

COME SI FORMANO I LEGAMI CHIMICI

Il modo in cui un **atomo tende a legarsi ad altri atomi**, è determinato dal **numero e dalla disposizione dei suoi elettroni**.

Gli elettroni più esterni sono gli **elettroni di valenza**; il livello nel quale si trovano questi elettroni è chiamato **strato di valenza**.

Il **legame chimico** permette:

1. Agli **atomi** di unirsi per formare molecole.
2. Agli **ioni** di segno opposto di **esercitare un'attrazione reciproca**.

Nel **1916**, Lewis enuncia la **regola dell'ottetto**: un atomo è particolarmente **stabile quando ha otto elettroni nello strato di valenza**.

LEGAME COVALENTE

→ Il **legame covalente** si forma quando **due atomi mettono in comune una coppia di elettroni**.

- Se gli **elettroni sono condivisi in modo equilibrato** si ha il **legame covalente puro**.
- Se gli **elettroni si spostano verso l'atomo che li attrae con più forza** si ha il **legame covalente polare**.

LEGAME IONICO

→ Il **legame ionico** si stabilisce attraverso il **trasferimento di uno o più elettroni da un atomo a un altro**.

Gli ioni rimangono uniti tramite una **forza di tipo elettrostatico**.

LA MOLECOLA DELL'ACQUA È POLARE

Nella **molecola dell'acqua**, i legami tra gli **atomi di idrogeno** e quello di **ossigeno** sono **covalenti polari**.

La **distribuzione asimmetrica della carica elettrica** e la **geometria della molecola** rendono **l'acqua una molecola polare, o dipolo**.

Quando le **molecole d'acqua sono vicine**, tra esse si origina un **legame a idrogeno**.

DIFFERENZA ELETTRONEGATIVITÀ

- **Legame covalente puro**: 0 o inferiore a 0,4.
- **Legame covalente polare**: Compresa tra 0,4 e 1,9.
- **Legame ionico**: Maggiore di 1,9.

LE PROPRIETÀ FISICHE DELL'ACQUA

La presenza del **legame a idrogeno** influenza le caratteristiche dell'acqua allo stato solido e allo stato liquido. Allo **stato solido** le molecole occupano **posizioni geometriche precise**, in un'impalcatura tridimensionale stabile chiamata **reticolo cristallino**.

La disposizione delle molecole dell'acqua allo **stato liquido** è disordinata.

DENSITÀ → Rapporto tra la sua massa m e il suo volume V . L'unità di misura è kg/m^3 .

La densità dell'acqua aumenta al diminuire della temperatura fino a circa 4°C .

A questo valore l'acqua è allo stato liquido e ha la sua *massima densità* (1 g/cm^3).

L'acqua allo **stato solido** occupa un volume maggiore di quando si trova allo stato liquido e ha una minore densità.

- L'acqua permane allo **stato liquido** da 0°C a 100°C .
- L'acqua ha un elevato **calore specifico**: $4,18\text{ J}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$.

TENSIONE SUPERFICIALE → Tendenza delle molecole della superficie a lasciarsi attrarre verso l'interno.

- In un **liquido**, le molecole della superficie sono attratte solo dalle molecole sottostanti e da quelle poste lateralmente, assumono la forma sferica, che consente loro, a parità di volume, di avere la minore area superficiale.

CAPILLARITÀ → Fenomeno che **provoca l'innalzamento o l'abbassamento del livello di un liquido all'interno di un capillare**.

Tra le molecole d'acqua esiste una forte coesione, ossia attrazione reciproca, dovuta ai legami a idrogeno, mentre la polarità delle molecole d'acqua determina una grande affinità chimica, detta **adesione**.

PROPRIETÀ CHIMICHE

Soluzione → Miscuglio omogeneo di **soluto** e **solvente**, è necessario che si rompano tutti i legami tra le particelle di soluto e molti dei legami tra quelle di solvente.

- **Soluto**: sostanza che viene disciolta.
- **Solvente**: sostanza che scioglie.

Si devono formare nuovi legami tra soluto e solvente.

Es. un'infusione è una soluzione acquosa.

Per la sua struttura, l'acqua è in grado di **solubilizzare le sostanze ioniche** (es. NaCl) e le sostanze polari (es. HCl o zuccheri)

L'acqua attraverso un processo chiamato **dissociazione ionica**:

→ Riesce a liberare gli ioni dei reticoli cristallini.

Quando interagisce con sostanze polari, l'acqua produce **ionizzazione**:

→ Ossia causa la formazione di ioni.

