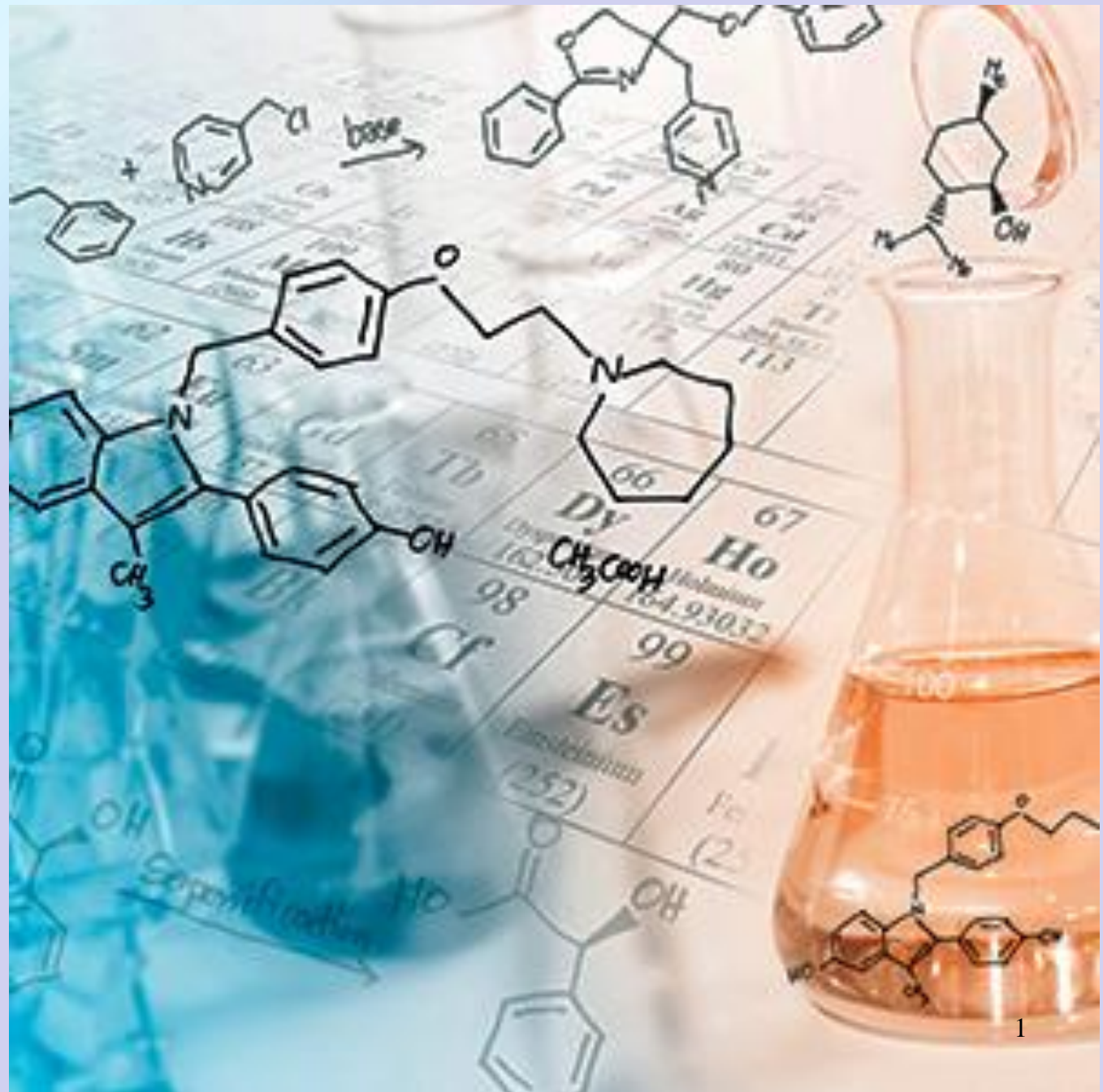




Precorso

PROPEDEUTICA BIOCHIMICA



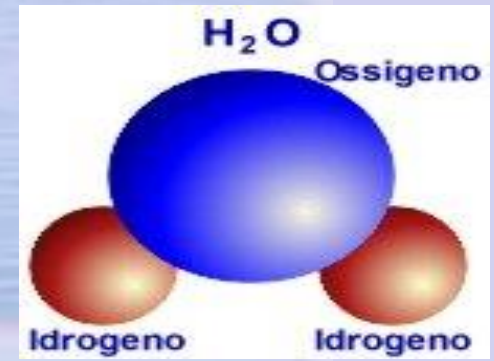
AVVERTENZA SULL'USO DEL MATERIALE DIDATTICO FORNITAGLI STUDENTI

L'uso del materiale didattico fornito agli studenti deve essere considerato strettamente personale e la sua distribuzione deve essere in ogni caso autorizzata dal docente.

