attraggono, e così i due ioni (si chiamano così gli atomi con carica elettrica) si uniscono e danno luogo ad un composto che tutti conosciamo, il cloruro di sodio NaCl.



*Nota: le sostanze prima di una reazione si chiamano reagenti, quelle dopo prodotti.*

*La trasformazione chimica è simboleggiata con una freccia.*

*Le cariche elettriche di uno ione sono indicate in alto a destra rispetto al simbolo dell'elemento. Nei composti i simboli degli elementi sono scritti uno di seguito all'altro senza spazi.*

Questo tipo di legame si dice ionico, ed è tipico dei metalli con i non-metalli.

Non solo gli elementi del primo e settimo gruppo possono dar luogo a questo tipo di legame, ma, in linea generale, anche quelli del secondo, terzo e sesto, più i metalli di transizione e le terre rare.

---

*Legame ionico: è dovuto all'attrazione fra ioni di carica elettrica opposta.*

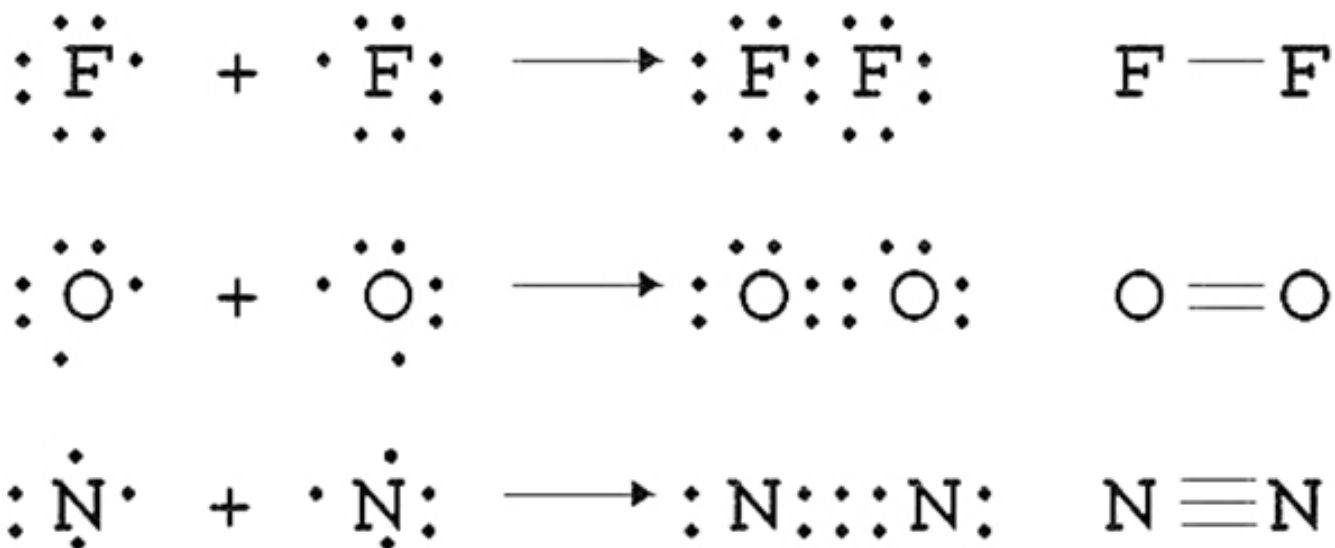
---

## Il legame covalente

Moltissimi composti sono formati da elementi vicini nella tavola periodica se non addirittura uguali fra loro. In questi casi è evidente che non ci può essere un atomo che cede elettroni e uno che li acquista. Quindi si deve trattare di un meccanismo di legame diverso, anche se sempre con il fine di completare il livello elettronico esterno.

Esaminiamo il caso del fluoro che esiste, fra l'altro, come molecola biatomica  $F_2$ . Ciascun atomo di fluoro ha sette elettroni e ne cerca uno per arrivare a 8, ma questo non può avvenire “strappando” un elettrone ad un altro atomo uguale.

Piuttosto i due atomi di fluoro mettono in comune, cioè condividono, un elettrone del livello più esterno, così da arrivare a 8.



Nell'immagine si può vedere questo meccanismo esteso alle molecole di ossigeno e azoto, in cui vengono condivise rispettivamente due e tre coppie di elettroni.

Questo tipo di legame è detto “covalente” ed è schematicamente rappresentato da lineette, ciascuna delle quali rappresenta una coppia di elettroni condivisi.

Non è possibile che vengano condivise più di tre coppie di elettroni.

I due atomi sono allora legati perché devono condividere degli elettroni.

---

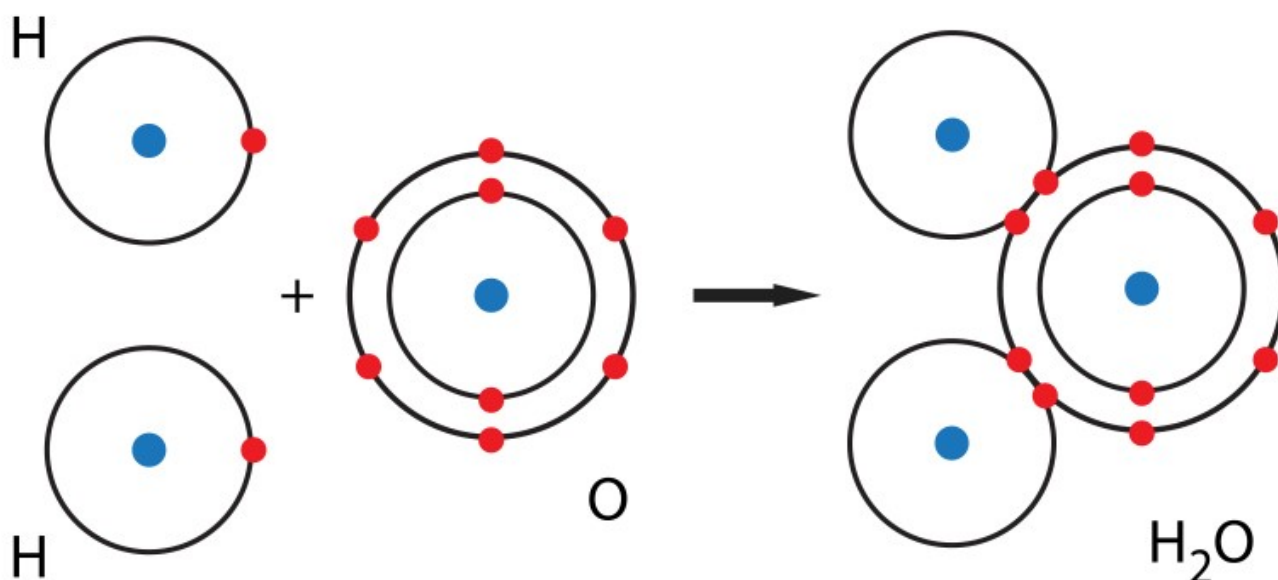
*Il legame covalente consiste nella condivisione di elettroni fra atomi.*

---

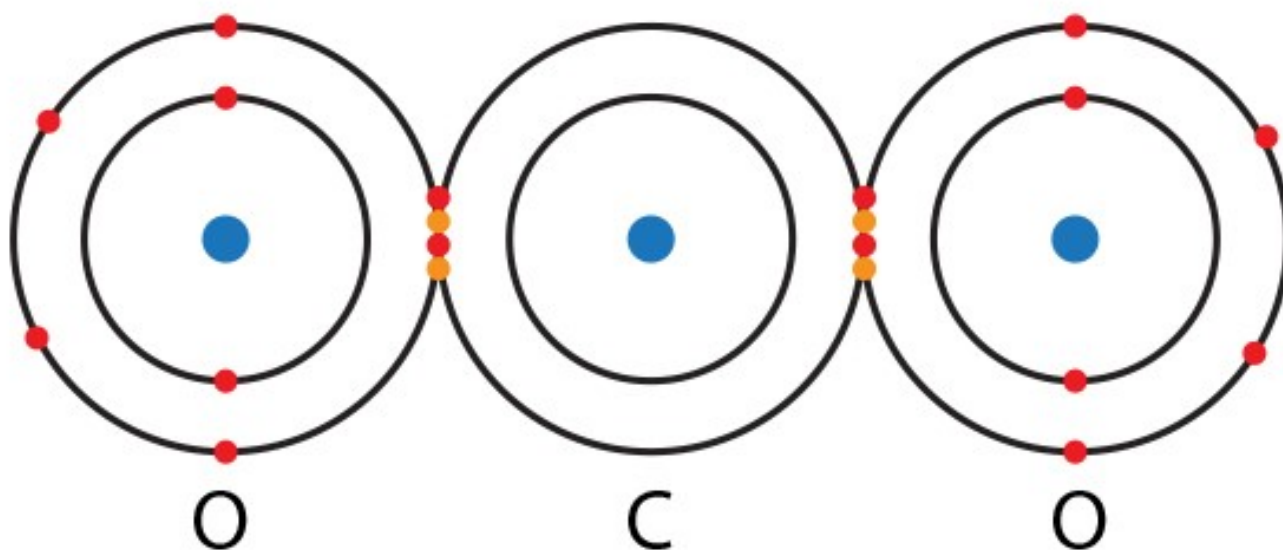
Altri esempi potranno rendere più chiaro il concetto.

Considerate che con il legame ogni atomo si trova ad avere 8 elettroni intorno a sé, tranne l'idrogeno cui ne bastano due.

Così l'acqua:



Biossido di carbonio CO<sub>2</sub> (anidride carbonica)

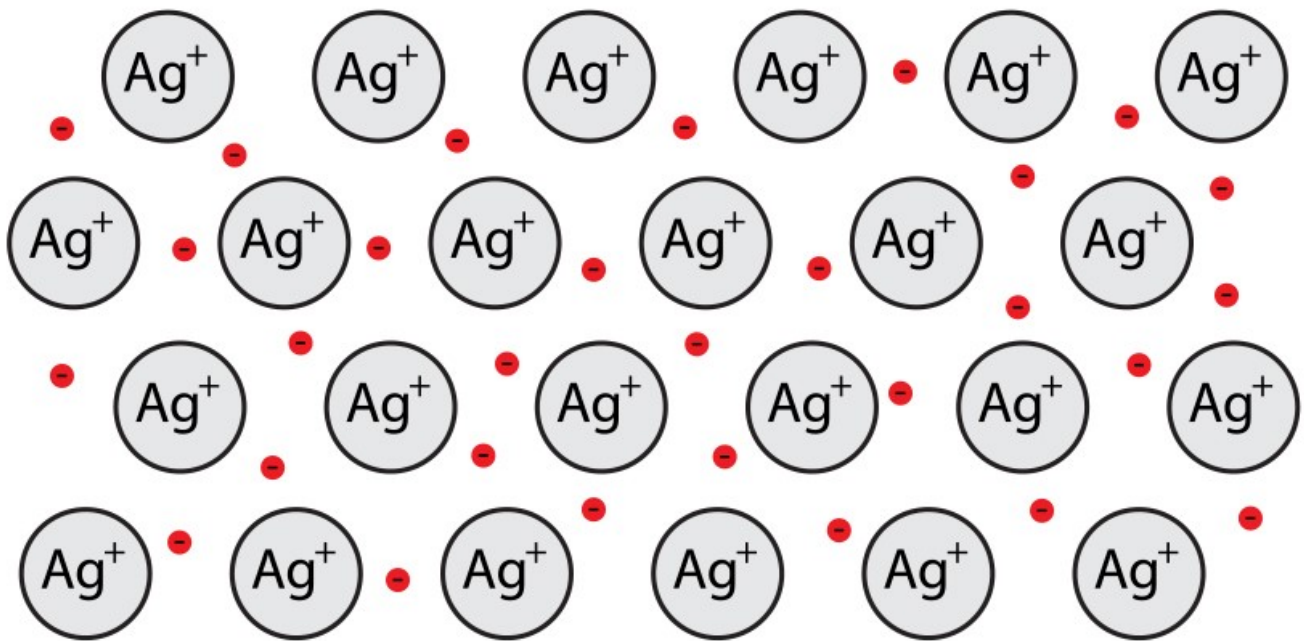


Il legame covalente è tipico dei non-metalli fra loro. Si dice che è un legame localizzato perché gli elettroni condivisi sono localizzati fra i due atomi cui appartengono.