In ambiente acquoso, gli ioni che si originano dalla dissociazione o dalla ionizzazione vengono circondati dalle molecole d'acqua, formando **ioni idrati** o **solvatati**.

Soluzioni elettrolitiche → Soluzioni in cui sono presenti ioni come soluti che conducono corrente elettrica.

Le sostanze in grado di liberare ioni in soluzione vengono dette **elettroliti**.

L'olio, un liquido non polare, non viene solubilizzato dall'acqua, infatti si stratifica sull'acqua senza miscelarsi.

I **solventi** si distinguono in:

1. **Solventi polari**, che solubilizzano composti polari;
2. **Solventi non polari**, che sciolgono le sostanze formate da molecole non polari.

Una regola base della solubilità è che **il simile scioglie il simile**.

Quando la ionizzazione di una sostanza libera uno o più **ioni H⁺** o **ioni idrogeno**, si può definire tale sostanza un **acido**.

*In soluzione gli ioni H⁺ si legano a molecole d'acqua formando **ioni idronio H₃O⁺***

Quando la ionizzazione di una sostanza libera **ioni OH⁻** o **ioni idrossido**, si è in presenza di una sostanza chiamata **base**.

1. **Soluzione acida** → Soluzione in cui la concentrazione degli ioni H⁺ è maggiore di quella degli ioni OH⁻.
2. **Soluzione basica** → Soluzione in cui la concentrazione degli ioni OH⁻ è maggiore di quella degli ioni H⁺.
3. **Soluzione neutra** → Soluzione in cui le concentrazioni degli ioni H⁺ e OH⁻ sono uguali. (*L'acqua è sempre neutra*).

Per indicare il **grado di acidità di una soluzione acquosa** si utilizza una scala convenzionale di valori numerici, da 0 a 14, detta **scala di pH**.

- Se pH = 7 la soluzione è neutra;
- Se pH < 7 la soluzione è acida;
- Se pH > 7 la soluzione è basica.

Per determinare il pH di una soluzione, si utilizza l'**indicatore universale**.

ALCOLI, FENOLI ED ETERI

Alcoli, fenoli ed eteri sono **3 classi di composti organici** in cui è presente almeno un **atomo di ossigeno** legato a un **carbonio** attraverso un legame semplice. (C-O)

ALCOLI → Si ottengono sostituendo uno degli atomi di idrogeno di un idrocarburo con il gruppo ossidrilico -OH

Gli alcoli hanno formula generale R - OH

- Il gruppo funzionale è il **gruppo ossidrilico** (o ossidrilico) **-OH**;
- La desinenza caratteristica della classe è **-olo**.

In base al tipo di atomo di C a cui è legato il gruppo funzionale -OH gli alcoli si suddividono:

1. **Primari** → Gruppo -OH legato a un atomo di carbonio primario;
2. **Secondari** → Gruppo -OH legato a un atomo di carbonio secondario;
3. **Terziari** → Gruppo -OH legato a un atomo di carbonio terziario.

Proprietà fisiche

Sono determinate dal gruppo -OH, che rende la **molecola polare** e fa sì che gli alcoli possono formare **legami a idrogeno intermolecolari** e legami a idrogeno **con l'acqua**, di conseguenza:

- Hanno **punti di fusione ed ebollizione** più alti degli idrocarburi

Proprietà chimiche

Sono determinate principalmente dal gruppo ossidrilico. La presenza dell'atomo di ossigeno, molto **più elettronegativo** dell'atomo di carbonio, provoca una separazione di cariche nella molecola rendendola più reattiva di quella degli idrocarburi.

→ La reazione più caratteristica degli alcoli è quella di **ossidazione**.

Gli alcoli possono essere ottenuti per **idratazione** degli alcheni o per **riduzione** delle aldeidi e dei chetoni.

Alcoli più comuni

- Il **metanolo** si utilizza come solvente, anticongelante e materia prima per la preparazione di altri composti organici; è tossico per l'organismo.
- L'**etanolo** si ottiene mediante fermentazione di soluzioni zuccherine.
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow \text{fermentazione} \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$
 Si usa come carburante e nell'industria alimentare.

FENOLI → Il gruppo —OH (ossidrilico) è legato direttamente al carbonio di un anello aromatico (gruppo arilico, Ar) e ciò li rende chimicamente diversi dagli alcoli.

I fenoli hanno formula generale **Ar - OH**.

- Sono alcoli aromatici contenenti uno o più **gruppi -OH** legati direttamente a un residuo arilico.
- La desinenza caratteristica della classe è **-fenolo**.
- Il gruppo —OH, considerato come sostituyente, è chiamato **idrossi-**.