La molecola d'acqua e le sue proprietà



L'acqua



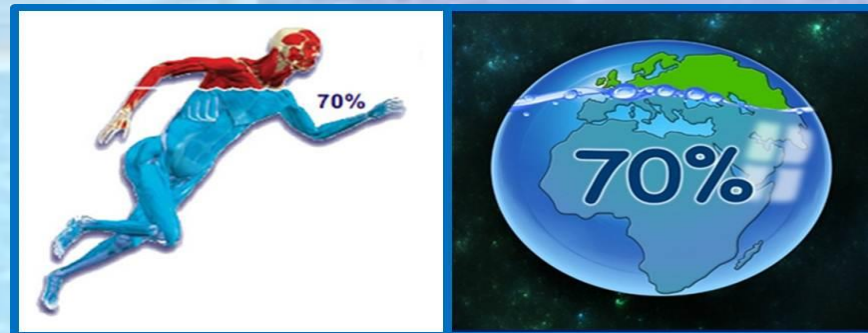
La vita dipende dall'acqua

La vita è nata e si è evoluta nei mari e anche dopo che gli organismi viventi hanno occupato le terre emerse, non sono comunque diventati indipendenti da essa.

Il nostro pianeta visto dallo spazio appare formato per la maggior parte di acqua; infatti il **71%** della sua superficie è occupata da mari e oceani e solo il 29% delle terre emerse.

Tutta l'acqua presente sulla terra costituisce **l'idrosfera**.

Negli organismi viventi costituisce il 70-95% del peso corporeo.



L'acqua = H₂O

Determina la struttura e la funzione delle macromolecole biologiche ed è necessaria per le normali attività metaboliche cellulari.

Tutto questo è dovuto alla peculiari proprietà chimico-fisiche dell'acqua stessa, collegate alla sua straordinaria capacità di formare legami idrogeno

In una molecola di H₂O, i 2 H hanno il proprio elettrone che forma un legame covalente con uno elettrone dell'atomo di O

Legame covalente

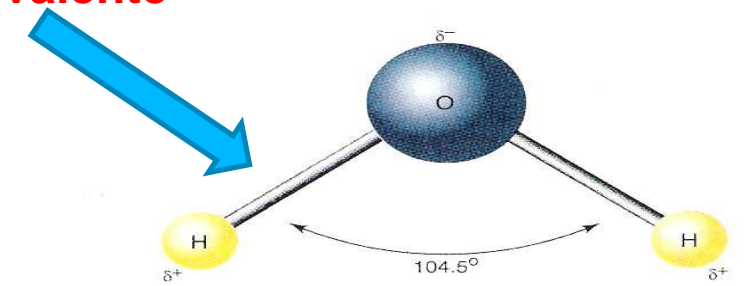


Fig.1.2. Formula di struttura di una molecola di acqua.
L'angolo del legame H-O-H è di 104,5°; entrambi gli atomi di idrogeno presentano una parziale carica positiva mentre l'atomo di ossigeno possiede una parziale carica negativa. Questa distribuzione elettronica conferisce alla molecola caratteri di dipolo.

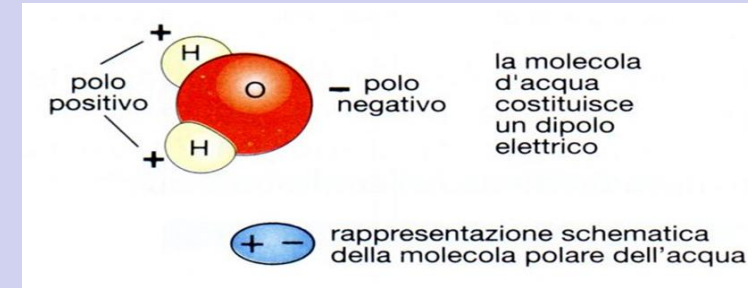
DIPOLO

La forma geometrica e l'elettronegatività rendono la molecola di H₂O una molecola POLARE, con l'O con carica - e i due atomi di H con carica +.