## Il legame metallico

I metalli si legano fra loro in un modo diverso: gli elettroni più esterni vengono ancora condivisi ma non danno luogo a legami localizzati perché sono condivisi tra tutti gli atomi legati fra loro.

La seguente figura relativa all'argento illustra questa situazione:



Qui gli elettroni sono liberi di muoversi fra gli ioni  $\text{Ag}^+$  tenendoli uniti fra loro. Il legame in questo caso è delocalizzato.

## Il legame fra molecole

In generale si osserva che le molecole tendono a stare unite fra loro o comunque ad attrarsi anche se molto debolmente come nei gas.

Questo fatto può essere spiegato considerando le interazioni di natura elettrica che avvengono fra di loro.

Consideriamo l'acqua e dell'anidride carbonica.

L'acqua, pur essendo una molecola molto leggera, a temperatura ambiente è liquida.

L'anidride carbonica, invece, pur essendo pesante più del doppio dell'acqua, è gassosa già a  $-57^\circ\text{C}$ .

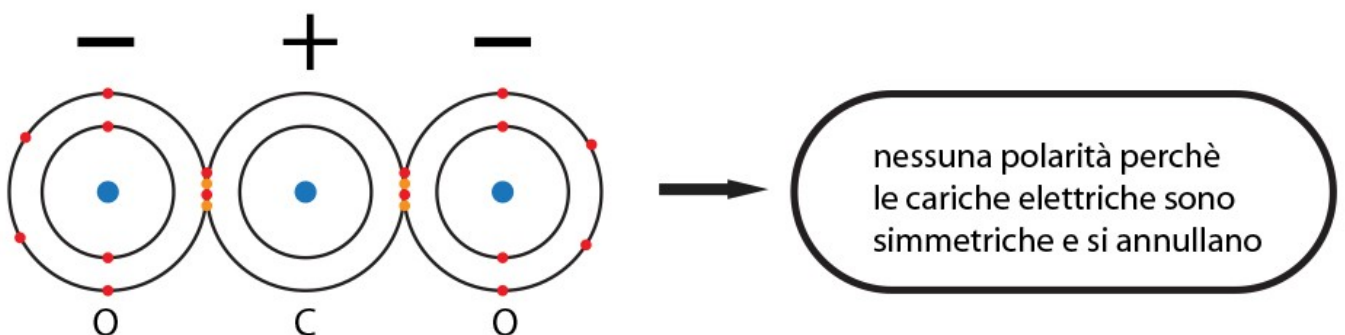
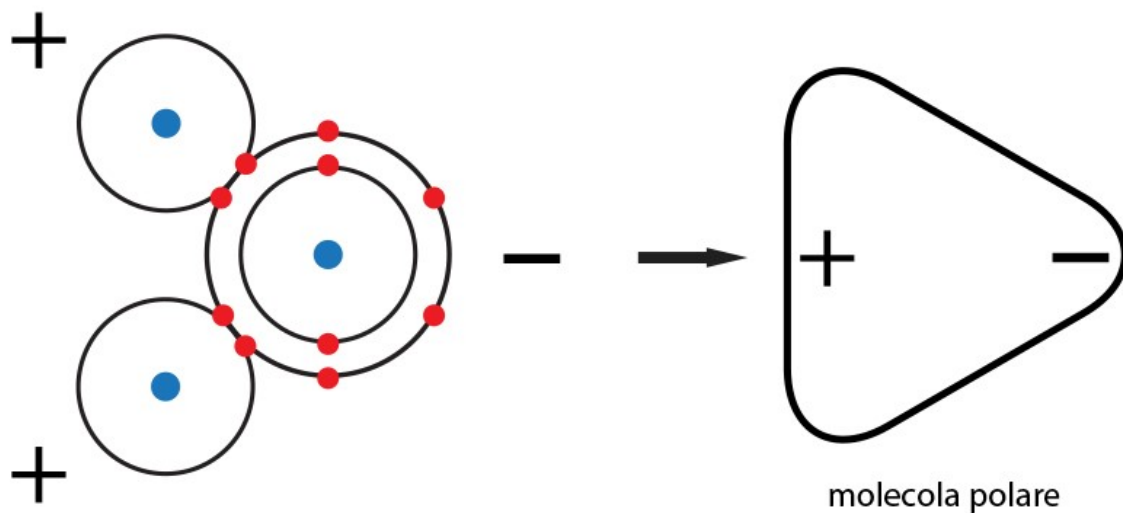
Per capire questo fenomeno è necessario considerare la natura elettrica di queste molecole nel loro insieme.

I legami dell'idrogeno e del carbonio con l'ossigeno sono dovuti alla condivisione di elettroni.

Tuttavia l'ossigeno attrae verso di sé questi elettroni più di quanto non facciano l'idrogeno e il carbonio.

Il risultato è che gli atomi di ossigeno sono carichi negativamente mentre quelli di idrogeno e carbonio sono carichi positivamente.

Questa separazione di cariche però ha un effetto diverso nelle due molecole perché esse hanno una forma geometrica diversa:

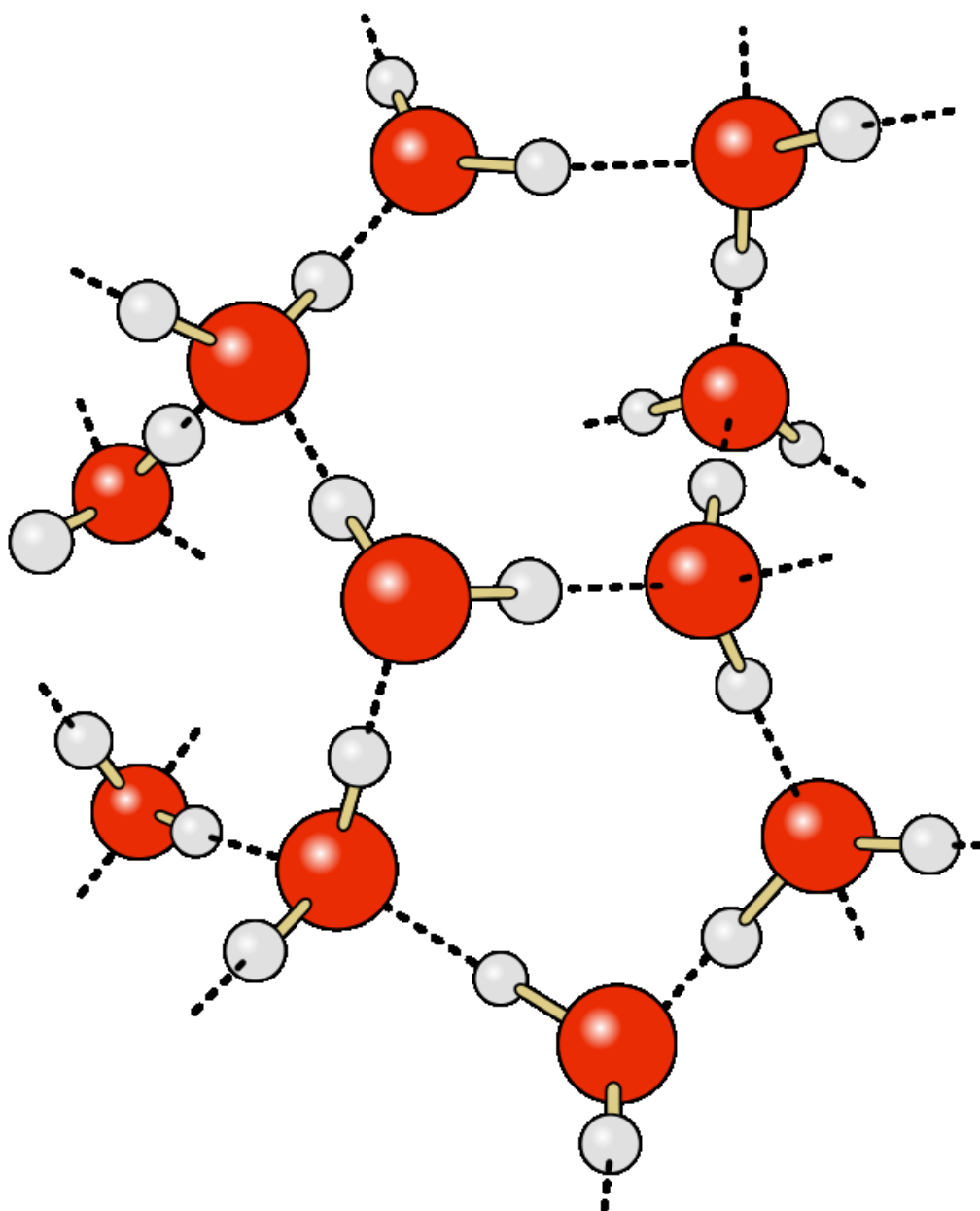


La conseguenza è che le molecole polari come l'acqua si attraggono l'una con l'altra e quindi ci vuole più energia per portarle allo stato di vapore (quindi temperatura più alta).

Viceversa, le molecole non-polari come l'anidride carbonica non si attraggono e quindi più facilmente passano allo stato aeriforme.

In particolare, il legame H-O è molto polarizzato e dà luogo a legami fra molecole (o addirittura all'interno di una stessa molecola) detti "legami a idrogeno".

