

LA COMPOSICIÓ DELS ÉSSERS VIUS 3:
Els principis immediats o biomolècules:
l'aigua i les sals minerals

LA COMPOSICIÓ DELS ÉSSERS VIUS 3

- La vida. Característiques dels éssers vius.
- Nivells d'organització de la matèria.
- Composició química de la matèria viva.
- Bioelements.
- **Biomolècules. L'aigua i les sals minerals.**
- Dissolucions i dispersions col·loïdals.

Els principis immediats o biomolècules

Son les molècules que formen la matèria viva.

Dos grups de biomolècules:

- Biomolècules orgàniques:

Glúcids, lípids, proteïnes i àcids nucleics.

- Biomolècules inorgàniques:

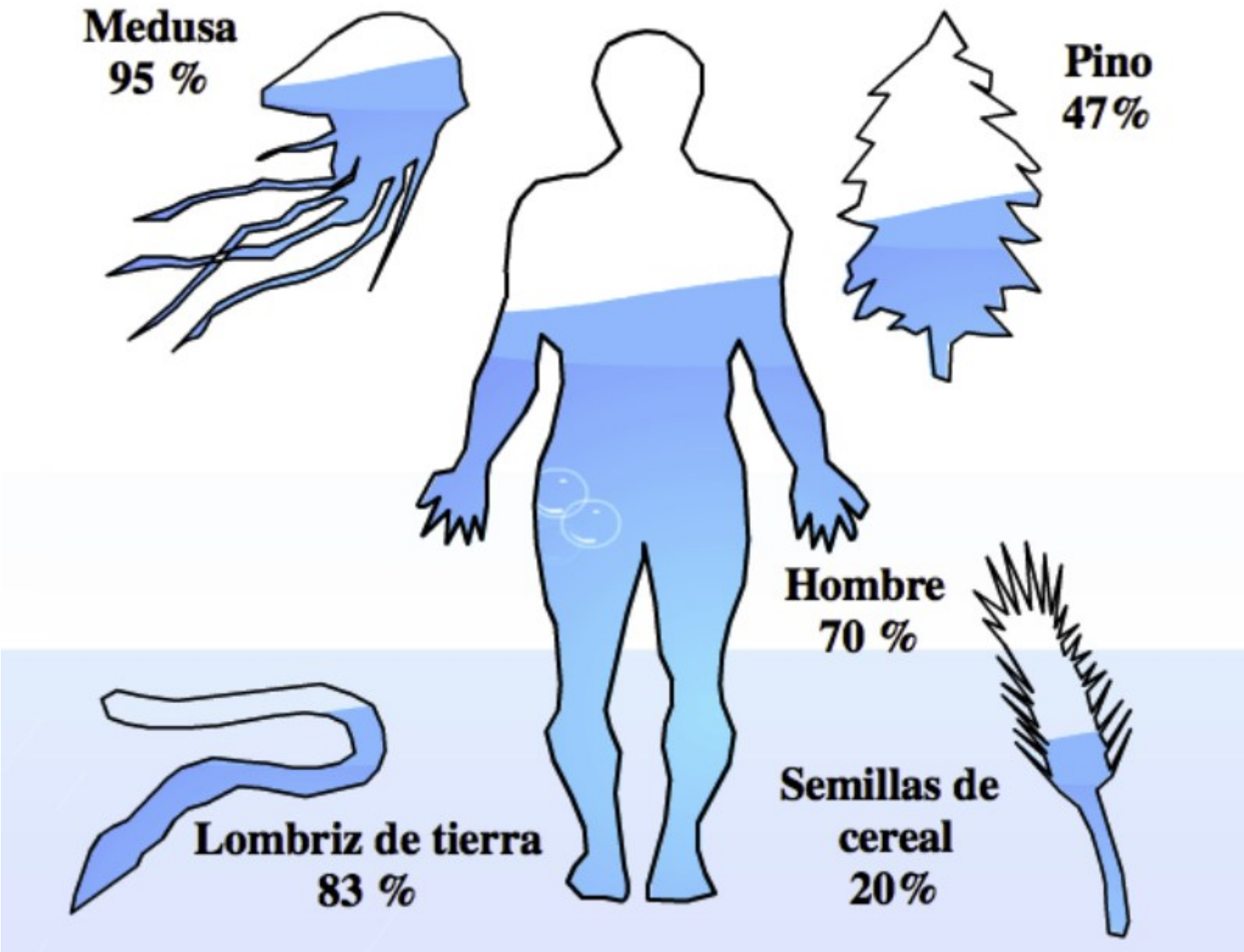
Aigua i sals minerals.

L'aigua

Biomolècula més abundant de tots els éssers vius.

El percentatge d'aigua no és el mateix en totes les espècies (humans 63% del pes, algues 94%...). També varia en funció de l'edat de l'organisme (embrió humà 94%, infant 78%...). La variació més important està però en funció de l'activitat biològica que desenvolupen els teixits (cervell 86%, osos 22%, llavors 20%)



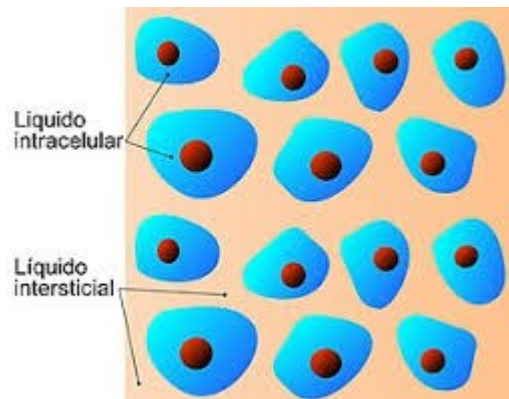
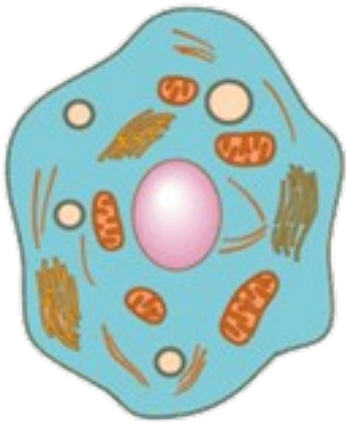


L'aigua es troba en la matèria viva en tres formes:

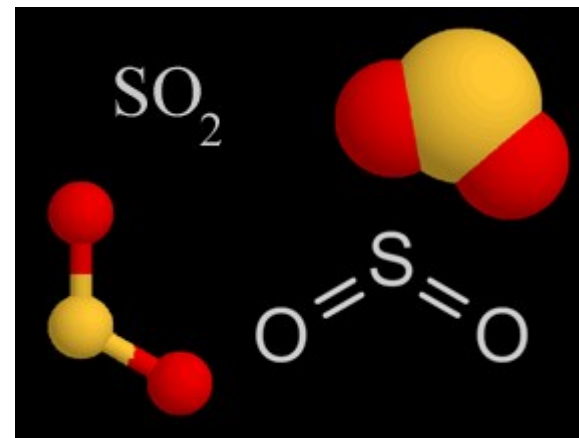
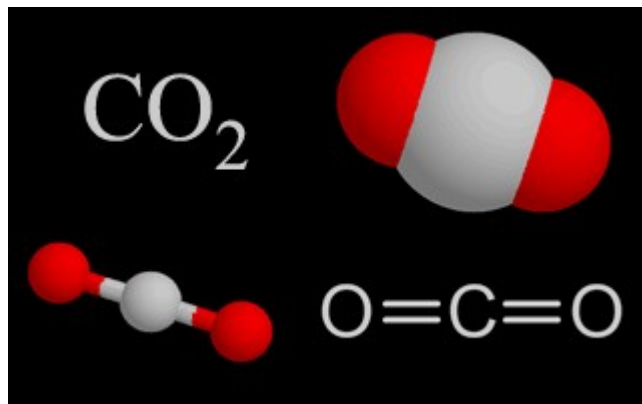
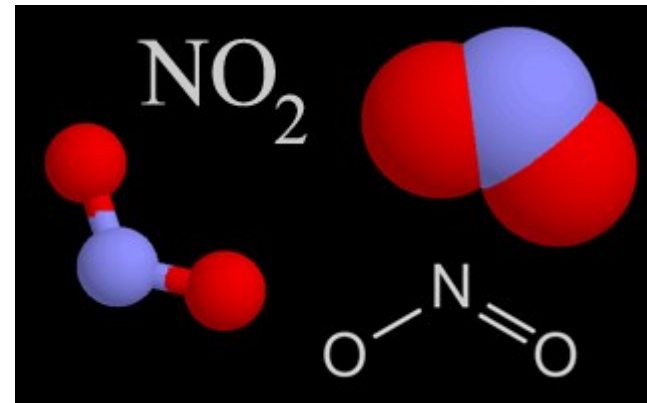
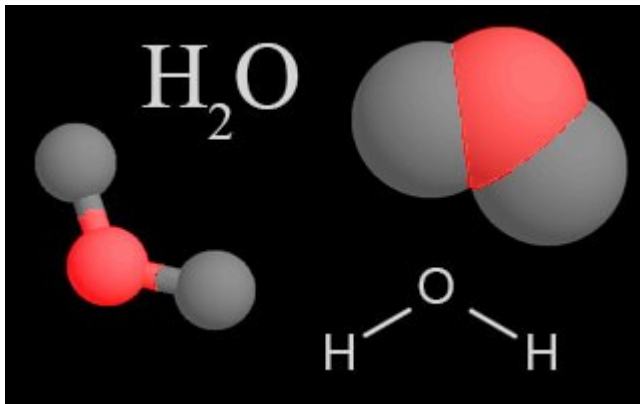
Aigua circulant: sang, saba..

Aigua intracel·lular: citosol i interior dels orgànuls cel·lulars.