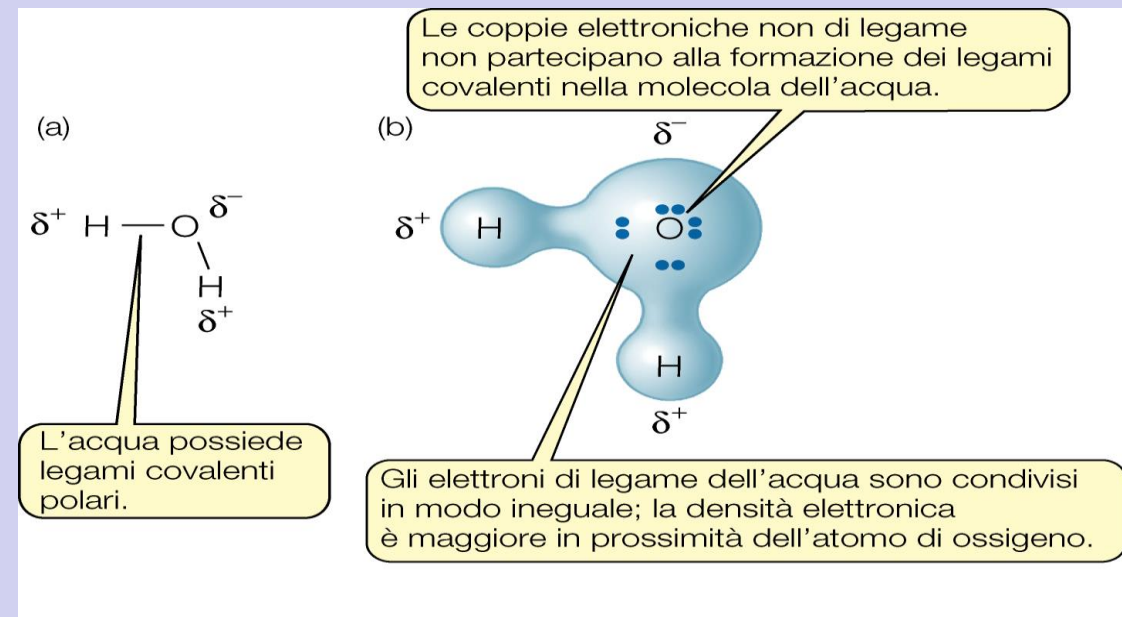
Ogni molecola di H₂O è un piccolo DIPOLO.

Questo è alla base delle sue peculiari proprietà chimiche e biologiche.

L'acqua ha una **molecola polare** in quanto possiede poli di elettricità opposta ed è proprio per questa caratteristica che è in grado di sciogliere numerose altre sostanze in particolare i sali, come il sale da cucina, il cloruro di sodio (NaCl)



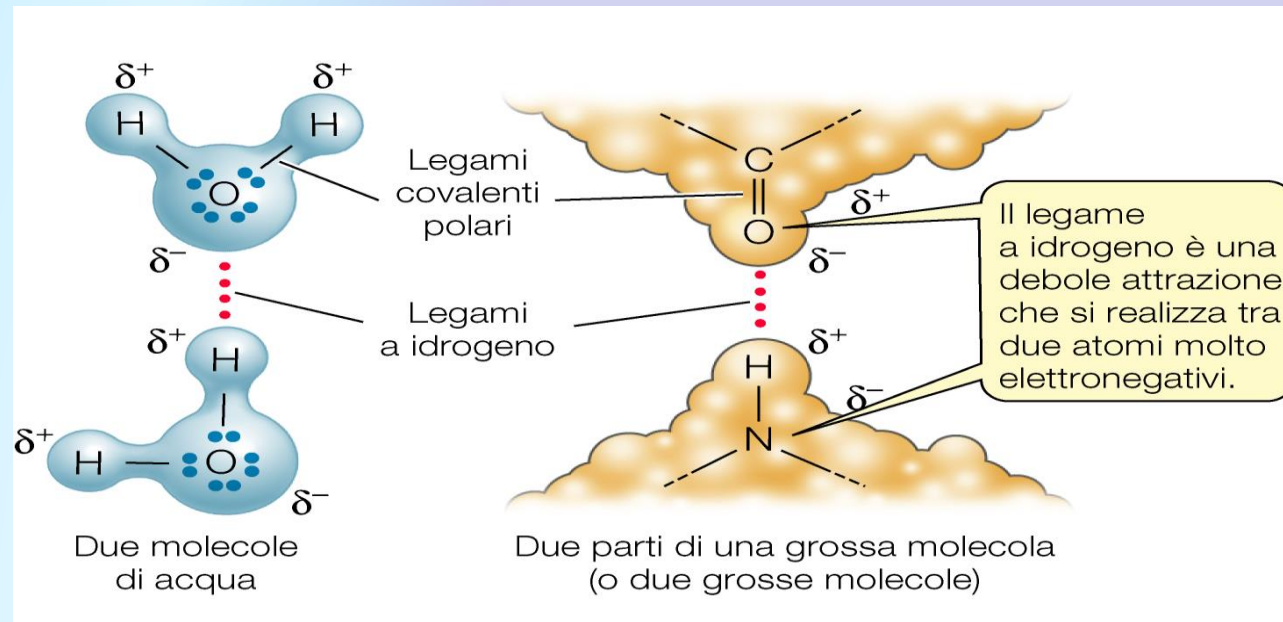
Legame covalente polare



Legame idrogeno

Interazione elettrostatica di un atomo di **H** legato covalentemente ad **O** (N, o F) con un atomo di **O** (N oppure F) di una molecola vicina)