Vista in 3D del legame a idrogeno fra molecole di acqua:





Una proteina si ripiega su sé stessa a causa di un legame a idrogeno:

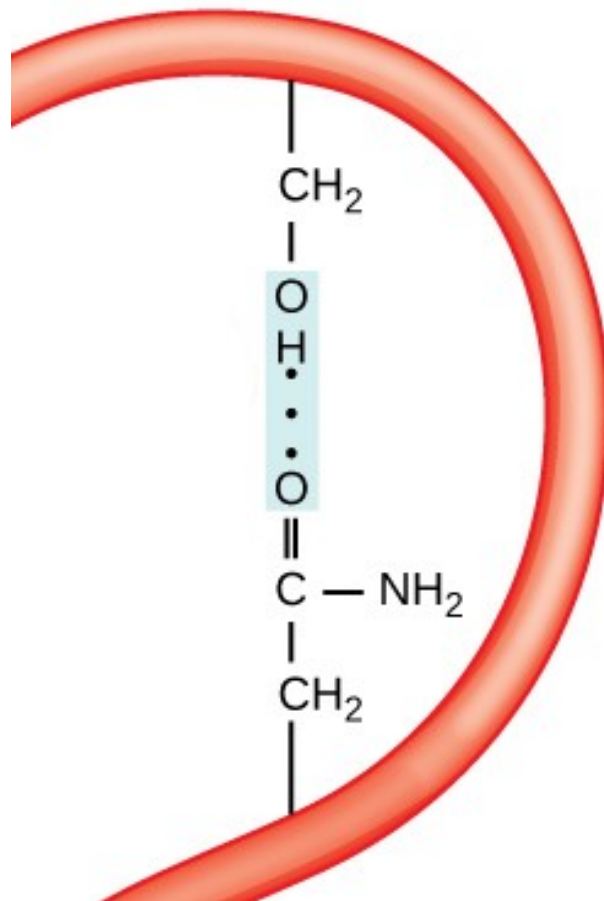


Immagine adattata da [http://cnx.org/contents/GFy\\_h8cu@10.53:rZudN6XP@2/Introduction](http://cnx.org/contents/GFy_h8cu@10.53:rZudN6XP@2/Introduction)

## Cosa devi sapere

- Perché gli atomi si legano fra loro
- Cosa è che rende gli atomi più stabili
- Il legame ionico
- Il legame covalente
- Il legame metallico
- Cosa determina il legame fra molecole
- Da cosa dipende la polarità di una molecola

## Nomenclatura e classificazione dei composti chimici

---

*Un composto chimico è una sostanza costituita da elementi diversi legati fra loro secondo proporzioni (fra atomi) ben precise e costanti, e secondo una disposizione spaziale ben precisa.*

---

Poiché gli atomi in un composto possono essere anche miliardi, sono miliardi anche i composti.

È stato dunque necessario non solo stabilire delle regole per dare un nome ad ogni composto, ma anche classificare i composti in base alla loro composizione, cioè, in sostanza, classificarli in base a loro comportamento chimico.

Esiste oggi un insieme di regole internazionalmente riconosciute per dare i nomi ai composti, ma si tratta di una cosa piuttosto recente (nomenclatura IUPAC). Molti dei composti più comuni e conosciuti da molto tempo hanno un loro nome tradizionale. Conoscere le regole della nomenclatura IUPAC non ha senso se non per i chimici di professione.

A noi basterà conoscere il nome generico (e tradizionale) di alcune categorie dei composti più comuni.

È necessario a questo punto fare una distinzione fra

*composti organici*, cioè tutti quelli del carbonio,

*composti inorganici*, cioè tutti gli altri.

Di quest'ultimi prenderemo in considerazione soltanto quelli che contengono idrogeno e/o ossigeno.

### Le formule dei composti

Prima di passare alla classificazione è necessario capire cosa è la formula di un composto e come si scrive.

Userò alcuni esempi:

H<sub>2</sub>O è la formula dell'acqua che tutti conoscono. Ci dice che per ogni atomo di ossigeno ve ne sono 2 di idrogeno, quindi quel 2 nella formula si riferisce all'elemento che precede.

$\text{CaCO}_3$  è la formula del carbonato di calcio (il calcare) e ci dice che per ogni atomo di calcio ve n'è uno di carbonio e 3 di ossigeno.

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  è il solfato di alluminio e la sua formula si dice che ogni 2 atomi di alluminio vi sono tre gruppi  $\text{SO}_4$  ciascuno dei quali, a sua volta, è costituito da un atomo di zolfo e 4 di ossigeno.

Perché non si scrive  $\text{Al}_2\text{S}_3\text{O}_{12}$ ? Perché si vuole fornire una informazione supplementare, e cioè che i 3 atomi di zolfo e i 12 di ossigeno sono divisi in tre gruppi distinti.

## Classificazione

### Composti inorganici

Per poter generalizzare userò i seguenti simboli: Me = metallo ~~Me~~ = non-metallo

CLASSE	FORMULA GENERALE	ESEMPI
IDRURI	MeH, HMe	$\text{NH}_3$ = ammoniaca Gli idruri degli elementi del 7° gruppo e $\text{H}_2\text{S}$ sono detti IDRACIDI. $\text{HCl}$ = acido cloridrico, $\text{H}_2\text{S}$ = a. solfidrico
OSSIDI ACIDI	<del>Me</del> O	Sono tradizionalmente detti anche ANIDRIDI $\text{CO}_2$ = biossido di carbonio (anidride carbonica)
OSSIDI BASICI	MeO	$\text{CaO}$ = ossido di calcio. $\text{Al}_2\text{O}_3$ = ossido di alluminio
SALI SEMPLICI	Me <del>Me</del>	$\text{NaCl}$ = cloruro di sodio, $\text{K}_2\text{S}$ = solfuro di potassio
IDROSSIDI	MeOH	$\text{NaOH}$ = idrossido di sodio (soda caustica) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ = idrossido di calcio (calce spenta)
ACIDI OSSIGENATI	H <del>Me</del> O	$\text{H}_2\text{SO}_4$ = acido solforico, $\text{HNO}_3$ = acido nitrico
SALI OSSIGENATI	Me <del>Me</del> O	$\text{CuSO}_4$ = solfato di rame, $\text{CaCO}_3$ = carbonato di calcio (calcare)

## Composti organici

Una caratteristica del carbonio che lo rende pressoché unico fra tutti gli elementi è quella di poter formare catene di atomi legati fra loro di qualunque lunghezza (attualmente si è arrivati a 6000).

Questa caratteristica, insieme al fatto di essere un elemento leggero che dà luogo a composti in tutte gli stati della materia, lo ha reso l'elemento ideale per creare organismi viventi.

Anche il silicio può dare catene molto lunghe ma i suoi composti sono perlopiù solidi: quando noi respiriamo emettiamo  $\text{CO}_2$ , un gas, mentre l'equivalente del silicio,  $\text{SiO}_2$ , è un solido (è il quarzo).

Oltre al carbonio, gli elementi che più spesso si trovano nei composti organici sono H, O, N.

Le classi dei composti organici sono molto numerose, qui vedremo solo le principali. Ogni classe si distingue dalle altre per quello che si chiama "gruppo funzionale", cioè un particolare raggruppamento di atomi che determina le caratteristiche chimiche del composto.

---

*Gruppo funzionale: particolare raggruppamento di atomi che determina le caratteristiche chimiche del composto che lo contiene.*

---

I composti costituiti soltanto da atomi di carbonio e idrogeno sono detti *idrocarburi*.

A loro volta gli idrocarburi si dividono in saturi/insaturi e in alifatici/aromatici. Lasciamo la differenza fra alifatici/aromatici a dopo e vediamo la differenza fra saturi e insaturi, differenza che spesso viene fuori quando si parla dei grassi.

L'atomo di carbonio ha quattro elettroni nel livello esterno e quindi può formare quattro legami covalenti.

*Nei composti saturi non vi sono legami multipli, mentre in quelli insaturi vi sono o doppi o tripli legami.*

Questi ultimi composti sono molto più reattivi dei primi e quindi più facilmente trasformabili, p.es. con la digestione, in altre sostanze.

È interessante vedere i nomi dei primi termini della serie degli idrocarburi detti alcani (quelli saturi) perché questi nomi si ritrovano alla radice di nomi di sostanze di uso comune:

CH<sub>4</sub> metano (il gas dei fornelli)

C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> etano

C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> propano (il gas degli accendini)

C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> butano (il gas delle bombole da campeggio)

Dal C<sub>5</sub> in poi i nomi sono semplicemente pentano, esano, eptano, ottano, ecc.

Vediamo ora i composti caratterizzati da un gruppo funzionale.

Userò le lettere R ed R' per indicare catene di atomi di carbonio e idrogeno di qualsivoglia lunghezza.

CLASSE	FORMULA GENERALE	GRUPPO FUNZIONALE	ESEMPIO
ALOGENURI	<i>R-X</i>	Alogenuro <i>-X</i>	CH <sub>3</sub> Cl clorometano, usato come sverniciante e nell'industria tessile
ALCOLI	<i>R-OH</i>	Ossidrile <i>-OH</i>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH etanolo, l'alcol presente nella bevande dette appunto alcoliche
ETERI	<i>R-O-R'</i>	Etere <i>-O-</i>	CH <sub>3</sub> -O-CH <sub>3</sub> dimetiletere, usato un tempo come anestetico
ALDEIDI	<i>R-CHO</i>	Carbonile <i>-CHO</i>	CH <sub>3</sub> CHO acetaldeide, usato per la conservazione degli organi; molti profumi sono aldeidi.
CHETONI	<i>R-CO-R'</i>	Carbonile <i>-CO-</i>	CH <sub>3</sub> -CO-CH <sub>3</sub> dimetilchetone, più comunemente noto come acetone
ACIDI CARBOSSILICI	<i>R-COOH</i>	Carbossile <i>-COOH</i>	CH <sub>3</sub> -COOH acido acetico, presente nell'aceto
AMMINE	<i>R-NH<sub>2</sub></i>	Amminico <i>-NH<sub>2</sub></i>	CH <sub>3</sub> -NH <sub>2</sub> metilammina, causa del cattivo odore del pesce avariato

A titolo di curiosità, riporto nella tabella seguente i nomi tradizionali e quelli ufficiali dei primi dieci acidi grassi a catena non ramificata; i nomi tradizionali sono ancora in uso, anche se non sarebbero accettabili in una pubblicazione scientifica.

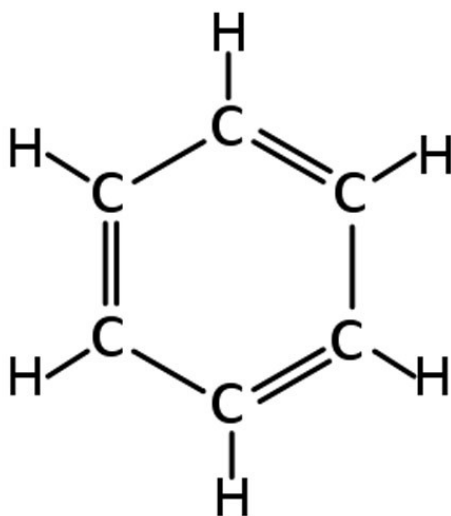
Formula	Fonte	Nome tradizionale	Nome IUPAC
HCOOH	formiche	acido formico	acido metanoico
CH <sub>3</sub> COOH	aceto	acido acetico	acido etanoico
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	latte	acido propionico*	acido propanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	burro	acido butirrico	acido butanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	radice della valeriana	acido valerianico	acido pentanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	capre	acido capronico	acido esanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> COOH	fiore della vite	acido enantico	acido eptanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	capre	acido caprilico	acido ottanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	pelargonio	acido pelargonico	acido nonanoico
CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH	capre	acido caprinico	acido decanoico

Altri acidi grassi sono poi l'oleico, il linoleico e il linolenico, il palmitico, lo stearico, ecc., ed è superfluo spiegare da dove derivano.