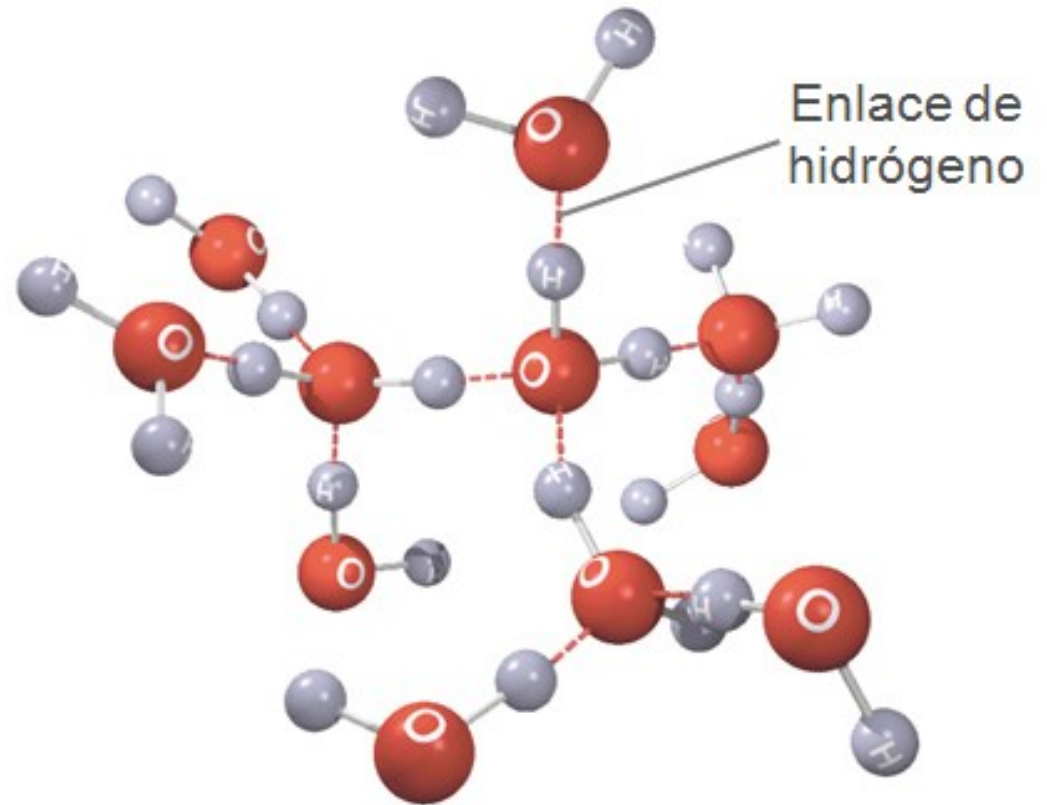
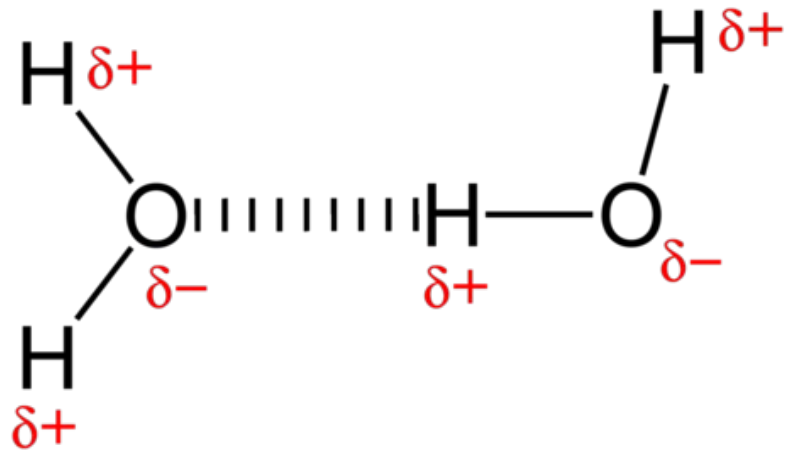
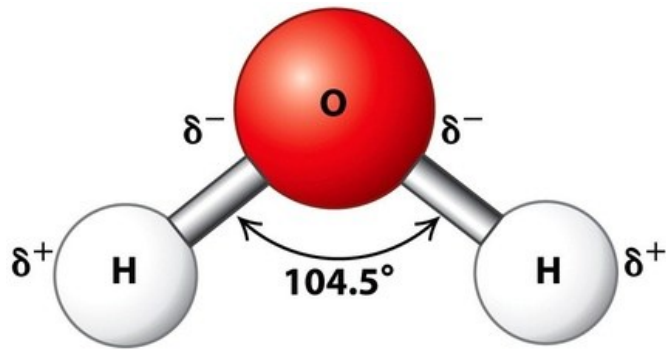
Aigua intersticial: formant part de la substància intercel·lular que envolta les cèl·lules.



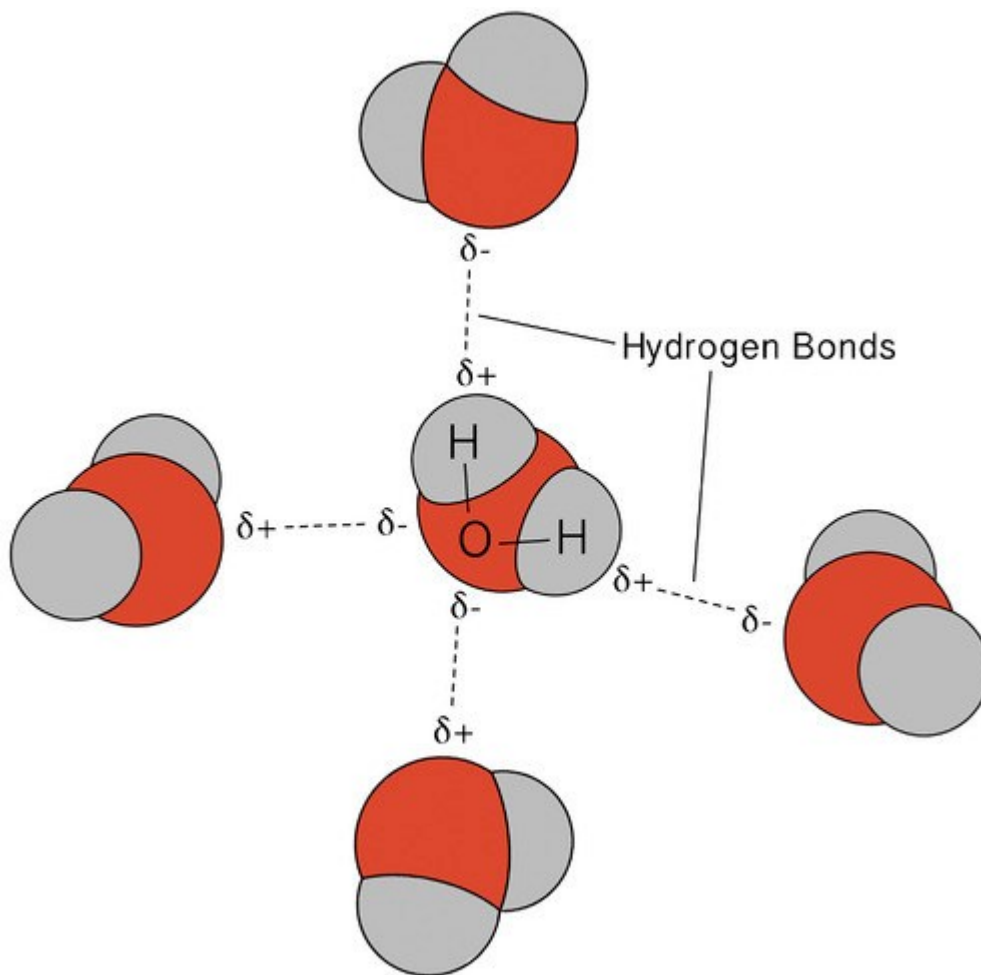
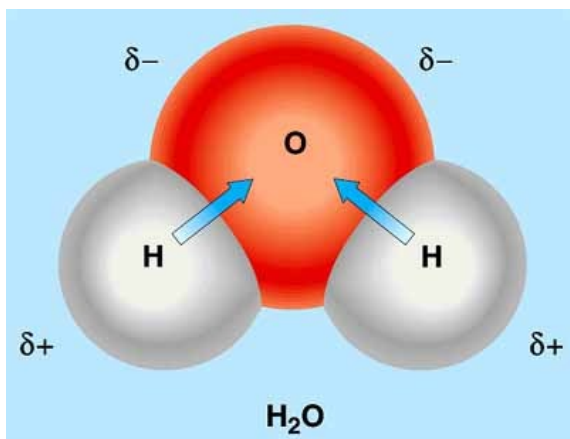
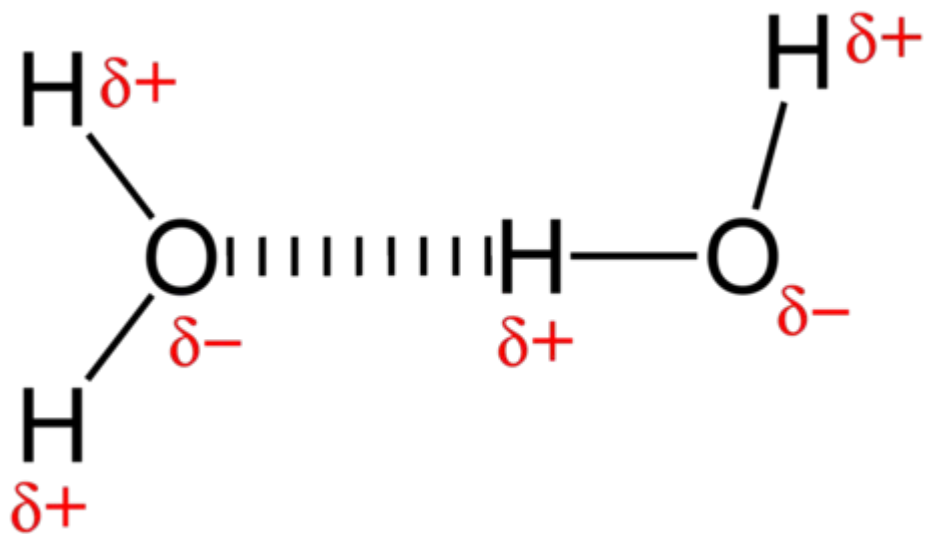
A temperatura ambient l'aigua és líquida, al contrari del que caldria esperar, ja que altres molècules de pes molecular semblant: CO_2 , NO_2 , SO_2 ,... són gasoses.