Come gli alcoli, formano **legami a idrogeno intermolecolari e con l'acqua**, perciò sono solubili in acqua.

ETERI → Contengono un atomo di ossigeno che lega **2 gruppi alchilici o arilici**.

Gli eteri hanno formula generale **R - O - R**.

- Sono formalmente derivati dall'acqua per sostituzione dei 2 atomi di H con 2 **gruppi alchilici** (o arilici) che possono essere uguali (*eteri simmetrici o semplici*) o diversi (*eteri asimmetrici o misti*).
- L'angolo di legame R - O - R è di circa 110°.

Non formano legami a idrogeno intermolecolari e hanno quindi punti di ebollizione inferiori a quelli degli alcoli. Il **legame etereo** è molto forte.

Gli eteri si ottengono mediante una reazione di **condensazione** (disidratazione) tra 2 alcoli.

→ Consiste nell'unione di 2 molecole mediante l'eliminazione di una molecola d'acqua.

CARATTERISTICHE FISICHE DI ALCOLI, FENOLI ED ETERI

A parità di massa molecolare, gli alcoli e i fenoli hanno **punti di ebollizione più elevati** sia degli *idrocarburi* sia degli *eteri* con massa molecolare equivalente.

I **legami a idrogeno** che si instaurano tra le molecole di alcol e quelle di fenolo sono molto più forti delle **forze di London** che agiscono tra quelle di idrocarburo o delle **forze dipolo-dipolo** presenti negli eteri.

All'aumentare del numero di atomi di carbonio dell'alcol (dal butanolo in poi) la solubilità diminuisce, perché prevale il carattere idrofobico della catena idrocarburica rispetto al carattere idrofilo del gruppo alcolico.

ALDEIDI E CHETONI

Contengono il **gruppo carbonilico** o carbonile (**C=O**), tale gruppo è fortemente polarizzato e in esso il C è ibridato *sp²*.

Le aldeidi hanno formula generale:

Nelle **aldeidi** esso lega un **atomo di idrogeno** e un **residuo R** (o Ar)

- Il nome delle aldeidi deriva da quello dell'*alcano* a cui corrispondono sostituendo alla -o finale il suffisso **-ale**;

I chetoni hanno formula generale:

Nei **chetoni** lega **due residui R** (o Ar).

- Il suffisso è **-one**.

Proprietà fisiche

La presenza del gruppo carbonilico influenza le proprietà fisiche delle aldeidi e dei chetoni: essendo **composti polari** ma non potendo formare legami a idrogeno intermolecolari,

I **punti di ebollizione** sono più alti di quelli degli idrocarburi di massa molecolare equivalente e entrambi bollono a temperature inferiori rispetto ai corrispondenti alcoli.

Aldeidi e chetoni a basso peso molecolare sono molto **solubili in acqua**.

Proprietà chimiche

L'aggiunta di idrogeno (**riduzione**) di un'aldeide e di un chetone fornisce un alcol primario e un alcol secondario.

Le **aldeidi** si **ossidano** facilmente a dare gli acidi carbossilici corrispondenti.

I **chetoni** vengono ossidati solo da ossidanti forti che spezzano la catena a livello del gruppo carbonilico, dando prodotti ossidati a catena più corta.

Aldeidi e chetoni più comuni

- La **formaldeide** (o metanale), l'aldeide più semplice.
- **L'acetone** (o propanone), il chetone più semplice.

Le aldeidi e i chetoni sono largamente *diffusi in natura e molti hanno odori gradevoli*.

ACIDI CARBOSSILICI

Gli acidi carbossilici hanno formula generale:

- Il gruppo funzionale è il **gruppo carbossile (-COOH)**, formato da un gruppo carbonilico e uno ossidrilico. Il gruppo carbossilico è ibridato **sp²**.
- La desinenza caratteristica della classe è **-oico** e si premette il termine **acido**.

Proprietà fisiche

Gli acidi carbossilici tendono a formare legami a idrogeno intermolecolari; pertanto presentano **punti di ebollizione abbastanza alti**.

In acqua **sono solubili** solo gli *acidi formico, acetico e propionico*.

Proprietà chimiche

Le proprietà chimiche sono determinate dal gruppo carbossilico. Gli acidi carbossilici sono acidi che in soluzione acquosa si **dissociano**.

Acidi carbossilici più comuni:

- **L'acido formico**, contenuto nelle secrezioni di alcuni insetti.
- **L'acido acetico**, contenuto nell'aceto, è l'acido carbossilico più importante.
- **L'acido citrico**, un acido tricarbossilico abbondante in tutti gli agrumi.