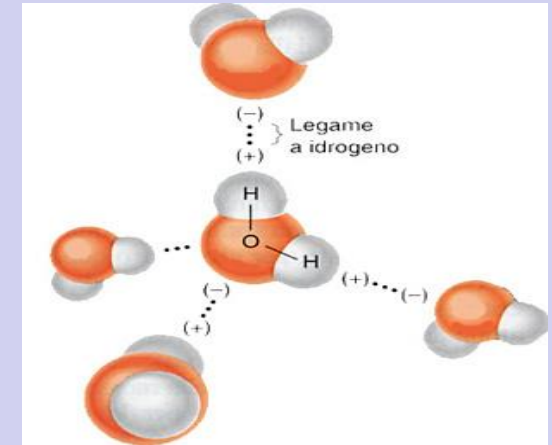
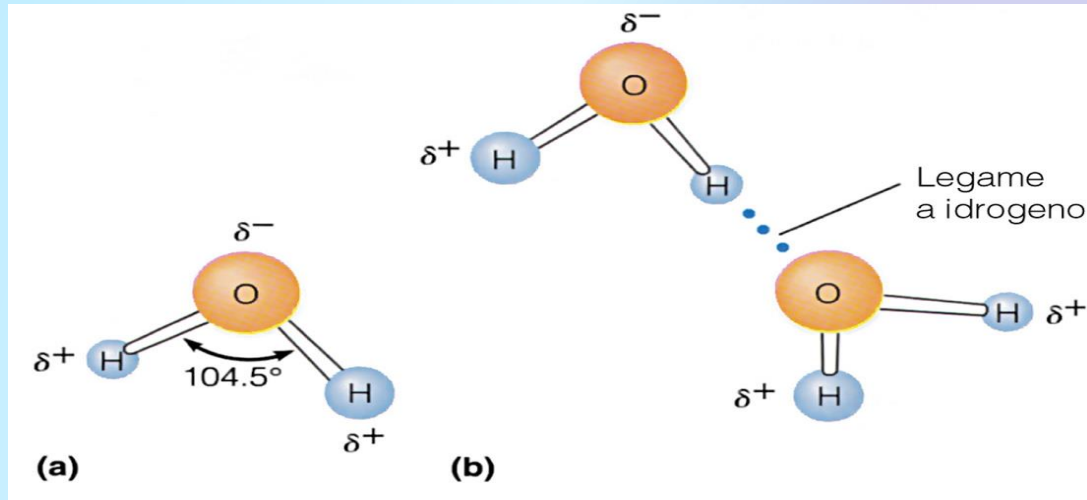
Legame circa 20 volte **meno forte** del covalente



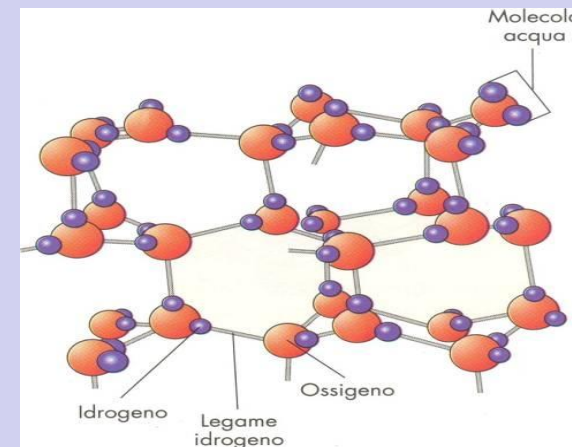
Acqua

Le molecole di H_2O tendono ad orientarsi in modo che ciascuna molecola sia in grado di formare legami idrogeno con altre molecole.

Questo rende la molecola di H_2O una molecola speciale.



Pertanto un campione d'acqua è una rete dinamica di molecole H_2O tenute insieme da legami idrogeno in cui ciascuna molecola fa contemporaneamente da donatore ed accettore di legame.



Alcune proprietà dell'acqua

- ✓ **Capacità termica**
- ✓ **Calore di evaporazione**
- ✓ **Punto di ebollizione**
- ✓ **Densità**
- ✓ **Tensione superficiale**
- ✓ **Forza di coesione**
- ✓ **Punto di fusione**



Alcune proprietà dell'acqua

- ❖ **A temperatura ambiente l'H₂O è liquida**, mentre altre molecole simili come CH₄ (metano), NH₃ (ammoniaca) sono allo stato gassoso.
- Nell'H₂O i legami idrogeno fanno sì che l'evaporazione dell'H₂O richiede una **notevole quantità di energia** e che il punto di ebollizione sia particolarmente elevato (100° C)

❖ TERMOLEGAZIONE

- ✓ L'H₂O possiede un calore specifico fra i più alti (Il calore specifico è la quantità di energia assorbita (o ceduta) da 1 kg di sostanza durante un aumento (o una diminuzione) di temperatura di 1° K (o in modo equivalente di 1° C).
- ✓ Per aumentare di 1° C la T dell'H₂O è necessaria 1 caloria.
- ✓ L'alto valore specifico rende temperato il clima nelle vicinanze di grosse masse d'acqua, dove viene accumulato il calore generato dal sole.