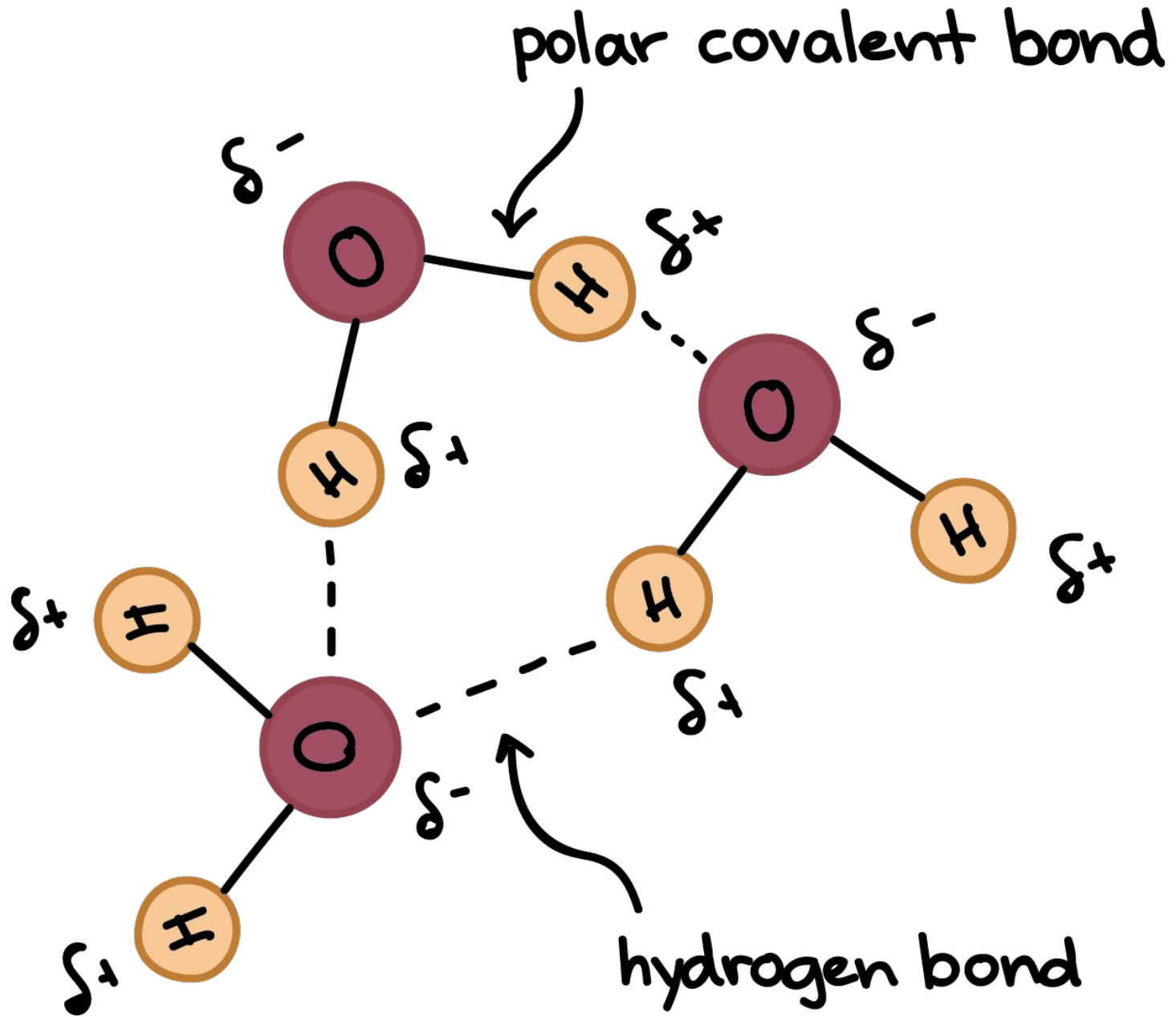


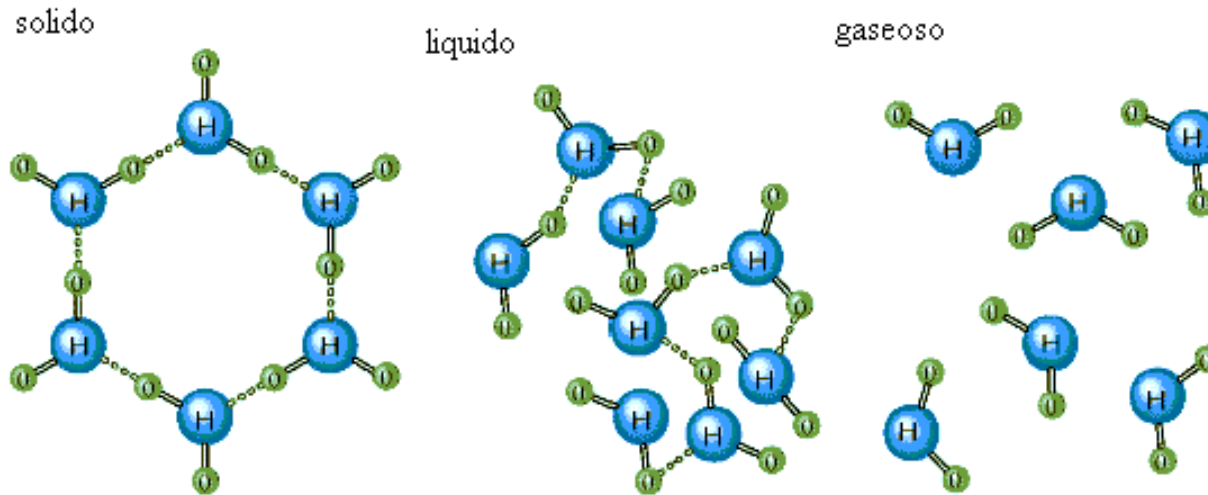
Aquest comportament és deu a que les molècules d'aigua són DIPOLARS, i tenen una gran facilitat per establir ENLLAÇOS D'HIDROGEN entre elles, originant grups de moltes molècules unides. Aquestes assoleixen pesos moleculars alts, que provoquen que l'aigua es comporti com un líquid a temperatura ambient.



Cada molècula d'aigua pot arribar a formar fins a 4 punts d'hidrogen amb altres molècules, amb la qual cosa en l'aigua líquida es forma una extensa xarxa mantinguda per aquests enllaços que estan contínuament formant-se i trencant-se.







Quan l'aigua està en estat líquid, els seus enllaços d'hidrogen són molt fràgils, es formen, es trenquen i es tornen a formar amb molta freqüència. Cada enllaç d'hidrogen dura tan sols unes poques bilionèsimes de segon, però les molècules estan constantment formant enllaços nous. Per això en cada instant, un percentatge substancial de totes les molècules d'aigua estan enllaçades amb les seves veïnes, dotant a l'aigua de **més estructura que la majoria de líquids**

Característiques fonamentals de l'aigua.

La polaritat de les molècules de l'aigua i la seva capacitat per formar ponts d'hidrogen dota a l'aigua d'unes propietats úniques i característiques.

- Elevada força de cohesió.
- Elevada calor específica.
- Elevada calor de vaporització.
- Densitat més alta en estat líquid que en estat sòlid.
- Elevada capacitat dissolvent.
- Baix grau de dissociació.

Elevada força de cohesió

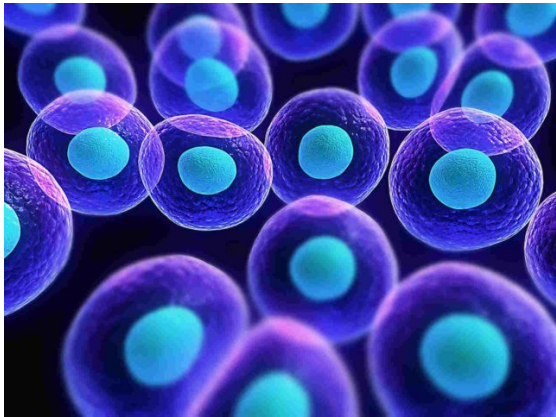
La força que manté els àtoms d'una substància units entre ells és la **força cohesiva**. A més força de cohesió, més costa separar-los. La força de cohesió actua entre tots els àtoms d'una substància: els que té als costats, a dalt i a baix.



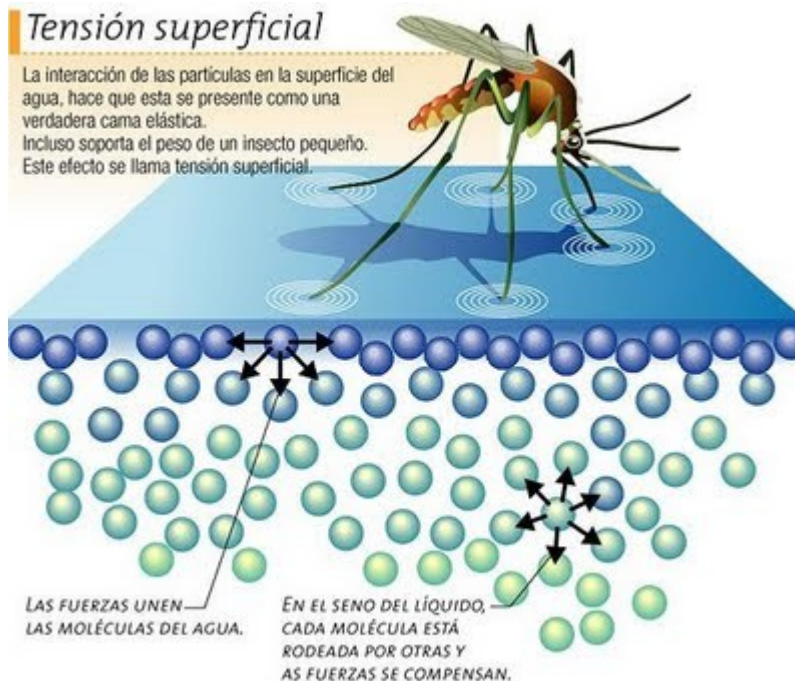
L'esfericitat de les gotes d'aigua es deu a la cohesió entre les molècules.

L'elevada força de cohesió de l'aigua fa que aquesta sigui gairebé **INCOMPRESSIBLE**, la qual cosa permet...

- Donar volum a les cèl·lules.
- Provocar la turgència de les plantes.
- Constituir l'hidroesquelet dels anè·lids i dels celenterats.



L'elevada força de cohesió de l'aigua explica l'elevada **TENSIÓ SUPERFICIAL** d'aquesta, és a dir, que oposi una gran resistència a trencar-se. Això permet que molts organismes puguin viure associats a aquesta pel·lícula d'aigua superficial.



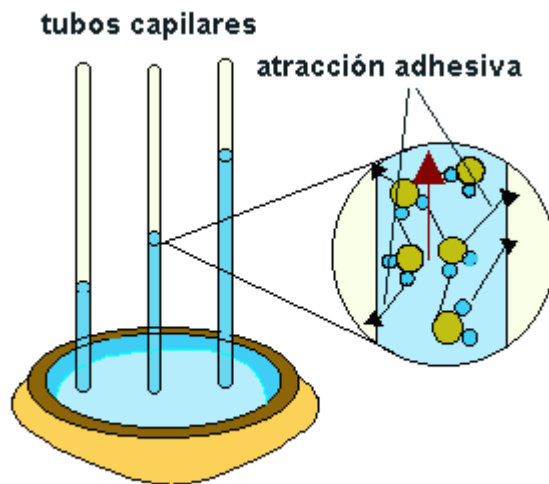
La disposició ordenada que mostren les molècules d'aigua en la **interfase** **aigua-aire**, unides per ponts d'hidrogen entre si i amb les molècules d'aigua de sota, fa que l'aigua es comporti com si estigués coberta per una pel·lícula invisible.