In natura sono presenti anche **acidi bicarbossilici**, per esempio l'**acido ossalico** (HOOC-COOH) (negli spinaci) o l'**acido adipico**, HOOC-(CH₂)₄-COOH e **idrossiacidi**, per esempio l'**acido lattico** (CH₃-CHOH-COOH).

→ Gli acidi carbossilici sono generalmente **acidi deboli**, con valori di K, intorno a 10⁻⁵, reagiscono con le basi forti formando dei sali.

→ La loro acidità è legata alla possibilità di delocalizzare la carica negativa dello ione carbossilato

I prodotti sono derivati degli acidi carbossilici, tra i quali i più diffusi sono gli **esteri** e gli **ammidi**.

GLI ESTERI → Sono derivati degli acidi carbossilici nei quali il gruppo ossidrilico - OH è stato sostituito con il gruppo alcossido -OR degli alcoli.

- Gruppo alcossido **-OR**.
- Il nome si ricava eliminando il termine acido dall'acido corrispondente e sostituendo la desinenza -oico con **-oato**; segue poi il nome del gruppo alchilico R'.

Molti esteri hanno un odore gradevole e a loro si deve il sapore di molti frutti.

Il **gruppo funzionale estereo** è costituito da un atomo di carbonio a cui sono legati 2 atomi di ossigeno.

LE AMMIDI E AMMINE

Le **ammidi** sono derivati dagli acidi carbossilici nei quali il gruppo ossidrilico -OH è stato sostituito dal **gruppo -NH₂**.

- Gruppo funzionale **-NH₂**
- Il nome si ricava sostituendo il suffisso *-ico* o *-oico* dell'acido carbossilico corrispondente con il suffisso **-ammide**.

Le **ammine** derivano dall'ammoniaca NH₃ e la loro struttura è piramidale (simile a quella di NH₃).

- Il **gruppo amminico** è costituito da un atomo di carbonio a cui è legato un atomo di ossigeno e uno di azoto.
- Il **legame carbonio-azoto** è detto **ammidico**. Viene chiamato anche **legame peptidico**, quando è presente nelle proteine, ammidi importanti per gli esseri umani.

Le ammine si distinguono in *primarie, secondarie e terziarie*.

1. Il nome delle **ammine alifatiche** è costituito dal nome dei gruppi alchilici legati all'azoto seguito dal suffisso **-ammina**.

2. Il nome delle **ammine aromatiche** deriva dall'**anilina**.

Nel caso di un solo sostituito la posizione va indicata con i prefissi **orto-(o)**, **meta-(m)** e **para-(P)**.

I POLIMERI

I polimeri sono macromolecole a elevata massa molecolare costituite dalla ripetizione di unità molecolari elementari (**monomeri**) uguali o diverse, unite tra loro da legami covalenti.

- I **polimeri naturali**, con un ruolo biologico rilevante, sono i *carboidrati, le proteine e gli acidi nucleici* (DNA, RNA), che rappresentano i costituenti fondamentali degli organismi viventi (biomolecole).
- I **polimeri sintetici** sono prodotti attraverso una serie di reazioni di sintesi. Sono materie plastiche utilizzate in molti beni di consumo.

Le reazioni di polimerizzazione possono avvenire secondo 2 meccanismi:

1. **Polimerizzazione per addizione radicalica** (o a **catena**) → il polimero si forma per **addizioni successive** del monomero. I monomeri utilizzati per questo meccanismo sono in genere molecole con *doppi legami carbonio-carbonio*. Il più semplice polimero di addizione è il **polietilene**.
2. **Polimerizzazione per condensazione** (o a **stadi**) → si formano per **reazione tra due monomeri diversi**, ciascuno dei quali è almeno bifunzionale. La reazione produce l'eliminazione di molecole di acqua.

Un polimero si forma per addizione o per condensazione a seconda della *reattività* dei gruppi funzionali presenti nei monomeri. Nella polimerizzazione per addizione radicalica il polimero si forma per *addizioni successive* del monomero.

- I monomeri più comuni sono i **dioli** (alcoli con due -OH), gli **acidi bicarbossilici** o **biacidi** (acidi con due -COOH) e le **diammine** (ammine con due -NH₂).

Il nome è costituito dal prefisso **poli-** e dal nome del gruppo funzionale risultante dalla reazione tra i monomeri (poliesteri, poliammidi).

I più noti hanno nomi commerciali, come **nylon** e **PET**.