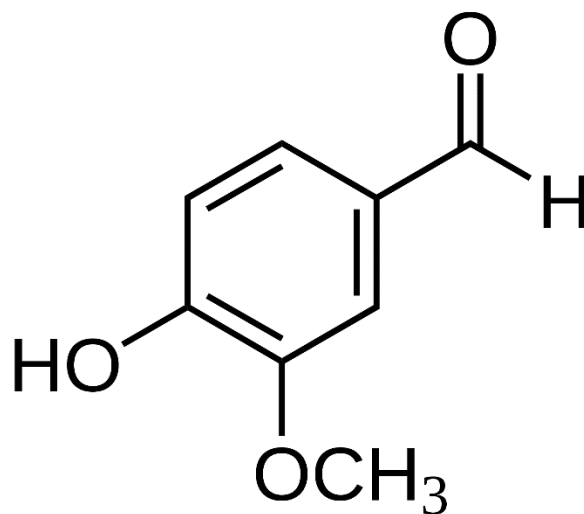
I *composti organici aromatici* contengono un anello di atomi di carbonio (5 o 6) fra i quali vi è un legame delocalizzato che conferisce loro proprietà particolari.

Il loro nome deriva dal fatto che i primi composti di questa classe a essere scoperti e identificati in passato possedevano odori intensi e caratteristici.

Il composto base degli idrocarburi aromatici è il benzene:



Un composto davvero aromatico, la vanillina:





## Cosa devi sapere

- Riconoscere, a partire dalla formula, a che gruppo appartiene un composto
- La distinzione fra composti organici e inorganici
- Le caratteristiche principali del carbonio per quanto riguarda i legami
- Cosa è un gruppo funzionale
- Saper riconoscere i principali gruppi funzionali
- La distinzione fra composti aromatici e non

## Le proprietà dei composti spiegate in base al legame

Molte delle proprietà delle sostanze che possono essere osservate con facilità dipendono dal tipo di legame. Questo tipo di conoscenze permette di prevedere il comportamento di una sostanza e permette ai chimici di progettare, e poi creare, sostanze con specifiche proprietà.

Qui prenderemo in considerazione solo alcune di queste proprietà.

## Solubilità

La solubilità è la capacità di una sostanza di sciogliersi in un solvente.

Composti ionici: nei composti ionici gli atomi stanno insieme perché hanno cariche elettriche opposte che si attraggono, p. Es. NaCl che è fatto di ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . In linea di massima questo tipo di composti sono solubili in acqua perché quest'ultima, come sappiamo molto polare, stabilisce con gli ioni dei legami più forti degli ioni fra loro. Al contrario non sono solubili in solventi che non siano fortemente polari. Quindi il sale da cucina è solubile in acqua ma non, per esempio, nell'alcol.

Composti covalenti: per lo stesso ragionamento fatto sopra, si spiega come le sostanze covalenti polari sono solubili in solventi polari e quelle non polari in solventi non polari. Naturalmente esistono molte sostanze covalenti che non sono solubili in alcun solvente.

Metalli: come abbiamo visto, in questo caso gli atomi sono tenuti insieme da una “colla” di elettroni che però non sono legati a singoli atomi. Per questo motivo non ci sono solventi in grado di solubilizzare i metalli, fatta eccezione del mercurio che è, per l'appunto, un metallo liquido.

È necessario fare attenzione alla differenza fra solubilizzazione (in cui la sostanza sciolta rimane quella che è) e i processi chimici che possono trasformare un metallo in un suo sale e quindi scioglierlo. In quest'ultimo caso si tratta di una vera e propria reazione chimica. Nella solubilizzazione invece le sostanze non cambiano e possono essere recuperate eliminando il solvente.

La solubilità gioca un ruolo molto importante in cucina, non solo nella preparazione degli alimenti (come far stare insieme sostanze che non si sciolgono l'una nell'altra?

Lo vedremo più avanti parlando delle emulsioni) ma anche nel modo in cui noi percepiamo i sapori.

Infatti, i sapori sono dovuti a particolari sostanze chimiche che possono o essere veicolate dall'acqua o da i grassi. Le prime vengono in linea di massima percepite nella bocca, mentre le seconde sono di solito molecole volatili veicolate dagli oli che, per il calore della bocca, evaporano e vengono percepita dal naso. Nel caso di bevande come il vino, gli aromi sono tutte molecole solubili in alcol che, essendo molto volatile, trascina le più leggere verso il naso, mentre quelle non volatili come i tannini le sentiamo in bocca. Un bravo cuoco deve essere in grado di bilanciare accuratamente quanto sentiamo col naso e quanto con la bocca.

### Conducibilità elettrica

I metalli, per definizione, sono in grado di condurre l'elettricità, i composti ionici allo stato solido e quelli covalenti no. Ricordo che la corrente elettrica è un flusso di elettroni: è facile allora comprendere perché i metalli la possono condurre. In essi gli elettroni che tengono insieme gli atomi sono liberi di muoversi perché non sono legati ad un atomo piuttosto che ad un altro. Nei composti covalenti e in quelli ionici solidi invece gli elettroni sono o bloccati fra gli atomi che legano o si sono proprio trasferiti da un atomo all'altro.

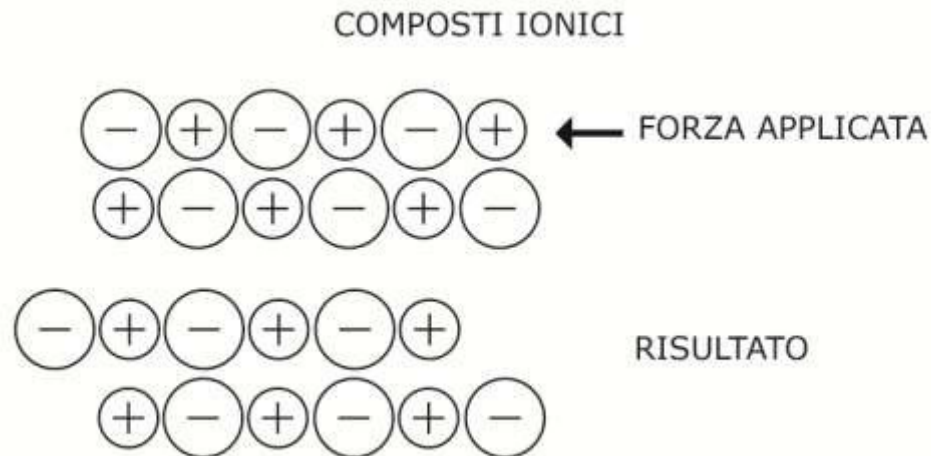
Nel caso dei composti ionici si osserva però che le loro soluzioni in acqua sono in grado, entro certi limiti, di condurre la corrente. Questo si spiega con il fatto che, una volta sciolti in acqua, gli ioni che li compongono si separano e quindi in soluzione ci sono ioni liberi di muoversi. Per esempio, il cloruro di sodio in acqua si separa in ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Ecco perché bisogna tenere sempre l'acqua lontana dagli apparecchi elettrici: l'acqua pura non conduce l'elettricità ma l'acqua che usiamo normalmente contiene sempre una certa quantità di sali ionici (i cosiddetti sali minerali).

### Lavorabilità

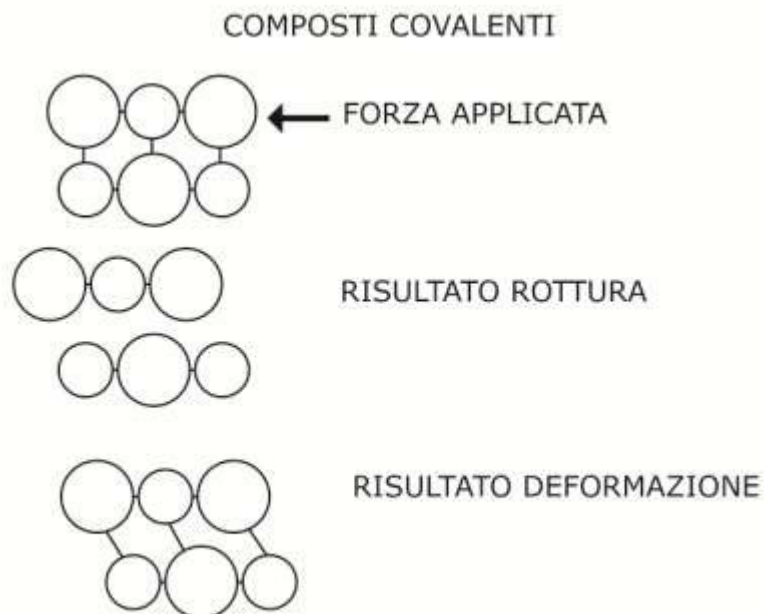
Con questo termine voglio indicare la possibilità di cambiare la forma di un materiale. Si può dividere in *plasticità* (capacità di deformarsi e mantenere la deformazione) ed *elasticità* (capacità di deformarsi e poi tornare alla forma di partenza).

Tutte le sostanze hanno un certo grado, anche minimo, di elasticità. Tuttavia sappiamo che c'è una bella differenza fra dare un colpo ad un pezzo di metallo, ad uno di vetro e uno di gomma.

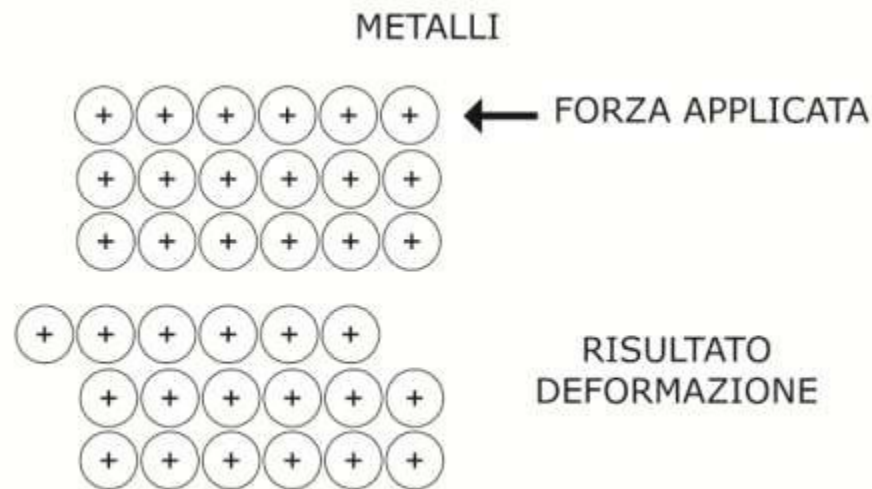
Per spiegare questa differenza osservate le figure che seguono in cui si mostra l'effetto dell'applicazione di una forza ad una fila di atomi che costituiscono un solido.



Nei composti ionici lo spostamento di una fila di ioni fa sì che ioni di carica uguale si trovino vicini e quindi, poiché cariche elettriche si respingono, il solido si spacca.



Nel caso dei composti covalenti, l'applicazione di una forza dall'esterno può avere risultati diversi. In alcuni casi il solido si rompe in seguito alla rottura dei legami, in altri i legami si deformano e quindi il solido si deforma senza rompersi.



Nel caso dei metalli si ha sempre una deformazione perché l'applicazione di una forza non modifica sostanzialmente il legame fra gli atomi.

In conclusione, la conoscenza dei modi in cui gli atomi si legano ci permette di spiegare le proprietà delle sostanze e permette anche, ai chimici, di “progettare” composti che abbiano specifiche proprietà.

Pensate, solo per fare un esempio, alla grandissima varietà di gomme, ognuna delle quali ha un suo uso specifico, o di colle, o di plastiche, ecc.

Oggi è possibile anche progettare molecole che abbiano particolari sapori (p. es. la vanillina sintetica non è la stessa molecola di quella contenuta nei baccelli di vaniglia e la differenza si impara facilmente).