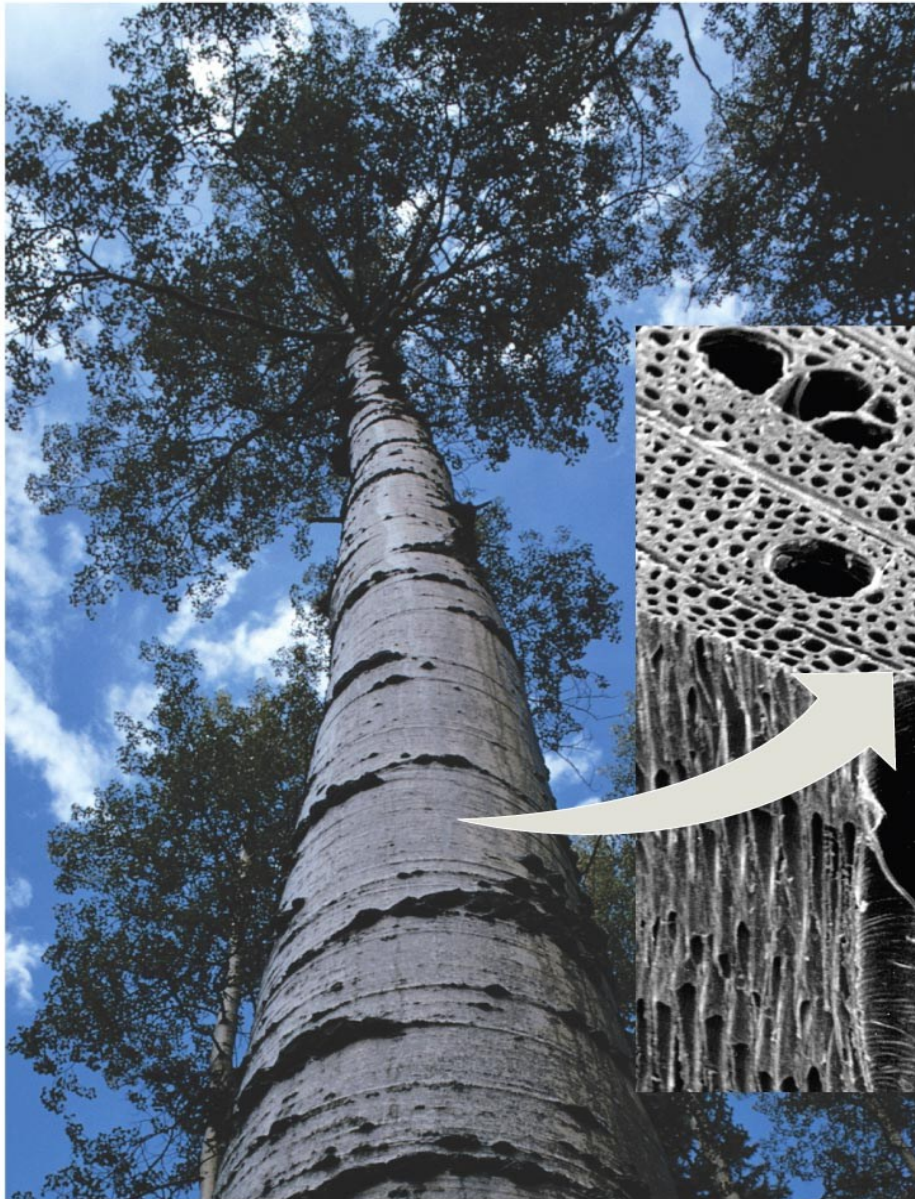


L'elevada tensió superficial de l'aigua, resultant de la força col·lectiva dels seus enllaços d'hidrogen, permeten al sabater caminar sobre la superfície de l'aigua o al nenúfar mantenir-se a sobre d'ella.

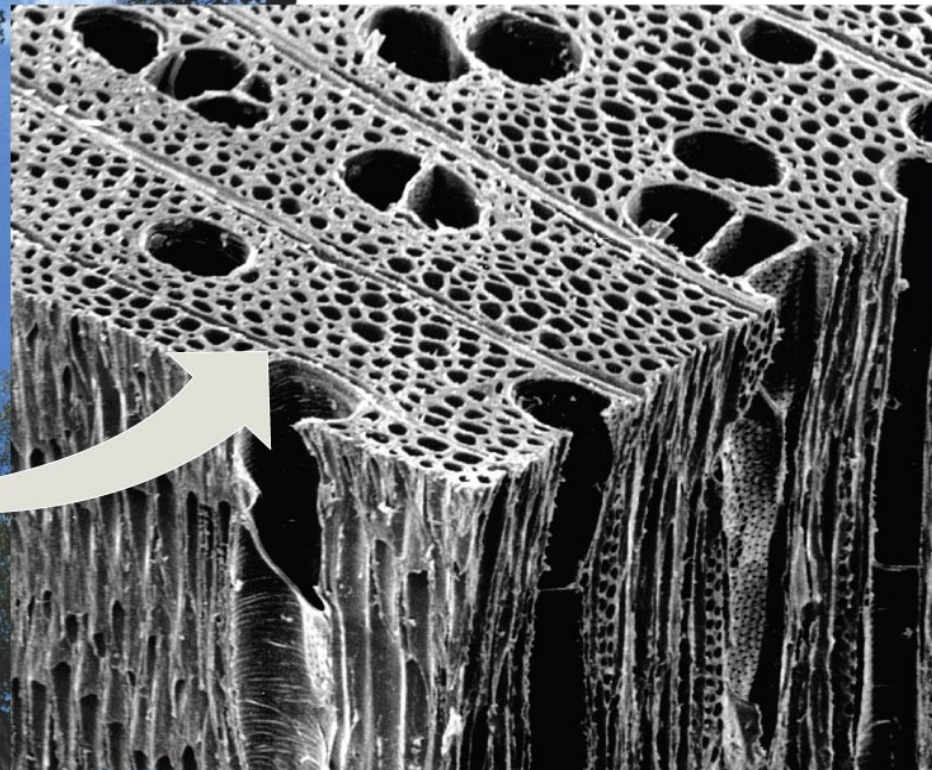


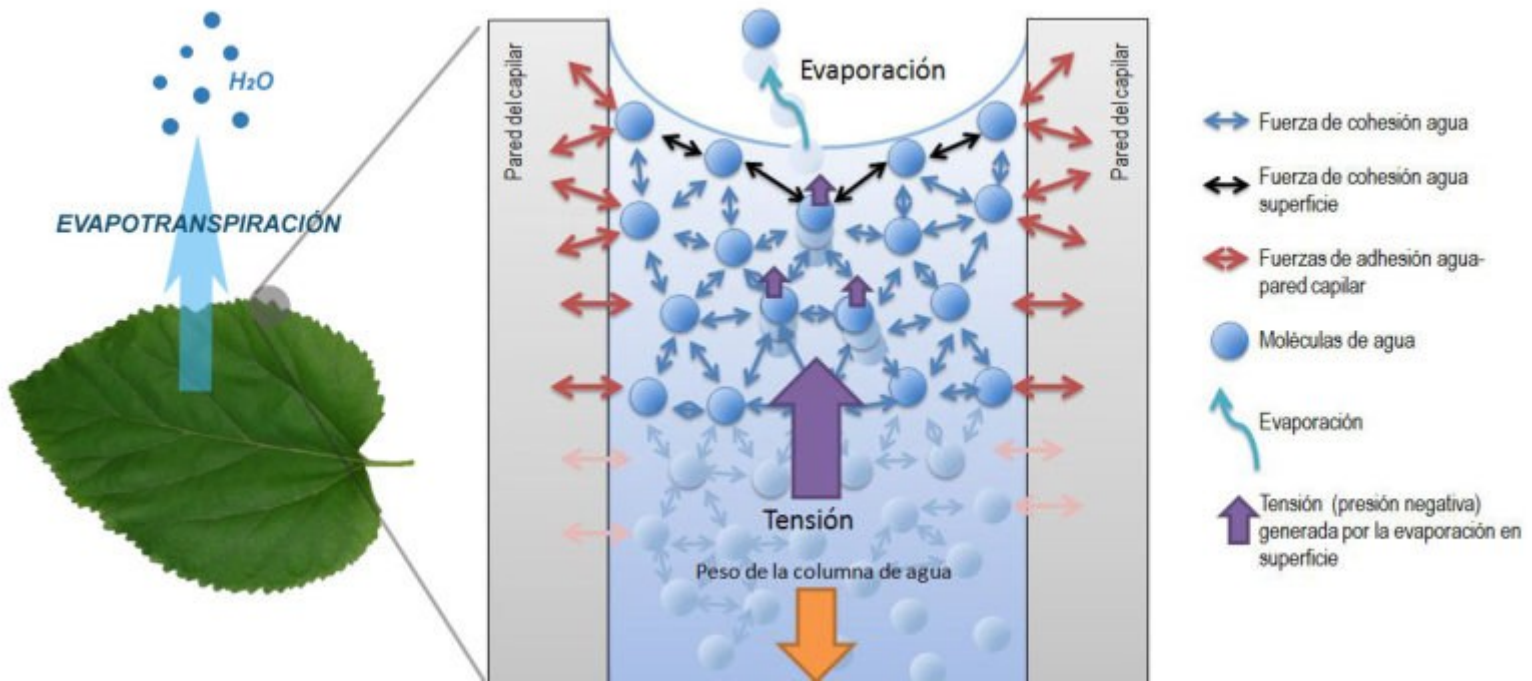
L'elevada força de cohesió de l'aigua és responsable del fenomen de la CAPIL·LARITAT. Les molècules d'aigua es cohesionen entre elles i s'adhereixen a les parets dels conductes. La capil·laritat afavoreix l'ascens de la saba bruta pels tubs conductors de les plantes en contra de la gravetat.





L'evaporació de les fulles fa pujar l'aigua des de les arrels a través de les cèl·lules conductores ubicades en el tronc. **La cohesió** deguda a l'enllaç d'hidrogen **ajuda a mantenir** unida **la columna d'aigua**. **L'adhesió** de l'aigua a les parets cel·lulars **ajuda a resistir l'atracció de la gravetat cap a baix**.





Elevada calor específica

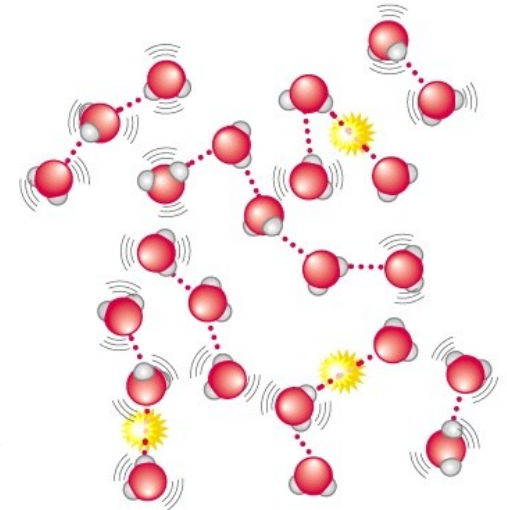
Per què l'aigua té una elevada calor específica?

Calor específica (C_e)

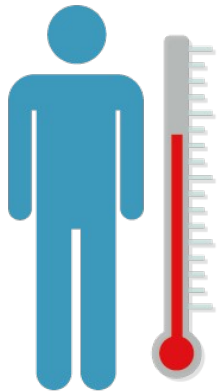
Quantitat de calor que ha d'absorbir 1g d'una substància per augmentar la temperatura 1°C .

$$C_e \text{ de l'aigua} = 1\text{cal /g}\cdot^\circ\text{C}$$

Es necessita molta calor per augmentar la temperatura de l'aigua ja que gran part de la calor absorbida per l'aigua s'inverteix en trencar els ponts d'hidrogen que hi ha entre les seves molècules abans que aquestes puguin començar a moure's amb més rapidesa i augmentar així la temperatura*.



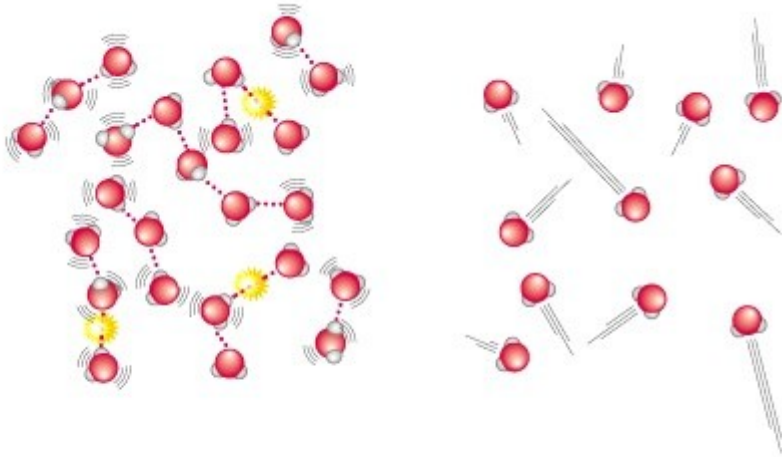
© 2001 Sinauer Associates, Inc.