Agli organismi viventi permette di:

mantenere costante la temperatura corporea

Inibire la dissipazione del calore

Nel nostro corpo, le ossa hanno un calore specifico molto più basso, circa ¼ di quello dell'H₂O.

Es.: le dita delle mani e dei piedi (che hanno un maggior contenuto osseo) oltre ad un maggiore rapporto superficie/volume, sono le prime a raffreddarsi.

❖ Elevata capacità termica

- ✓ L'acqua è in grado di assorbire una quantità di calore elevata aumentando di poco la propria temperatura.
- ✓ Temperatura oceani \pm costante
- ✓ Clima temperato
- ✓ Ciò protegge le molecole che interessano la vita dall'inattivazione dovuta al rilascio di calore che si ha nelle varie reazioni metaboliche
- ✓ L'acqua ha una grande capacità termica (immagazzina e rilascia il calore molto lentamente): ciò significa che i grandi bacini d'acqua mostrano variazioni di temperatura molto più ridotte rispetto all'aria circostante

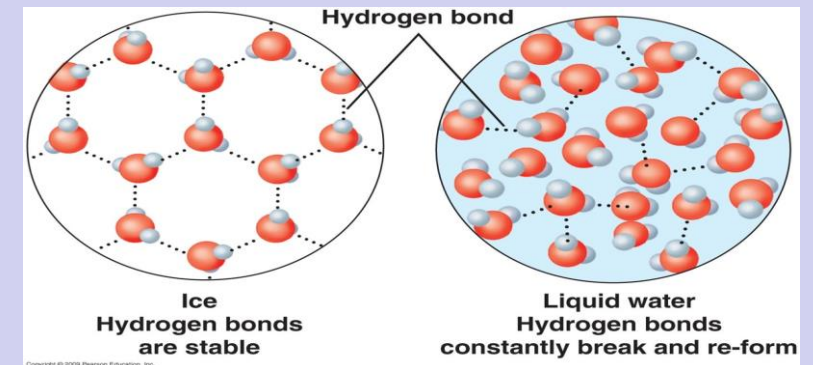
❖ Allo stato liquido è più densa rispetto alla sua forma solida

La formazione di legami idrogeno diventa più regolare quando l'acqua congela creando un reticolo molecolare. Questo spiega una proprietà insolita dell'acqua.

La maggior parte delle sostanze è più densa quando solidifica.

Al contrario *l'acqua allo stato liquido è più densa rispetto alla sua forma solida* dato che quando si scioglie il reticolo perde la struttura cristallina e le molecole si avvicinano l'una all'altra: *la massima densità si ha a 4° C.*

L'acqua, quando solidifica, diventa meno densa e per questo motivo il ghiaccio galleggia



Questo fatto è della massima importanza per la vita sulla terra.

Il ghiaccio che si forma sulla superficie di mari e laghi in inverno resta in superficie permettendo la vita nell'acqua sottostante.



Questo permette agli organismi acquatici di sopravvivere durante l'inverno, quando il ghiaccio galleggiante fa anche da isolante alle temperature esterne più rigide.

Il ghiaccio ha una struttura altamente ordinata, conduce poco calore ed isola l'acqua sottostante impedendone il congelamento. Ciò permette la sopravvivenza di tutte le forme di vita presenti

❖ Elevato calore di evaporazione

La quantità di energia necessaria per rompere i legami idrogeno e fare evaporare un grammo d' acqua è molto più elevata rispetto a qualsiasi altro liquido

L'evaporazione raffredda l'ambiente (es sudorazione)

❖ Elevato punto di ebollizione e di fusione

In base al suo peso molecolare l'acqua **dovrebbe congelare** a -125°C e bollire a -75°C .

Dato l'elevato numero di ponti idrogeno si comporta come una molecola a più alto peso molecolare e quindi **congela** a 0°C e bolle a 100°C .

Ebollizione: richiede molta energia

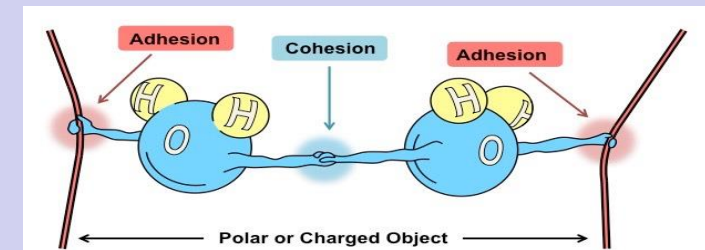
Congelamento: libera molta energia

❖ Elevata forza di coesione e tensione superficiale

I legami idrogeno rendono l'acqua sia **COESIVA** (tendenza delle molecole di acqua di attaccarsi le une alle altre) sia **ADESIVA** (tendenza delle molecole di acqua di attaccarsi ad altri composti).