Tuttavia, in genere un “sapore” deriva da molte sostanze insieme ed è quindi difficile da riprodurre con esattezza.

### Cosa devi sapere

Cosa è la solubilità di una sostanza.

Cosa è la conducibilità elettrica.

Come si spiega la differenza di solubilità fra composti a legame ionico, covalente e metallico.

Come si spiega la differenza di lavorabilità fra composti a legame ionico, covalente e metallico.

Come si spiega la differenza di conducibilità fra composti a legame ionico, covalente e metallico.

## Come avvengono le trasformazioni chimiche: velocità

Abbiamo già visto “perché” avvengono le trasformazioni chimiche. Vedremo ora “come” avvengono.

Per spiegare come avvengono le reazioni i chimici usano quello che viene chiamato “modello cinetico-molecolare”.

Nell'uso scientifico un modello è un insieme di teorie che descrive un fenomeno in modo oggettivo. L'obiettivo di un modello scientifico è quello di poter analizzare e comprendere un fenomeno.

In pratica un modello è un insieme di regole che noi pensiamo spieghino il comportamento di un sistema. Se il modello è corretto i risultati che produce coincidono con i risultati sperimentali.

Quindi usare un modello significa eseguire dei calcoli, spesso molto complessi, per verificarne la validità. Se poi il modello risulta valido allora può essere usato per prevedere il comportamento di un sistema.

Più semplicemente, nel nostro caso, il modello è un modo di visualizzare *qualitativamente* (quindi vi risparmio i calcoli) il nostro sistema in un modo intuitivo. Sappiate comunque che il modello cinetico-molecolare permette di avere anche risultati *quantitativamente* corretti.

L'idea di base è che le particelle dei reagenti si muovono più o meno liberamente nello spazio e reagiscono fra loro quando si urtano.

Potete allora immaginare le particelle come automobili nel traffico, che subiscono una trasformazione quando si tamponano.

Nei solidi le particelle non sono libere di muoversi, tranne forse quelle della superficie, e questo spiega perché i solidi non reagiscono fra loro. Per avere una trasformazione chimica è necessario che almeno uno dei reagenti sia fluido, cioè o liquido o aeriforme.

Veniamo allora alla velocità delle reazioni.

Osserviamo che ci sono reazioni molto veloci, p.es. l'esplosione di un petardo, e altre molto lente, p.es. l'arrugginimento di un pezzo di ferro. Ma cosa si intende allora per velocità di reazione?

---

*Possiamo definire la velocità di reazione come la quantità di prodotto che si forma in un secondo.*

---

Da cosa dipende questa velocità? Principalmente da tre fattori: concentrazione, temperatura, catalizzatori.

---

*Concentrazione: quanto maggiore è la concentrazione, tanto maggiore è la velocità.*

---

Consideriamo l'analogia con il traffico: se ci sono molte macchine vicine fra loro (maggiore concentrazione) ci sono anche più tamponamenti (più trasformazioni chimiche).

---

*Temperatura: quanto più alta è la temperatura, tanto maggiore è la velocità di reazione.*

---

Tenete presente che la temperatura di un corpo dipende dalla velocità media delle particelle che lo compongono, anzi, la temperatura è proprio la misura di questa velocità.

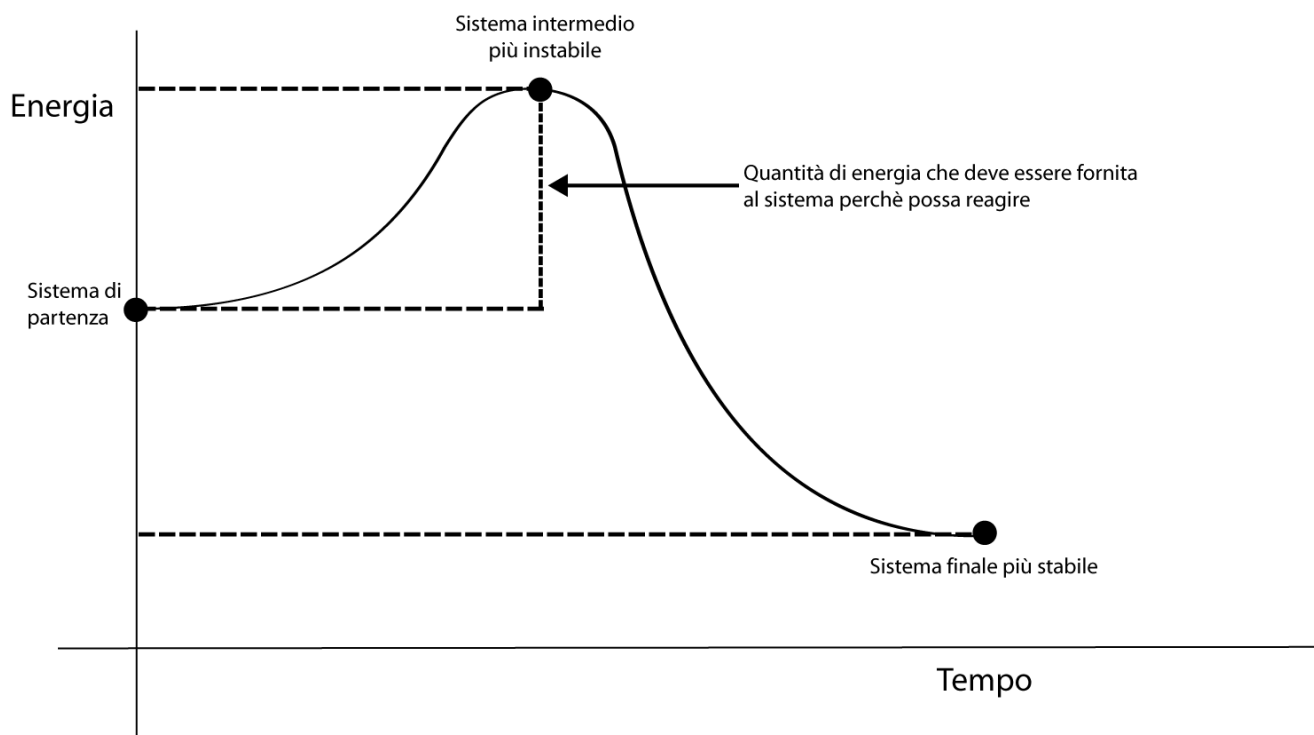
Tornando al traffico, se le automobili si muovono a velocità elevata gli incidenti sono di più; così, se la temperatura del sistema aumenta, aumenta la velocità delle particelle e quindi anche il numero degli urti fra loro.

---

*Catalizzatori: i catalizzatori sono sostanze che aumentano la velocità di una trasformazione ma che non si trasformano essi stessi, cioè alla fine della reazione sono gli stessi che all'inizio.*

---

Considerateli come una strada in discesa, si va più veloci senza consumare benzina. Come funzionano? In molte reazioni chimiche i reagenti, per potersi trasformare in prodotti, devono passare attraverso uno stadio in cui hanno molta energia:



C'è una quantità minima di energia al di sotto della quale le particelle dei reagenti non si trasformano perché si urtano ad una velocità troppo bassa. Come due automobili che si scontrano a 5 km all'ora: non succede niente.

I catalizzatori funzionano così: diminuiscono l'energia necessaria affinché la trasformazione avvenga rendendola quindi più veloce.

Hanno un'importanza enorme nell'industria chimica ma praticamente nessuna in gastronomia, il fornello ci vuole sempre.

Vi sono poi altri fattori che influiscono sulla velocità di una reazione, ma concentrazione, temperatura e catalizzatori sono i principali.

### Cosa devi sapere

Cosa è la velocità di una reazione

Quali sono i fattori principali che influiscono sulla velocità di una reazione

Che relazione c'è fra concentrazione, temperatura e velocità

Cosa sono i catalizzatori



## Come avvengono le trasformazioni chimiche: equilibrio

Dunque, fino a questo momento abbiamo pensato alle trasformazioni chimiche come:

Reagenti  $\longrightarrow$  Prodotti

Per esempio, si scrive  $\text{HCl} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  che vuole dire: una particella di acido cloridrico reagisce con una di idrossido di sodio per darne una di cloruro di sodio e una di acqua. Tuttavia, non sappiamo se *tutto* il reagente si trasforma in prodotto.

E infatti esistono due tipi di reazioni chimiche:

---

*Reazioni irreversibili: quelle in cui tutto il reagente si trasforma in prodotto, dopodiché non succede più nulla.*

---



---

*Reazioni reversibili: quelle in cui, quando la reazione è apparentemente finita, vi è ancora del reagente.*

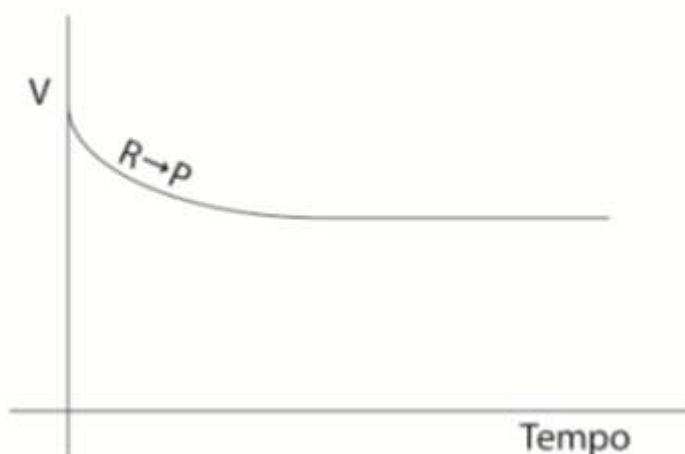
---

Mentre le prime le scriviamo con una freccia da sinistra a destra, nelle seconde usiamo una doppia freccia:

Reagenti  $\rightleftharpoons$  prodotti

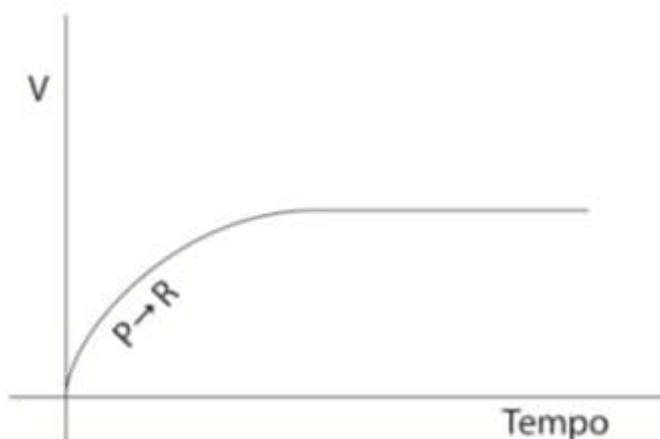
Quello che succede è che anche le particelle di prodotto subiscono degli urti che le ritrasformano in reagenti, quindi questi ultimi non spariscono mai.

Adesso osservate i grafici che seguono, ricordando che la velocità di una reazione aumenta aumentando la concentrazione dei reagenti.