El fet que l'aigua tingui una elevada calor específica i que els organismes estiguin formats gran part per aigua, la converteix en un **estabilitzador tèrmic** davant dels canvis bruscos de temperatura de l'ambient.

* Recordeu que la temperatura d'una substància és una mesura de l'energia cinètica promig que tenen les molècules que formen aquesta substància.

Elevada calor de vaporització



Calor de vaporització

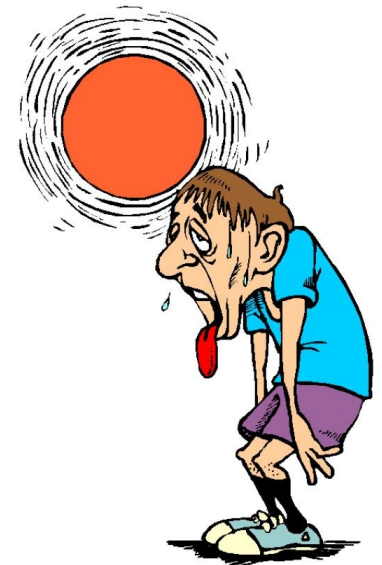
Quantitat de calor necessari per passar 1g d'una substància líquida a l'estat gasós a temperatura constant.

C_v de l'aigua = 540 cal /g a 100°C

Per evaporar l'aigua, primer s'han de trencar els ponts d'hidrogen i després dotar a les molècules de suficient energia cinètica per passar a l'estat gasós.

El fet que l'aigua tingui una elevada calor de vaporització la converteix en una bona **substància refrigerant** quan s'evapora, que és el que passa amb la suor.

La refrigeració per evaporació es deu a que les molècules que tenen una energia cinètica més alta, són les que s'escapen i per tant, la temperatura baixa ja que les molècules que es queden tenen menor energia cinètica.



Densitat més alta en estat líquid que en estat sòlid

A diferència d'altres líquids, l'aigua s'expandeix (augmenta de volum) quan solidifica, disminuint la seva densitat.

La causa d'aquesta anomalia són els ponts d'hidrogen: les molècules d'aigua en el gel queden més separades que quan estan en aigua líquida.



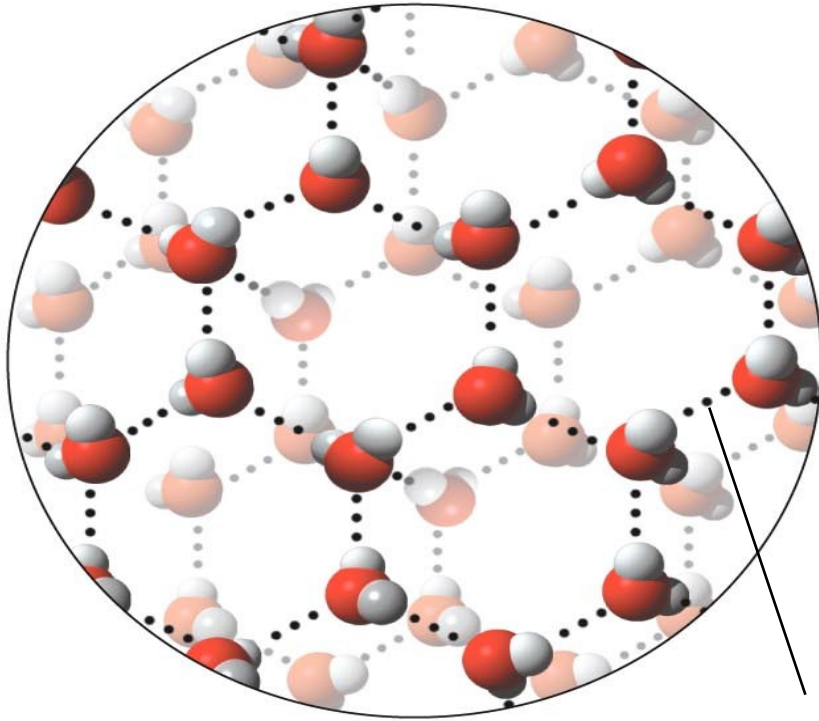
Aigua líquida: **més densa**



Aigua sòlida: **menys densa**



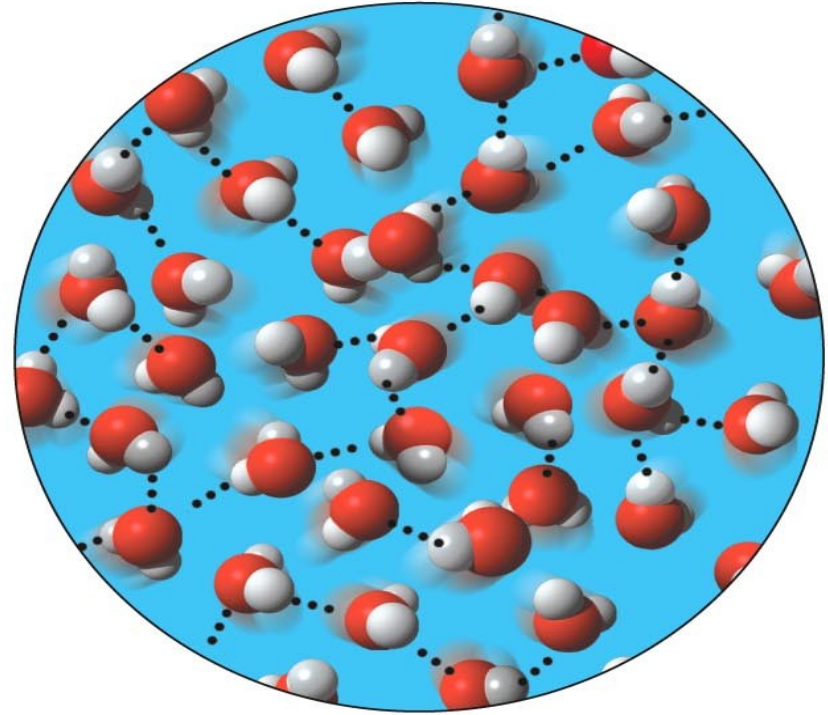
El gel sura sobre l'aigua líquida.



Gel

Els enllaços d'hidrogen són estables

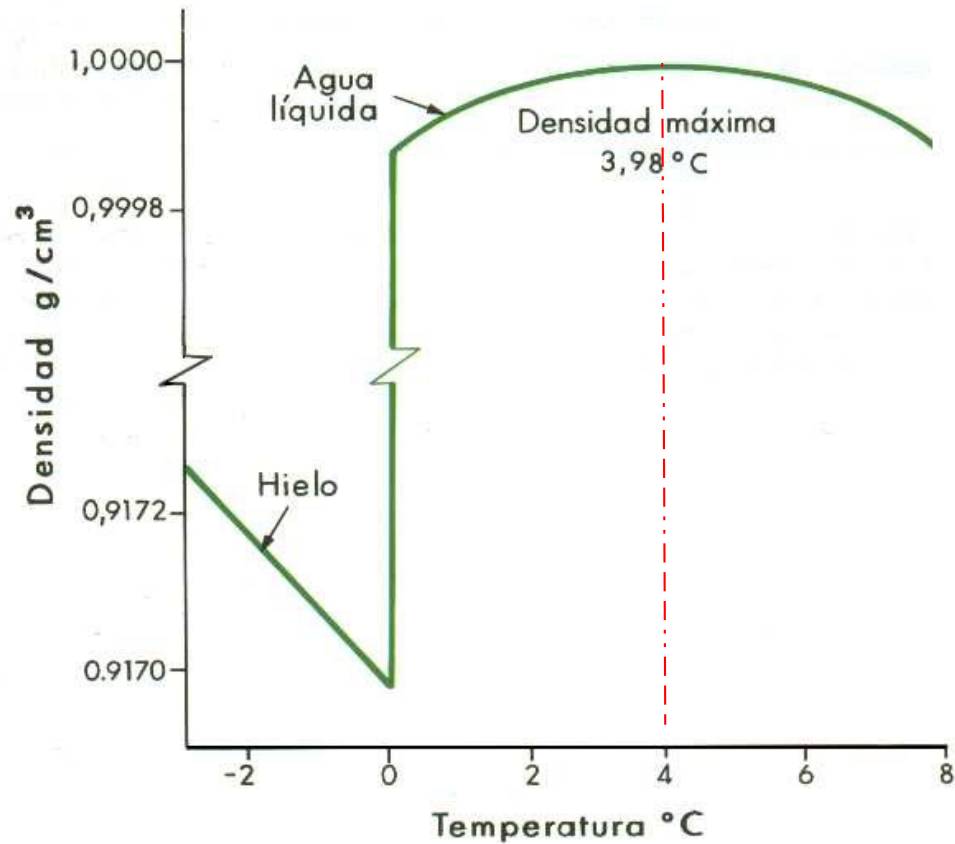
Ponts d'hidrogen



Aigua líquida

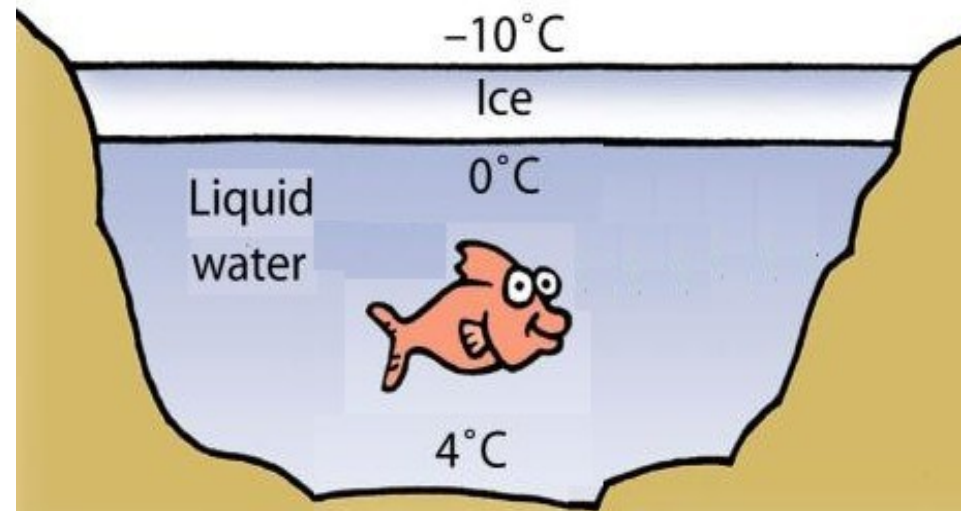
El enllaços d'hidrogen es trenquen i es formen constantment

En estat sòlid, cada molècula d'aigua està unida mitjançant ponts d'hidrogen a quatre molècules veïnes formant una xarxa cristal·lina. Els enllaços d'hidrogen mantenen a les molècules suficientment separades com per a que el gel sigui al voltant d'un 10% menys dens que l'aigua líquida a 4 °C. A mesura que el cristall es desfà, el gel es fon i les molècules d'aigua queden lliures, llisquen entre si i s'apropen. L'aigua assoleix la màxima densitat a 4°C i a partir d'aquí s'expandeix a mesura que les molècules es van movent cada cop més ràpidament.