L'elevata forza di coesione → dovuta alla tendenza delle molecole di acqua a formare una struttura compatta.

Ciò consente all'acqua di essere portata in alto nello xilema degli alberi. Infatti, l'acqua che evapora da una foglia viene sostituita da acqua che arriva dal basso attraverso i vasi.



Elevata forza di coesione e tensione superficiale

Se osserviamo l'acqua che gocciola da un rubinetto chiuso male, ogni goccia che si forma rimane attaccata al rubinetto per un istante prima di cedere alla gravità e di cadere in forma di sfera, ben delimitata dalla superficie esterna che la racchiude.

Come gli insetti che camminano sull'acqua, anche una graffetta di metallo se la si appoggia dolcemente sull'acqua rimane a galla grazie alla tensione superficiale. E' come se sulla superficie dell'acqua ci fosse invisibile pellicola a crearla sono le forze di coesione tra le molecole dell'acqua

La coesione delle molecole di acqua spiega l'elevata **TENSIONE SUPERFICIALE** dell'acqua.

Poiché ogni oggetto che penetra in una massa d'acqua deve rompere legami ad idrogeno tra molecole adiacenti, la superficie dell'acqua mostra una notevole resistenza alla penetrazione



Acqua: solvente per eccellenza

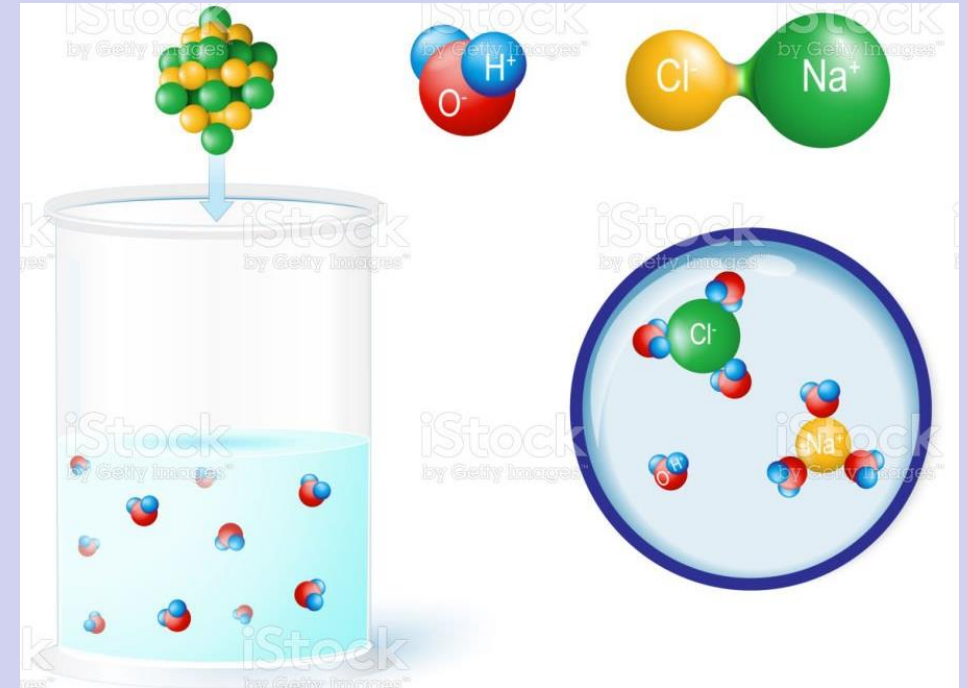
I composti che si sciolgono in H_2O sono detti **idrofili, sostanze idrofiliche**; sono polari.

Solvente per sostanze ioniche, come sali,

Solvente per sostanze non ioniche ma polari (es. zuccheri)

Es.

Il sale da cucina Na^+Cl^- si scioglie poiché l'attrazione fra le molecole di acqua che circondano gli ioni Na^+ e Cl^- è molto più grande della tendenza che hanno questi due ioni di carica opposta ad attrarsi fra loro.