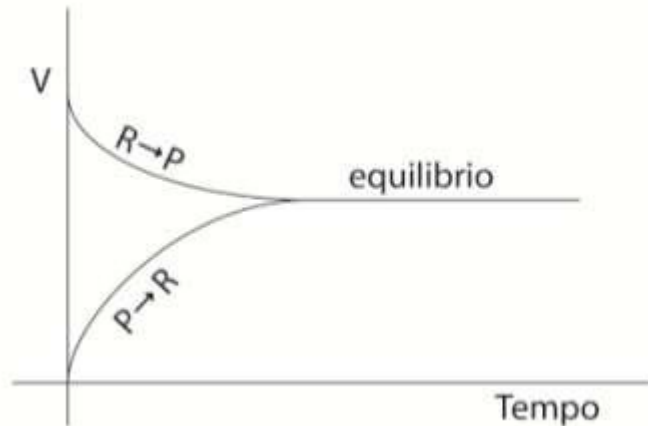
In questo grafico si vede che la velocità di una reazione reagenti  $R \rightarrow$  prodotti  $P$  diminuisce nel tempo perché la concentrazione dei reagenti diminuisce via via che si trasformano in prodotti.

Al contrario, nel grafico che segue, si vede che la velocità della trasformazione inversa prodotti  $P \rightarrow$  reagenti  $R$  aumenta nel tempo perché all'inizio i prodotti non ci sono ma vanno via via aumentando in seguito alla reazione reagenti prodotti.



Se ora guardiamo i due grafici insieme vediamo che, a un certo punto, le due reazioni, diretta e inversa, procedono con la stessa velocità.

A quel punto non si osserva più alcun cambiamento nel sistema, come se le reazioni si fossero fermate. In realtà una disfa quello che fa l'altra.



Questa situazione, che può essere raggiunta in tempi più o meno rapidi, si chiama “equilibrio”.

Lo stato di equilibrio può essere quantificato con il rapporto tra la concentrazione dei prodotti e quella dei reagenti all’equilibrio. Questo numero è detto *costante di equilibrio*.

In realtà la formulazione della costante di equilibrio è un po' più complessa, ma il suo significato è comunque quello di indicare in che misura i reagenti si trasformano in prodotti. Se ha un valore molto superiore a 1 vuol dire che alla fine della reazione la concentrazione dei prodotti è molto maggiore di quella dei reagenti e viceversa se è minore di 1.

Ci sono alcune cose importanti da sapere a proposito dell'equilibrio:

- Non tutti i sistemi raggiungono l'equilibrio se non in tempi infinitamente lunghi. Altri invece raggiungono l'equilibrio in tempi estremamente brevi. I sistemi che si mantengono apparentemente stabili fuori dell'equilibrio sono detti metastabili, p.es. la maionese.
- La costante di equilibrio varia solo al variare della temperatura.
- Se la reazione è esotermica un aumento di temperatura diminuisce la costante. Se la reazione è endotermica succede il contrario.
- Tutte le reazioni “rispettano” la propria costante di equilibrio, anche se avvengono contemporaneamente più reazioni diverse.
-

## L'equilibrio di dissociazione dell'acqua

La più importante reazione reversibile è quella di dissociazione dell'acqua:  $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$

L'espressione della sua costante di equilibrio è  $K = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$

*(Nota: i valori delle costanti di equilibrio si ricavano sperimentalmente.*

*Le parentesi quadre significano “concentrazione molare di...”; vedi il paragrafo relativo alla concentrazione).*

Questa espressione ci dice che, in qualunque sistema, a temperatura ambiente, il prodotto delle concentrazioni degli ioni  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$  è sempre  $10^{-14}$ .

Quindi, p.es.,  $[\text{H}^+] = 10^{-5}$  allora  $[\text{OH}^-] = 10^{-9}$ , la somma degli esponenti è sempre -14.

Perché questa reazione è così importante? Perché determina l'acidità di un sistema, e l'acidità di un sistema influenza l'andamento di moltissime reazioni chimiche, in particolare quelle biologiche.

Nell'acqua pura, da ogni molecola che si dissocia si formano uno ione  $\text{H}^+$  e uno ione  $\text{OH}^-$ .

Quindi le loro concentrazioni sono uguali e pari a  $10^{-7}$ : solo una molecola su dieci milioni è dissociata.

Questo per quanto riguarda l'acqua pura, la cosiddetta acqua distillata. Ma cosa può succedere se all'acqua aggiungo un'altra sostanza?

Introduciamo alcuni nuovi termini:

---

*Acido: sostanza che, sciolta in acqua, causa un aumento della concentrazione degli ioni  $\text{H}^+$ .*

---

Per esempio, se sciogliamo dell'acido cloridrico  $\text{HCl}$  in acqua, esso si dissocia in ioni  $\text{Cl}^-$  e  $\text{H}^+$ , causando quindi un aumento di quest'ultimi.

L'acidità è importante in cucina ed è infatti uno dei sapori fondamentali percepiti dalla lingua.

Lingua e naso sono organi fondamentali per proteggere il nostro corpo da sostanze nocive: una sostanza eccessivamente acida viene percepita come cattiva e siamo portati istintivamente a sputarla, perché potrebbe danneggiare il nostro apparato digerente o potrebbe essere velenosa.

Quasi tutti gli alimenti sono comunque in qualche misura acidi.

---

*Base: sostanza che, sciolta in acqua, causa un aumento della concentrazione degli ioni  $\text{OH}^-$ .*

---

Le basi sono tradizionalmente dette anche “alcali”, dalla parola araba che significa “cenere”.

Infatti, anticamente, si ricavavano dalla cenere delle piante.

Esempio di base molto comune è l'idrossido di sodio NaOH (soda caustica) che in acqua si dissocia in ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{OH}^-$ . L'unico alimento alcalino di uso comune è l'albume d'uovo.

---

*Soluzione acida: soluzione in cui la concentrazione di ioni  $\text{H}^+$  è maggiore di quella degli ioni  $\text{OH}^-$ .*

*Soluzione basica: soluzione in cui la concentrazione di ioni  $\text{OH}^-$  è maggiore di quella degli ioni  $\text{H}^+$ .*

---

Non tutti gli acidi e le basi si dissociano in acqua in ugual misura.

Ricorda che dissociazione e solubilizzazione sono cose diverse: se una sostanza si solubilizza in acqua non è detto che si dissoci (vedi per esempio l'alcol).

Possiamo allora distinguere fra:

---

*Acidi e basi forti: in acqua si dissociano completamente, p.es.  
l'acido cloridrico e l'idrossido di sodio.*

*Acidi e basi deboli: in acqua si dissociano solo parzialmente, p.es.  
l'acido acetico, l'ammoniaca.*

---

Ecco perché possiamo condire una insalata con l'aceto (soluzione di acido acetico, debole) o con il succo di limone (soluzione di acido citrico debole) e non con l'acido cloridrico, che in pochi minuti distruggerebbe completamente la vostra lattuga.

### La misura dell'acidità e la scala del pH

Come si misura il grado di acidità di una soluzione? Esistono molti modi più o meno accurati.

Uno di questi fa uso di sostanze, dette indicatori acido-base, il cui colore cambia al cambiare dell'acidità'.

Una potete farla facilmente da soli. Basta prendere delle foglie di cavolo rosso o radicchio rosso e farle bollire in acqua. La soluzione rossastra che si forma è rossa in ambiente acido ma diventa prima verde e poi blu se l'ambiente diventa alcalino. Se poi impregniamo un foglietto di carta con un po' di questo liquido, ecco che avremo un misuratore di pH portatile.

Una sua versione più evoluta è la cosiddetta cartina al tornasole.

E se volessimo indicare l'acidità su una scala numerica? Naturalmente basterebbe indicare la concentrazione degli ioni  $H^+$  ma è un sistema che in molti casi risulta poco pratico.

È stata invece elaborata una scala, detta scala del pH, molto più comoda da usare.

---

*La scala del pH va da 0 a 14: da 0 a 7 si hanno le soluzioni acide (acidità massima pH=0), pH= 7 corrisponde a soluzioni neutre, e pH da 7 a 14 indica soluzioni basiche (basicità massima pH= 14).*

---

## Valori rappresentativi di pH

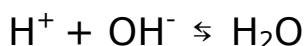
Sostanza	pH
acido cloridrico 1 M	0
Succo gastrico	1,0 – 2,0
Succo di limone	2,4
Coca Cola	2,5
Aceto	2,9
Detergente intimo antibatterico	3,5
Succo di arancia	3,7
Birra	4,5
Pioggia acida	4,5 - 4,8
Caffè	5,0
Tè, pelle sana e detergente intimo lenitivo	5,5
Acqua deionizzata a 25 °C	5,5 - 6,0
Acqua ossigenata	6,2
Latte ben conservato	6,5 - 6,7
Acqua distillata a 25 °C	7,0
Saliva umana normale	6,5 – 7,5
Sangue	7,40 - 7,45
Acqua di piscina regolare	7,2 - 7,8
Acqua di mare	7,7 – 8,3
Saponi alcalini	9,0 – 10,0
Ammoniaca	11,5
Varechina	12,5
Liscivia	13,5
Idrossido di sodio 1 M	14

<https://it.wikipedia.org/wiki/PH>

## La reazione di neutralizzazione

Abbiamo detto che la reazione di dissociazione dell'acqua è reversibile.

La reazione inversa

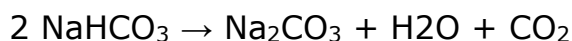


è detta reazione di neutralizzazione.

Infatti, se mescoliamo una soluzione acida con una basica non è possibile mantenere tutti gli ioni  $\text{H}^+$  e  $\text{OH}^-$  di partenza. Essi reagiscono fra loro per formare molecole di acqua fino a che il prodotto delle loro concentrazioni non è  $10^{-14}$ .

Talvolta in cucina è necessario ridurre l'acidità di qualche ingrediente, caso classico la salsa di pomodoro. È uso comune aggiungervi dello zucchero, ma in questo modo semplicemente si 'maschera' l'acidità. Se la vogliamo invece neutralizzarla possiamo aggiungere un po' di bicarbonato. Quest'ultimo (il nome corretto è idrogenocarbonato di sodio) è una sostanza comune in cucina.

Per riscaldamento oltre i  $50^\circ\text{C}$  tende a decomporsi in carbonato di sodio e anidride carbonica;



Sciolto in acqua produce una soluzione lievemente basica: una soluzione di 50 g in un litro di acqua a  $25^\circ\text{C}$  ha  $\text{pH} = 8,5$ .

Esposto a sostanze acide si decompone liberando anidride carbonica gassosa ed acqua:



questo fenomeno è sfruttato nei cosiddetti lieviti chimici o "istantanei", così chiamati per distinguerli dai lieviti biologici come il lievito di birra ed il lievito naturale, e nei preparati per rendere frizzante l'acqua da tavola, che sono una miscela di idrogenocarbonato di sodio e composti acidi.

Aggiungo che un pizzico di bicarbonato, proprio per questo meccanismo di produzione di anidride carbonica, può rendere più soffice la vostra frittata e più morbido il purè.



## Cosa devi sapere

Che differenza c'è fra reazioni reversibili e irreversibili

Cosa si intende per equilibrio chimico

Come si può quantificare l'equilibrio chimico

Da cosa, e come, dipende la costante di equilibrio

L'equilibrio di dissociazione dell'acqua

Le definizioni di acido, base, soluzione acida e soluzione basica

La scala del pH (con esempi)

La reazione di neutralizzazione

## Il comportamento dei gas

I gas, l'aria e il vapor d'acqua in particolare, hanno un ruolo importante nella preparazione di molti cibi.

Perché si usa la pentola a pressione e perché i soufflé spesso si sgonfiano?