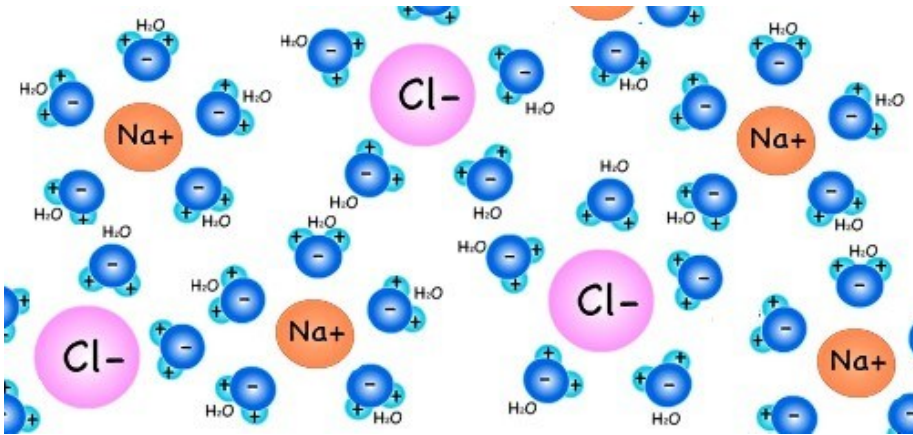
La densitat del gel a 0°C està al voltant dels 0,917 g/cm³. La densitat de l'aigua és màxima a 4°C i té un valor de 1 g/cm³. A temperatures superiors a 4°C, l'aigua es comporta com altres líquids, es a dir, dilatant-se a l'escalfar-se i per tant disminuint la densitat.

El fet que l'aigua tingui una densitat més alta en estat líquid que en estat sòlid explica que el gel floti a l'aigua i que formi una capa superficial termoaïllant que permeti la vida a sota, en rius, llacs i mars.

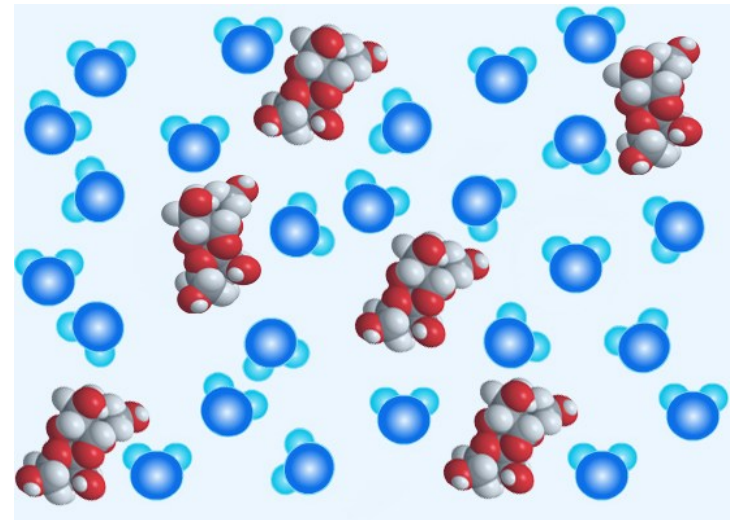


Elevada capacitat dissolvent

L'estructura dipolar, la capacitat per formar enllaços d'hidrogen amb altres molècules polars i l'elevada constant dielèctrica doten a l'aigua d'una gran capacitat per dissociar compostos iònics i compostos covalents polars.

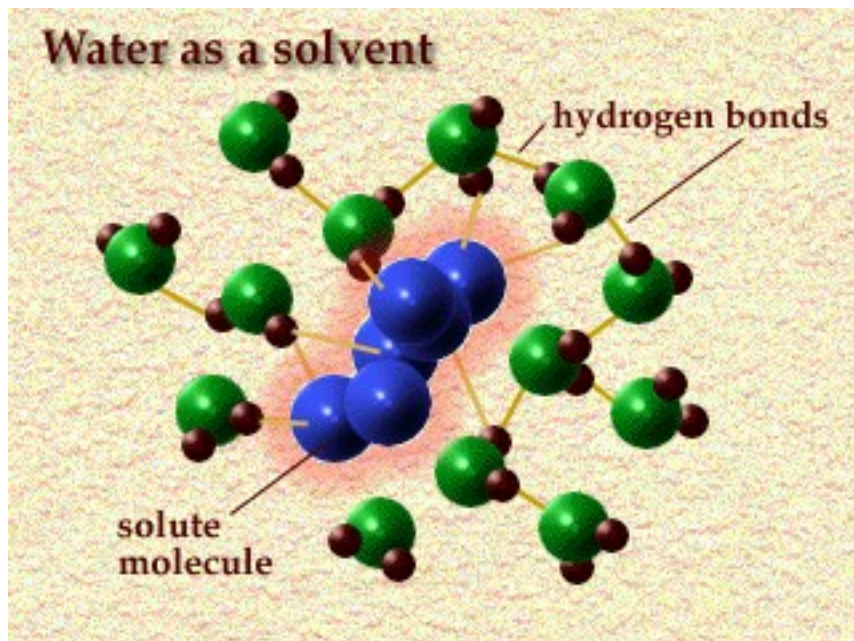
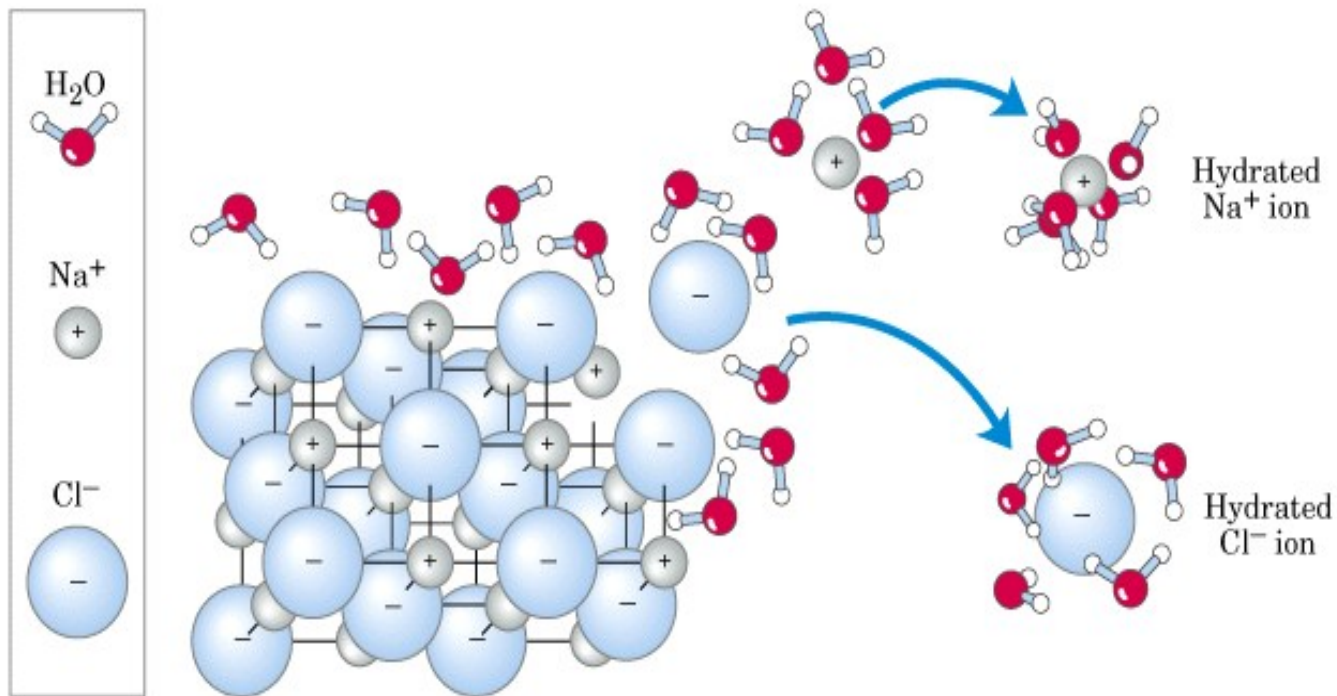


En el procés de dissolució de substàncies iòniques, les molècules d'aigua es distribueixen al voltant dels ions, disminuint notablement les forces elèctriques i permetent la separació dels ions.

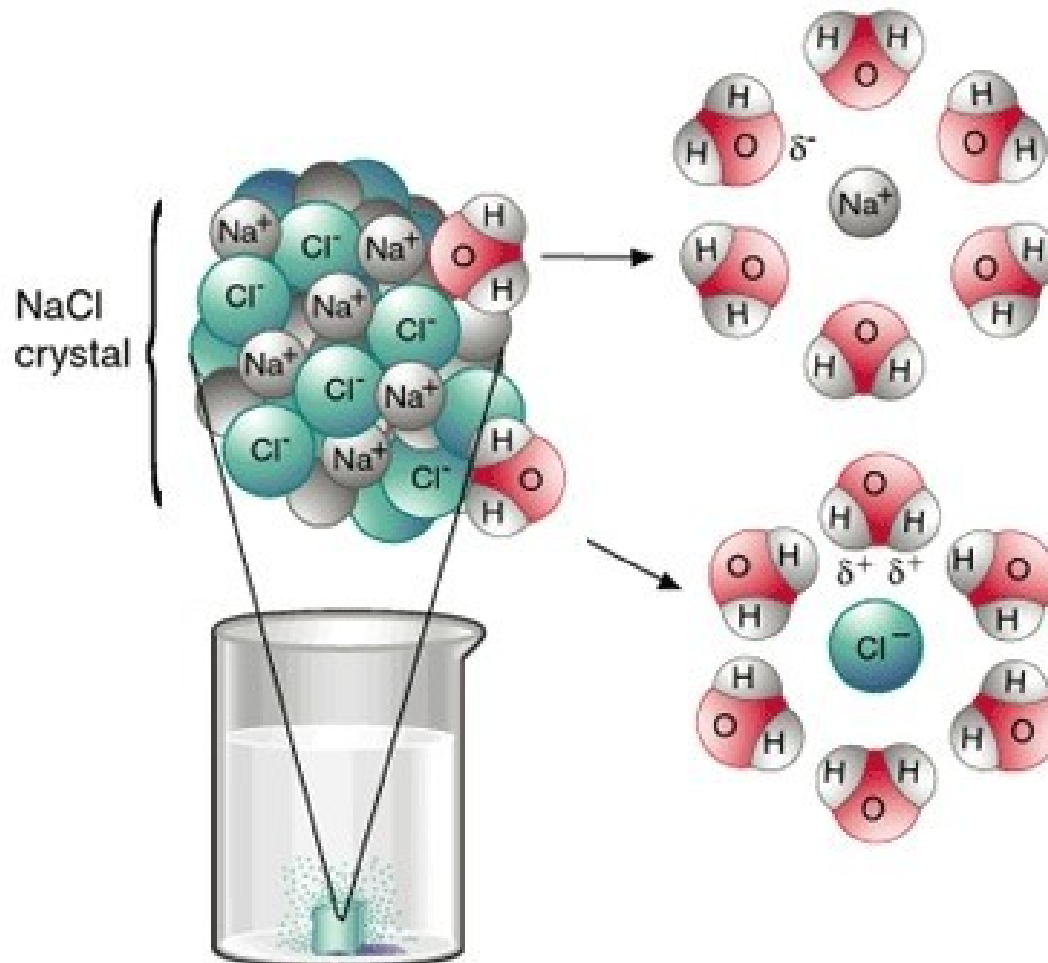


En les substàncies polars, les molècules d'aigua també envolten les molècules, però en aquest cas es formen ponts d'hidrogen amb els grups polars, permetent la seva dissolució.