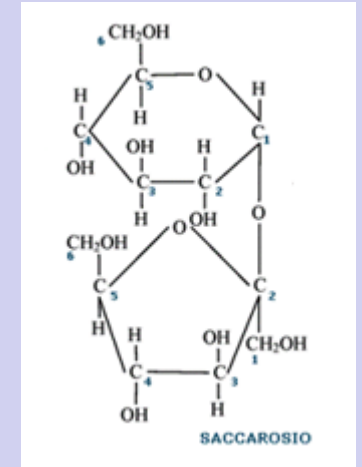


I dipoli dell'acqua interagiscono con gli ioni in modo tale che risultino idratati cioè circondati da di molecole di acqua. Le regioni negative delle molecole di acqua polari, cioè gli atomi di ossigeno sono attratte dai cationi di sodio (Na^+); le regioni positive delle molecole di acqua, cioè atomi di idrogeno sono attratte dagli anioni cloruro (Cl^-). Tale fenomeno è indicato come **IDRATAZIONE**

Acqua: solvente per eccellenza

Il saccarosio, o zucchero da cucina, è polare ma non ha cariche.

In questo caso svolge un ruolo fondamentale la formazione di legami H fra le molecole di acqua ed i gruppi ossidrilici (-OH) presenti nello zucchero.



Sostanze non polari (es. lipidi) non sono solubili in acqua ma si mescolano bene con altre molecole apolari.

Es. L'olio da cucina non si scioglie in acqua, ma viene escluso da essa, formando delle goccioline.

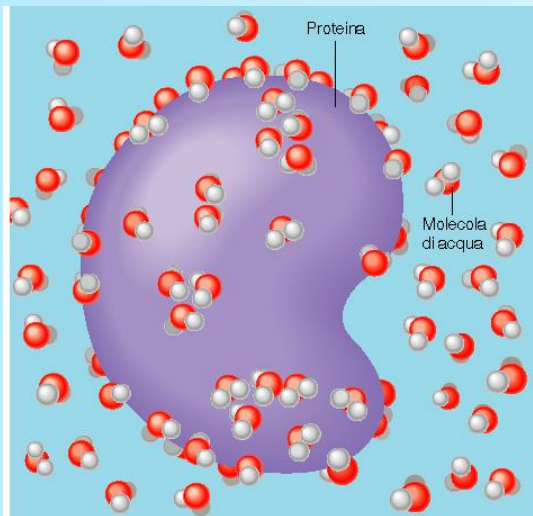
E' la conseguenza del fatto che l'acqua tende a minimizzare i suoi contatti con le molecole apolari (dette idrofobiche). Ciò favorisce l'interazione e l'associazione dei gruppi apolari fra di loro.



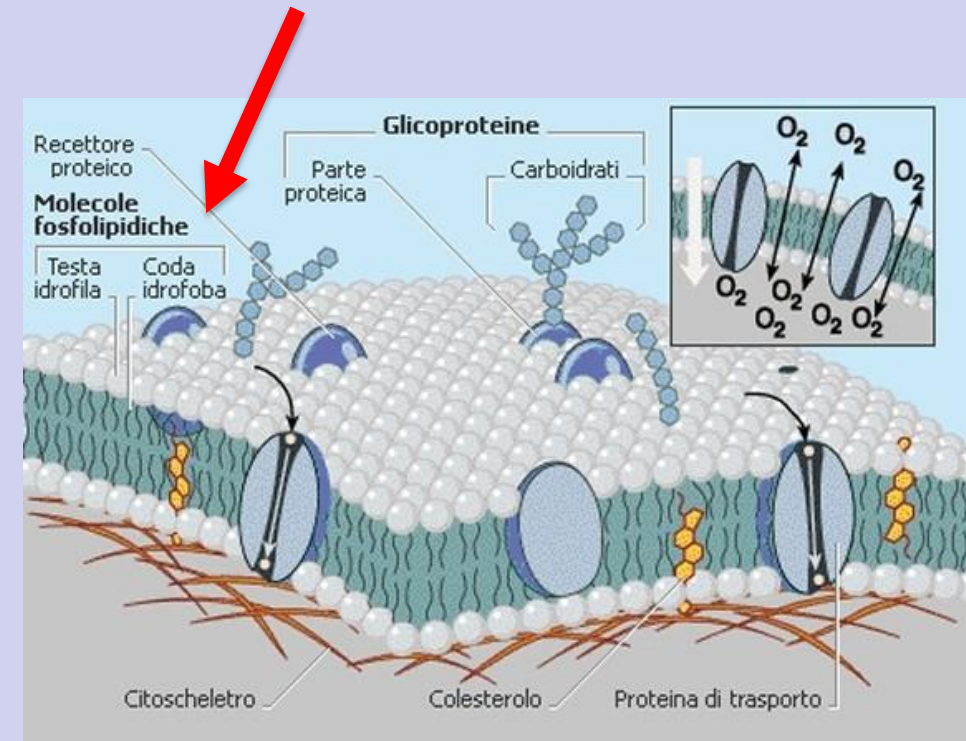
Una sostanza è solubile in acqua quando le **interazioni stabilite** con l'acqua sono più forti di quelle che si instaurano tra le sostanze stesse

Idrofobi → composti **non** polari **non** si sciolgono in H_2O → (es. benzene, cloroformio)