Per comprendere il comportamento dei gas è necessario utilizzare ancora il modello cinetico-molecolare (vedi a pag. 43).

Rispetto a solidi e liquidi il cui stato può essere descritto utilizzando quantità di materia, volume e temperatura, per i gas è necessario specificare anche un'altra grandezza fisica, la pressione. Chiunque abbia una bicicletta si è sicuramente imbattuto in questa grandezza.

---

*Pressione: rapporto tra il modulo della forza agente perpendicolarmente su una superficie e la sua area. Si misura quindi in newton/m<sup>2</sup>, unità detta Pascal.*

---

Riprendiamo dunque il modello cinetico-molecolare e immaginiamo le particelle del gas libere di muoversi all'interno di un contenitore.

Tutte le volte che una particella, nel suo moto casuale, urta la parete del recipiente, esercita su di essa una forza che tende a spingere la parete verso l'esterno.

Se prendiamo in considerazione un palloncino gonfiato con l'elio, in ogni istante ci sono miliardi di miliardi di atomi di elio che urtano le pareti interne del palloncino. Il rapporto fra la forza esercitata da tutti questi urti e la superficie del palloncino è la pressione dell'elio.

Perché allora il palloncino, di solito, non si gonfia fino a scoppiare? Perché anche fuori dal palloncino c'è un gas, l'aria, che fa esattamente la stessa cosa dell'elio.

Le molecole di ossigeno, azoto, ecc., che compongono l'aria urtano continuamente la superficie esterna del palloncino, esercitando su di essa una pressione.

In realtà la pressione dell'elio serve anche a deformare, più o meno, il palloncino e quindi deve essere superiore alla pressione dell'aria esterna (che poi è quella che chiamiamo pressione atmosferica).

Quello che interessa sapere è la relazione che c'è fra volume, pressione e temperatura di un gas. Per semplicità, lascio da parte la quantità di particelle che, in quel che segue, potete considerare fissa.

Siccome abbiamo a che fare con tre diverse variabili (V, T, P) è opportuno considerare la relazione che c'è fra due per volta, lasciando costante la terza.

Vediamo la relazione fra T e P: se la temperatura di un gas aumenta le sue particelle si muovono più velocemente e quindi urtano più spesso le pareti del recipiente.

Di conseguenza, a volume costante, aumentando T aumenta P e viceversa:

$P = k_1 T$  dove k è una costante di proporzionalità

Questo è esattamente quello che succede quando si cuoce un impasto contenente l'anidride carbonica prodotta dal lievito. Se però levo dal forno l'impasto prima che si sia cotto per bene, si sgonfierà miseramente perché il gas si raffredda senza che la struttura del pane, o soufflé che sia, si sia solidificata.

Naturalmente succede anche il contrario: aumentando la pressione aumenta la temperatura, fenomeno osservabile facilmente quando si usa una pompa a mano per gonfiare le gomme di una bicicletta. Se invece riduciamo la pressione il gas si raffredda, come si può osservare quando si fa uscire il gas da una bomboletta.

Consideriamo la relazione fra V e T mantenendo P costante.

Se riscaldiamo un palloncino esso aumenta di volume perché le particelle di gas si muovono più velocemente e urtano più spesso le pareti del recipiente fino a quando la pressione interna (più quella necessaria a deformare le pareti del recipiente) non sarà uguale a quella esterna.

*La relazione è  $V = k_2 T$ .*

Anche questo succede nella cottura di un impasto lievitato, l'anidride carbonica gonfia l'impasto. Il rigonfiamento in fase di lievitazione, cioè prima di infornare, è dovuto al fatto che il lievito produce l'anidride carbonica che all'inizio non c'è.

Veniamo alla relazione fra P e V mantenendo T costante. In questo caso c'è una relazione di proporzionalità inversa. Infatti, se io riduco lo spazio a disposizione di un gas le sue particelle urteranno più spesso le pareti perché devono percorrere uno spazio minore per raggiungerle. E, naturalmente, viceversa.

*La relazione è  $PV = k_3$*

---

*Possiamo riunire le tre relazioni per ottenere una espressione di tipo generale*

$$PV = kT$$

---

C'è un altro aspetto relativo alla pressione di un gas che riguarda la cottura, in particolare la cottura in pentola a pressione.

Immaginate di bollire delle patate in una pentola normale piena di acqua. La cottura viene fatta avvenire a 100°C, cioè alla temperatura di ebollizione dell'acqua. Tuttavia, l'acqua bolle a 100°C se la pressione esterna è quella atmosferica a livello del mare.

Il passaggio da liquido a vapore avviene “contro” la pressione esterna, cioè la pressione esercitata dall'atmosfera. Se andiamo in alta montagna l'acqua bolle a una temperatura molto minore.

Nella pentola a pressione però la pressione dell'atmosfera interna è molto maggiore perché è aria molto più calda di quella esterna. Quindi l'acqua bolle a una temperatura molto maggiore. Per questo motivo la cottura in pentola a pressione avviene molto più velocemente.

### Cosa devi sapere

Cosa è la pressione e la sua unità di misura

Quali sono le grandezze fisiche che definiscono lo stato di un gas

Quali sono le relazioni fra le grandezze fisiche che definiscono lo stato di un gas

## Emulsioni, gel e schiume

Abbiamo già visto che si chiamano emulsioni quei miscugli eterogenei costituiti da liquidi che non si mescolano fra loro. L'esempio classico è la maionese. Molti cibi sono, o contengono, emulsioni, altri sono gel, cioè un liquido disperso in un solido. Altri ancora schiume, cioè gas disperso in un liquido.

In realtà molti cibi contengono più di uno di questi sistemi, anche perché i composti che costituiscono i cibi sono centinaia e anche più.

Si tratta in ogni caso di sostanze che non stanno spontaneamente insieme, dunque sistemi instabili.

Ma come è possibile far stare insieme queste sostanze?

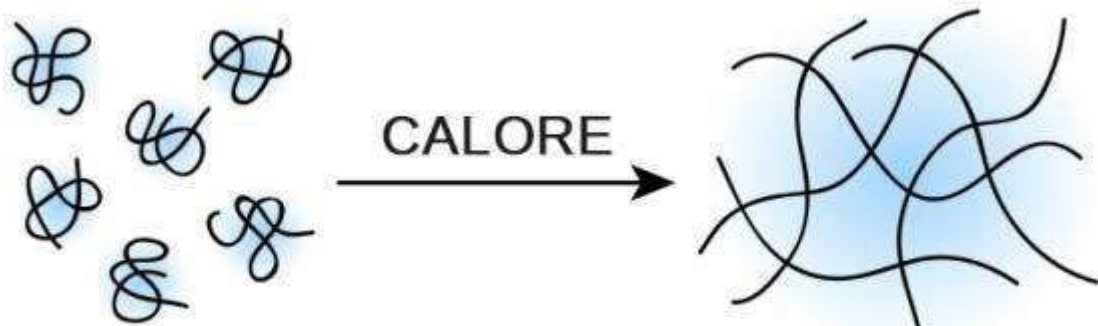
Per comprendere meglio quanto segue è necessario conoscere due fenomeni, la denaturazione delle proteine e la gelificazione dell'amido.

### Denaturazione delle proteine

Le proteine crude sono molecole lunghe raggomitolate su sé stesse.

Per azione del calore, o di altri agenti chimici o fisici, le proteine si srotolano (denaturazione) e si intrecciano fra di loro, creando un reticolo tridimensionale in grado di intrappolare, una volta raffreddato, un'altra sostanza al suo interno.

Se mescolo un liquido a queste proteine e le raffreddo ottengo un gel, ovvero, gastronomicamente parlando, una gelatina.



## Gelificazione dell'amido

L'amido è un polisaccaride (carboidrato) complesso insolubile in acqua, utilizzato come riserva nelle cellule vegetali. È la più importante fonte di carboidrati che possono essere assorbiti e utilizzati dal metabolismo cellulare umano.

L'amido si trova in gran quantità nei vegetali come tuberi, cereali e legumi. L'amido è costituito da amilosio (polimero lineare del glucosio) e amilopectina (polimero ramificato del glucosio).

L'amilosio e l'amilopectina all'interno del granulo di amido sono insolubili a temperatura ambiente e non possono essere digeriti dai nostri enzimi.

Affinché diventi digeribile, la sua struttura deve passare da cristallina a disordinata con le caratteristiche di un gel (gelatinizzazione).

La gelatinizzazione dell'amido è possibile per riscaldamento in acqua: l'amido si idrata, si gonfia e perde la struttura cristallina. Poiché amilosio e amilopectina si legano all'acqua, durante la cottura dei carboidrati (pane, pasta, ecc.) si osserva una diminuzione dell'acqua libera.

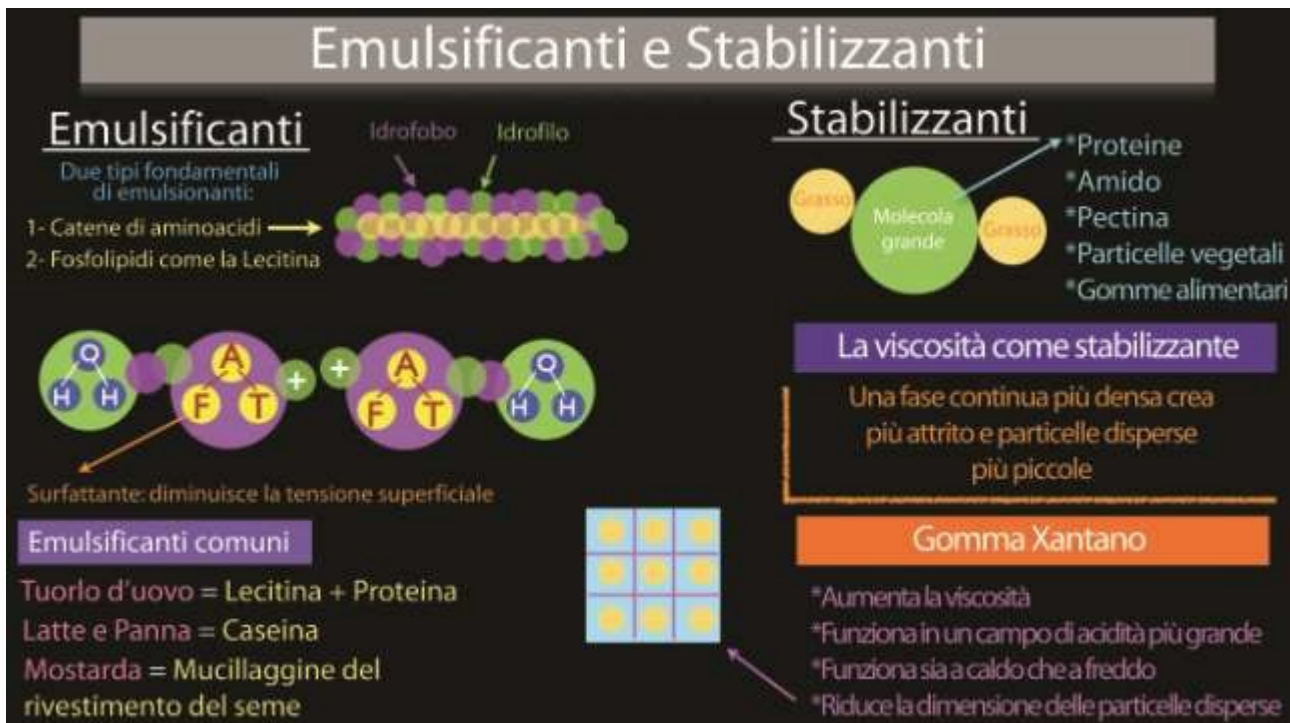
La gelatinizzazione dell'amido lo espone all'azione degli enzimi digestivi.