La capacitat dissolvent explica que l'aigua sigui el vehicle de transport de moltes substàncies i el medi on es fan totes les reaccions químiques de l'organisme.



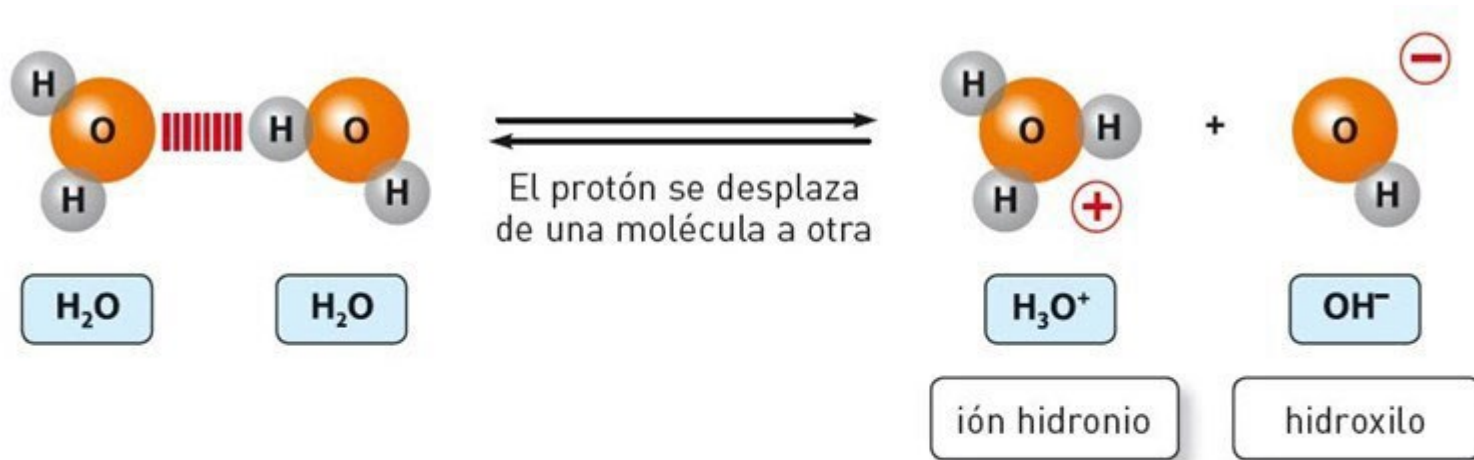
Gràcies a la seva polaritat, l'aigua es capaç d'establir interaccions electrostàtiques amb altres molècules polars (enllaços d'hidrogen) i amb ions. Tan les molècules polars com els ions interactuen amb els extrems parcialment positius i negatius de l'aigua de manera que les càrregues positives atreuen a les negatives. Quan hi ha moltes molècules d'aigua en relació amb les de solut, aquestes interaccions formen una capa esfèrica de molècules d'aigua al voltant del solut, anomenada **capa d'hidratació** (o capa de solvatació). Les capes d'hidratació permeten la dispersió de les partícules del solut en l'aigua.



Al barrejar sal amb aigua, el NaCl es dissocia en els seus ions Na⁺ i Cl⁻. Les molècules d'aigua formen capes d'hidratació al voltant dels ions: els ions Na⁺ amb càrrega positiva queden envoltats per les càrregues negatives de l'oxigen de les molècules de l'aigua, mentre que els ions Cl⁻ carregats negativament són envoltats pels extrems de l'hidrogen amb càrrega parcial positiva. D'aquesta manera tots els ions de la sal queden envoltats per capes d'hidratació i dispersats en la dissolució.

Baix grau de dissociació

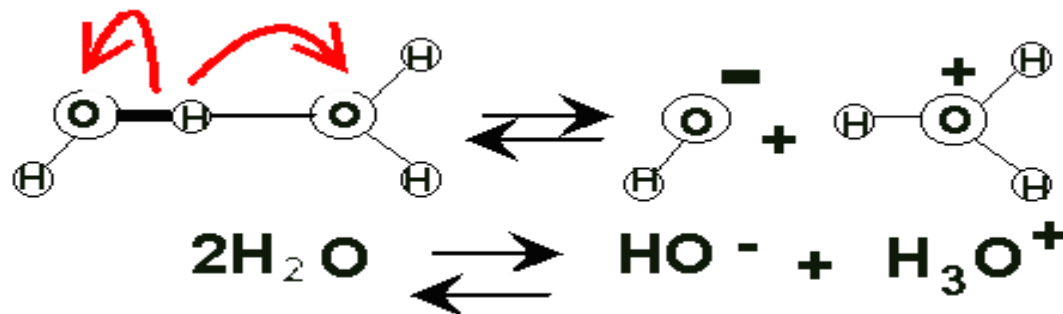
L'aigua es troba majoritàriament sense dissociar, però una petita proporció s'hi troba dissociada en els seus ions (en l'aigua pura una molècula per cada 556 milions)

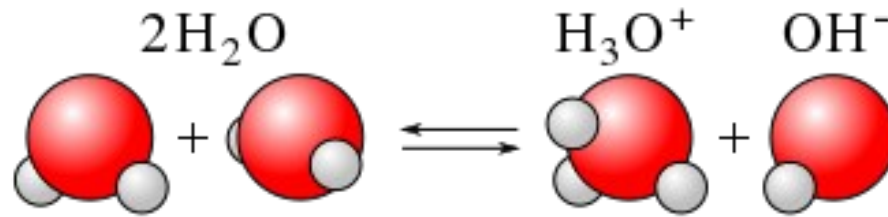


Bioquímica. Conceptos Esenciales

Feduchi / Romero / Yáñez / Castiñeyra / García-Hoz.

Editorial Médica Panamericana © 2015





La concentració de cadascun dels ions (H^+ i OH^-) en aigua pura a 25°C és de 10^{-7}M . Això significa que hi ha només una deu milionèsima part de mols d'ions hidrògens per litre d'aigua pura i un nombre igual de ions hidroxil.



Tot i que **la dissociació de l'aigua** és reversible i estadísticament estranya, **és molt important per a la química de la vida**. Els ions hidrogen i hidroxil són molt reactius, petits canvis en les seves concentracions poden afectar greument a les proteïnes i a altres molècules.

Funcions de l'aigua en els éssers vius

A causa de les particulars característiques de l'aigua, aquesta desenvolupa unes funcions molt importants en els organismes.

En destaquen les següents:

Funció dissolvent i de transport de substàncies.

Funció bioquímica.

Funció estructural

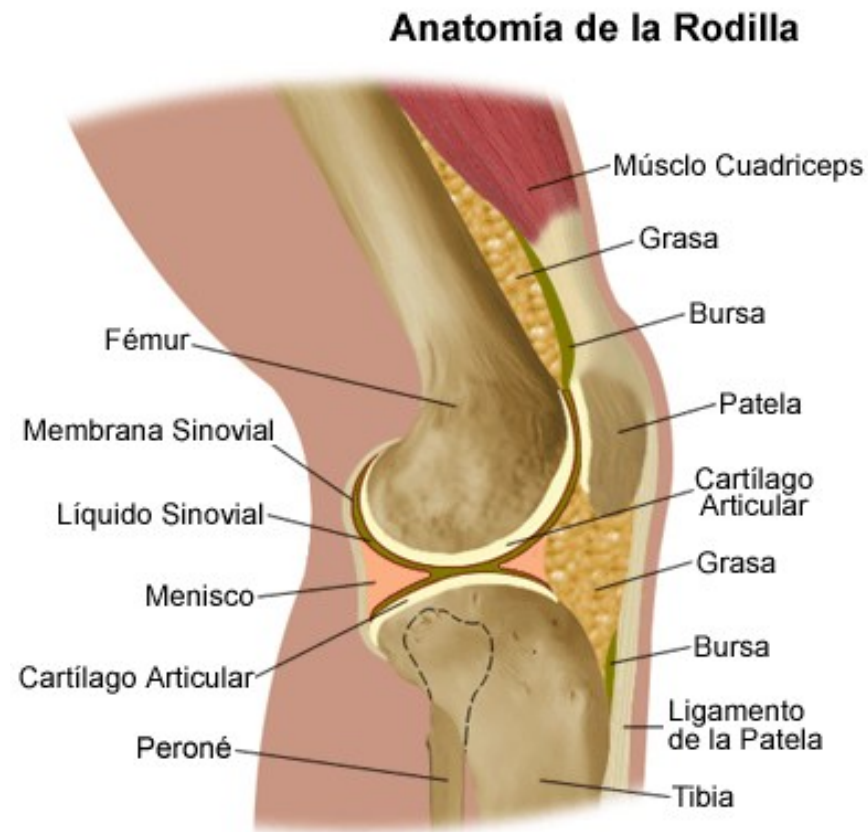
Funció amortidora

Funció termoreguladora

Funció mecànica amortidora.

Exemple:

Bossa líquid sinovial entre els ossos de les articulacions.