Anfipatici → molecole che contengono sia gruppi polari che gruppi apolari (es. proteine, steroli, lipidi di membrana)



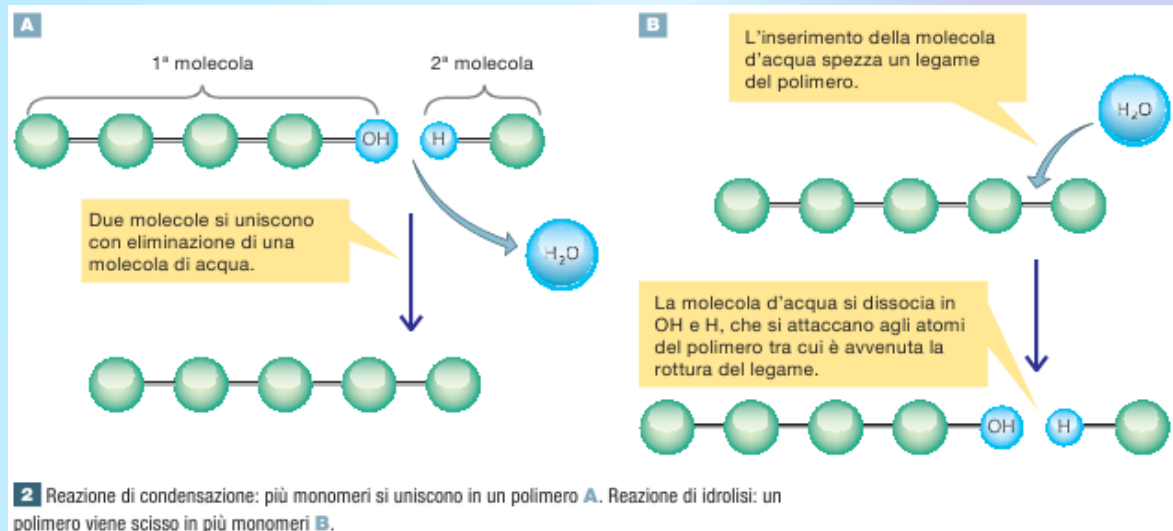
Molte grandi molecole o aggregati molecolari, quali proteine e membrane cellulari, assumono la loro forma specifica in risposta a tale effetto idrofobico



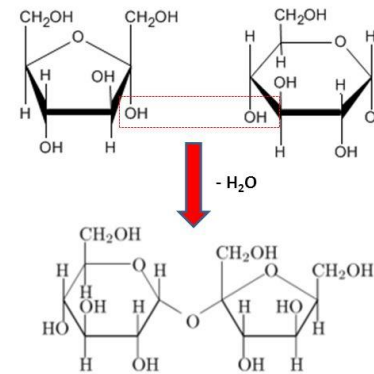
Funzioni biologiche dell'acqua

Acqua: reagente

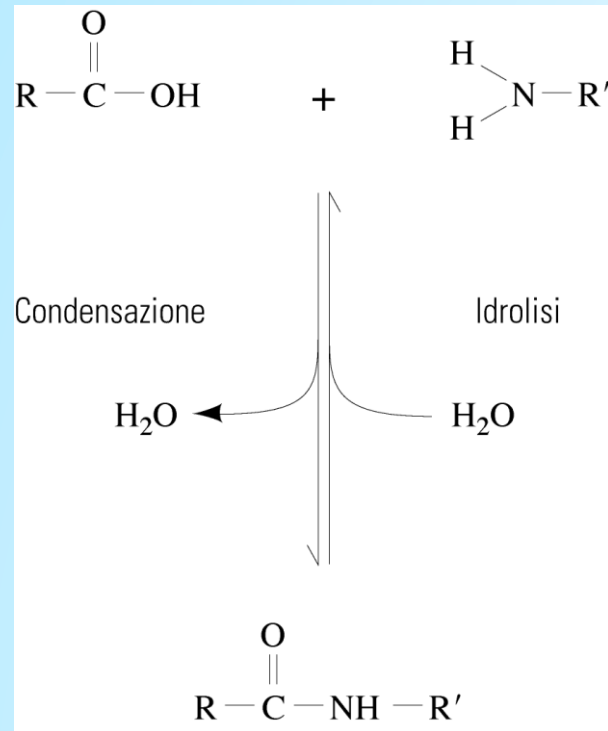
- Reazioni di idrolisi
- Reazioni di condensazione
- Prodotto terminale dell'ossidazione delle sostanze nutrienti



REAZIONE DI CONDENSAZIONE



Una reazione di **condensazione** lega fra loro monomeri (con un legame covalente) a formare un polimero con l'eliminazione di una molecola di acqua



Una reazione di **idrolisi** rompe un legame covalente e stacca un monomero da un polimero utilizzando una molecola di acqua