L'amido gelatinizzato forma una massa che è in grado di inglobare altre sostanze, dandoci così la possibilità di creare numerose pietanze diverse o di addensare cibi che ci sembrano troppo liquidi.

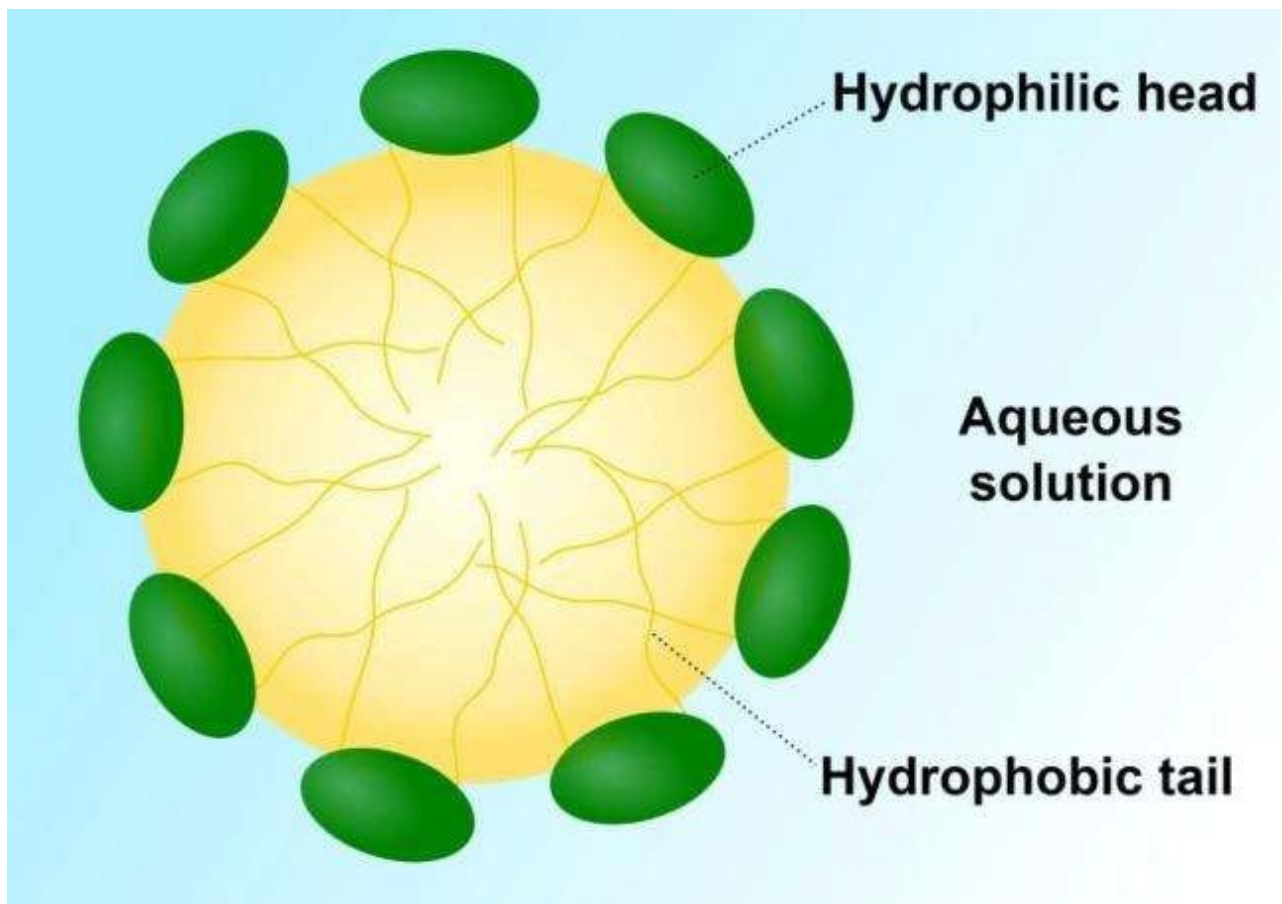
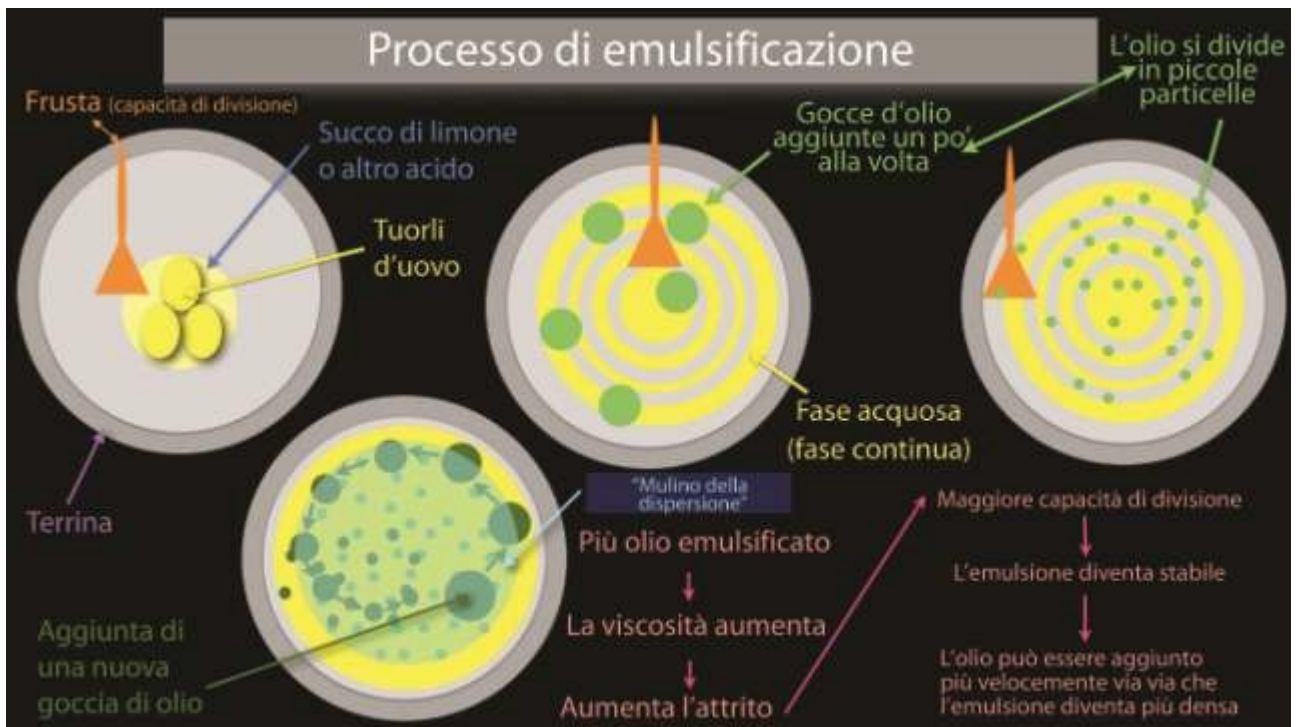
## Le emulsioni

Possiamo vedere cosa sono le emulsioni con le figure che seguono, tratte e tradotte dal sito [stellaculinary.com](http://stellaculinary.com)









## I gel

Un gel è un materiale colloidale bifasico elastico, costituito da un liquido disperso e inglobato in una fase solida.

Un colloide (o sistema colloidale) è una particolare miscela in cui una sostanza si trova in uno stato finemente disperso, cioè con diametro compreso fra un milionesimo e un millesimo di millimetro.

Chi non conosce le gelatine?

Il modo più comune di preparare un gel è utilizzare la colla di pesce. In realtà con il pesce non ha più nulla a che fare, oggi si prepara facendo bollire gli scarti di macellazione del maiale.

Se mescoliamo un liquido, ad esempio un succo di frutta, con della colla di pesce sciolta a caldo (prima deve essere idratata in acqua fredda), durante il raffreddamento le proteine della colla, denaturate dal calore, si ricompongono fra loro, solidificano e intrappolano il succo. Il risultato è un solido, anche se molto morbido ed elastico, che ha il sapore del succo (la colla di pesce non ha sapore).

Questa tecnica viene comunemente impiegata per dare consistenza a preparazioni troppo liquide per stare in piedi da sole, per esempio le bavaresi.

Se la gelatina viene nuovamente riscaldata si scioglie.

Esistono numerose sostanze che possono essere impiegate in campo alimentare per produrre gelatine con le proprietà più diverse, per esempio gommose o resistenti al calore. Una reperibile anche nei nostri negozi è l'agar-agar, derivata dalle alghe e molto usata in oriente.

Un effetto di gelatinizzazione simile si può ottenere anche con l'amido il quale, in presenza di acqua e calore, rigonfia intrappolando un liquido.

Questo effetto è chiaramente visibile in questo video:

<https://www.youtube.com/watch?v=L6vYxYE1jOg>

Questo è il motivo per cui spesso si usa la farina per addensare le salse, anche se esistono modi molto migliori.

## Le schiume

Le schiume sono dispersioni di gas in liquidi o solidi (schiume solide).

Anche queste sono comuni in cucina, un caso classico è quello della panna montata in cui si disperde l'aria nella panna.

Un altro esempio che tutti conosciamo sono le chiare d'uovo montate 'a neve'. In questo caso l'azione meccanica dello sbattere con la frusta causa la dispersione dell'aria al loro interno.

Se poi mettiamo il tutto in forno otteniamo le meringhe. In questo caso il calore provoca la denaturazione delle proteine contenute nell'albume e quindi la loro solidificazione (schiuma solida).

Nel caso in cui si voglia creare una schiuma liquido/gas è necessario fare uso di uno stabilizzante. Nella produzione industriale gli stabilizzanti sono di fondamentale importanza per mantenere i prodotti per tempi lunghi senza che le varie fasi si separino.

Per approfondire l'argomento emulsioni, dispersioni, ecc., consiglio la lettura di questo testo (a livello di scuola media superiore) che contiene anche delle ricette:

[http://www.openstarts.units.it/dspace/bitstream/10077/5129/1/DallAntonia\\_Gasparinetti\\_QuaderniCIRD\\_2\\_2011.pdf](http://www.openstarts.units.it/dspace/bitstream/10077/5129/1/DallAntonia_Gasparinetti_QuaderniCIRD_2_2011.pdf)

Per chi volesse cimentarsi professionalmente con idrocolloidi, disperdenti, ecc, consiglio [Texture di Martin Lersch](#). E' in inglese ma di comprensione relativamente facile.

### Cosa devi sapere

Cosa è la denaturazione delle proteine

In cosa consiste la gelatinizzazione dell'amido

Perché questi due processi sono importanti per l'alimentazione umana

Come si formano le dispersioni, i gel e le schiume

Cosa sono gli stabilizzanti

## Simboli di rischio

Riporto qui di seguito, solamente per riferimento dato che li studiate durante il corso sulla sicurezza nei posti di lavoro, i simboli di rischio chimico nuovi e vecchi.

### nuovi



### vecchi