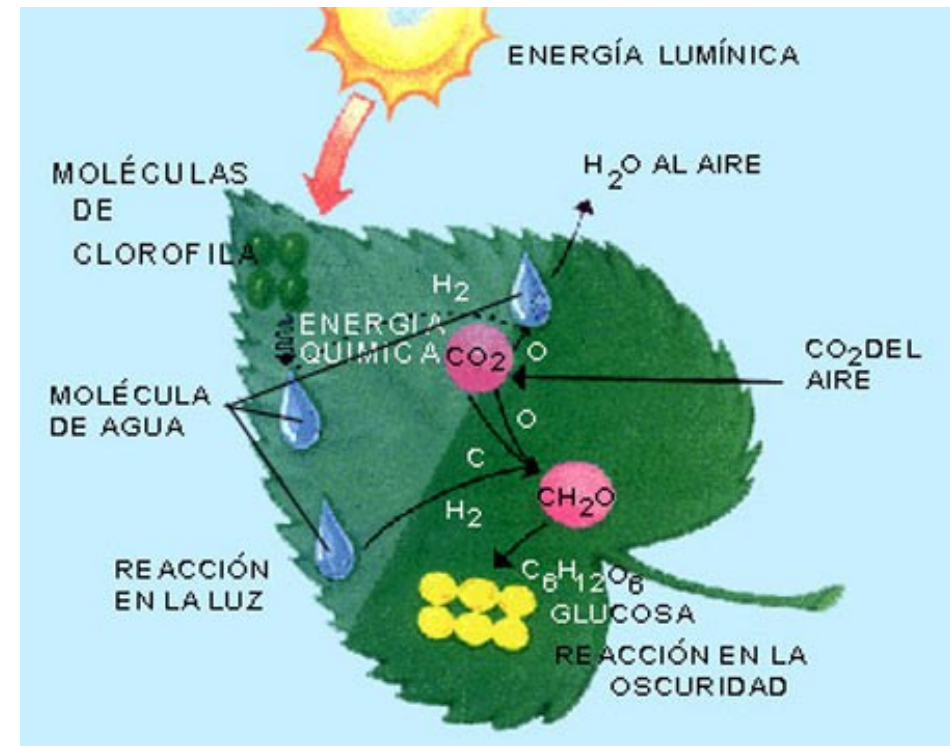
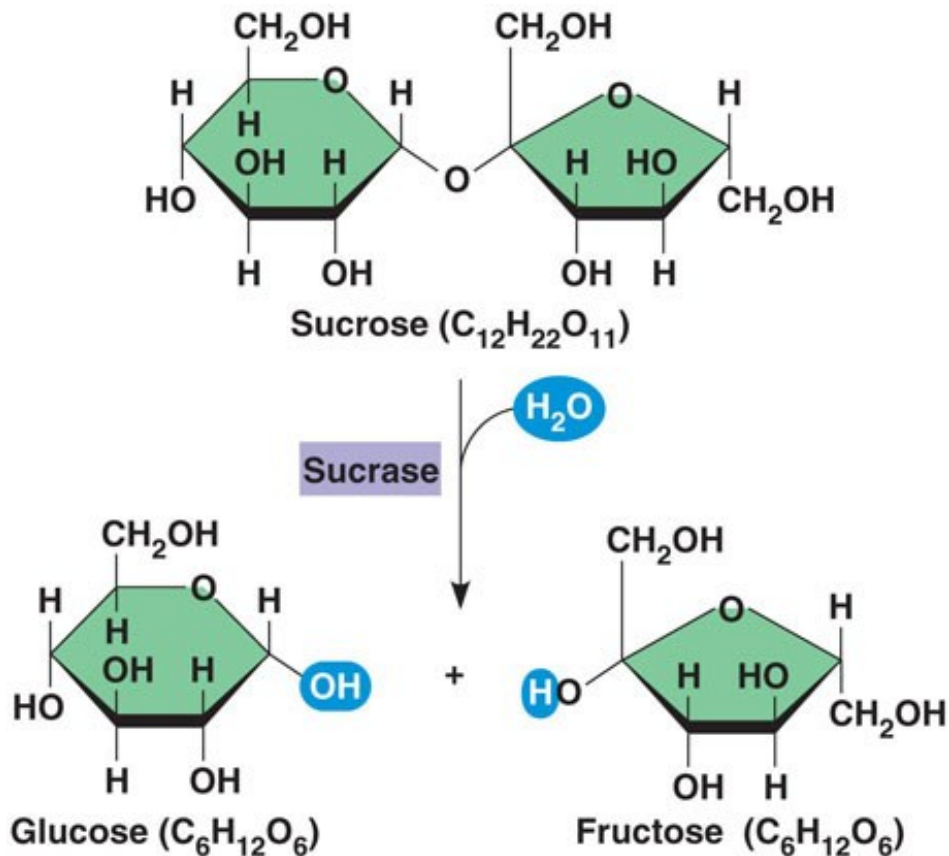


Funció bioquímica.

L'aigua intervé en moltes reaccions químiques.

Exemples:

Hidròlisi, fotosíntesi, etc.



Les sals minerals

Són substàncies que contenen algun element químic necessari per a la vida de les cèl·lules com pot ser el sodi, el calci, el potassi, el fòsfor, el ferro, etc.

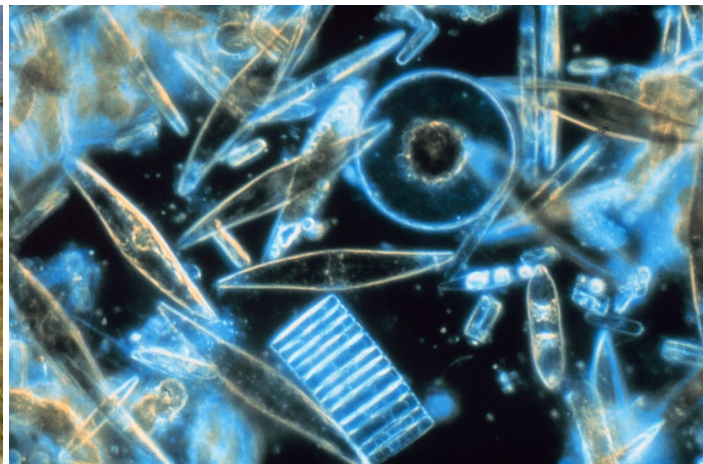
Formen part dels éssers vius de tres formes diferents:

- ◆ Precipitades.
- ◆ Dissoltes.
- ◆ Associades a substàncies orgàniques.

Sals minerals precipitades

Constitueixen estructures sòlides, insolubles, amb funció esquelètica.

Exemples: el **carbonat càlcic**, CaCO_3 , de les closques dels mol·luscs, el **fosfat càlcic**, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ i el carbonat càlcic dels ossos, la **síllice**, SiO_2 , de l'exoesquelet de les diatomees i de les gramínies.



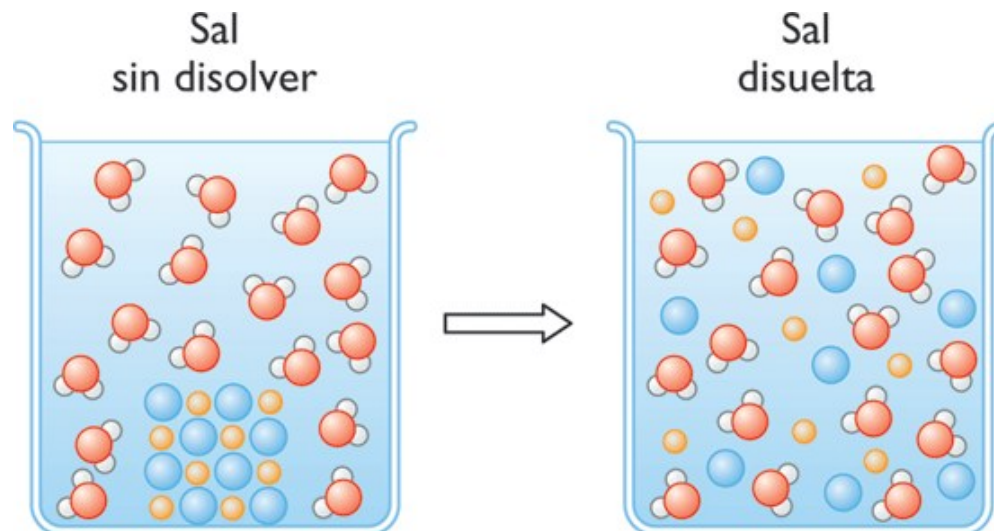
Sals minerals dissoltes

Les sals minerals dissoltes donen lloc a anions i cations.

Exemples: Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , PO_4^{3-} ...

Ajuden a mantenir constant el grau de salinitat i el pH (dissolucions tampó) dins de l'organisme.

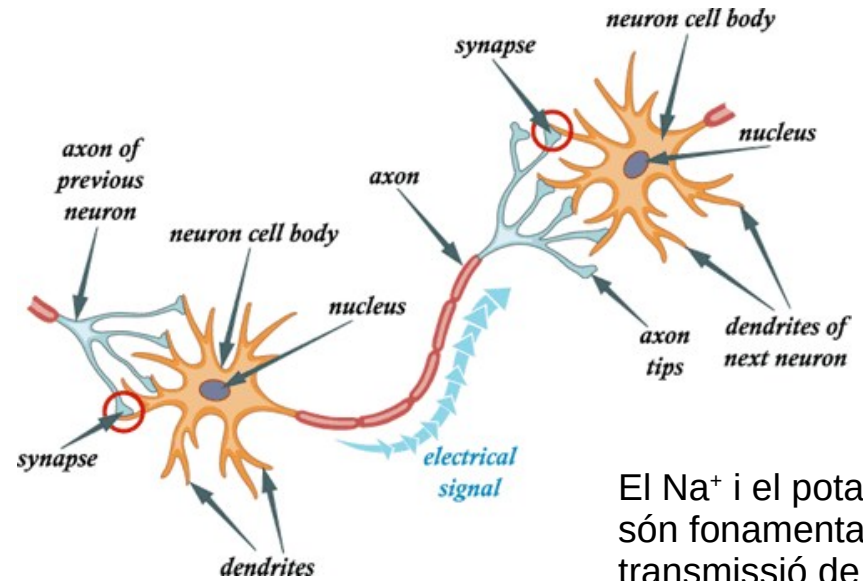
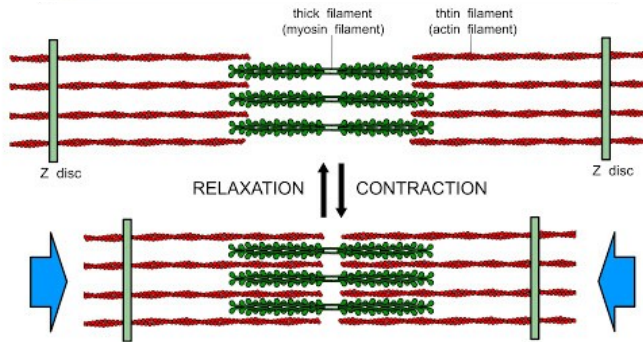
El medi intern dels organismes presenta unes concentracions iòniques constants. Una variació provoca alteracions de la permeabilitat, l'excitabilitat i la contractibilitat de les cèl·lules.



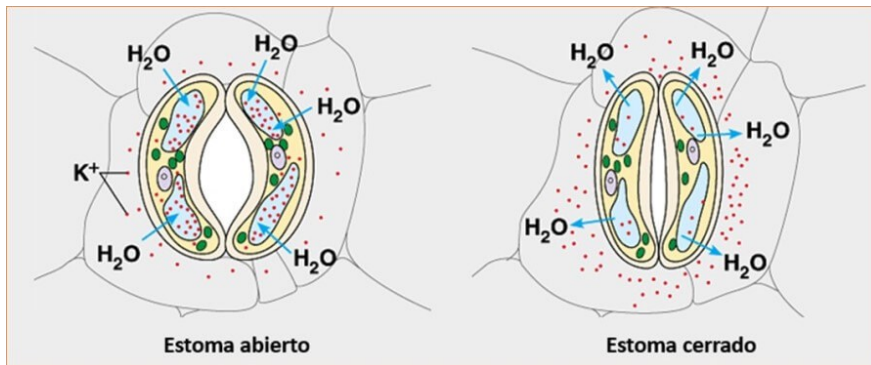
Sals minerals dissoltes



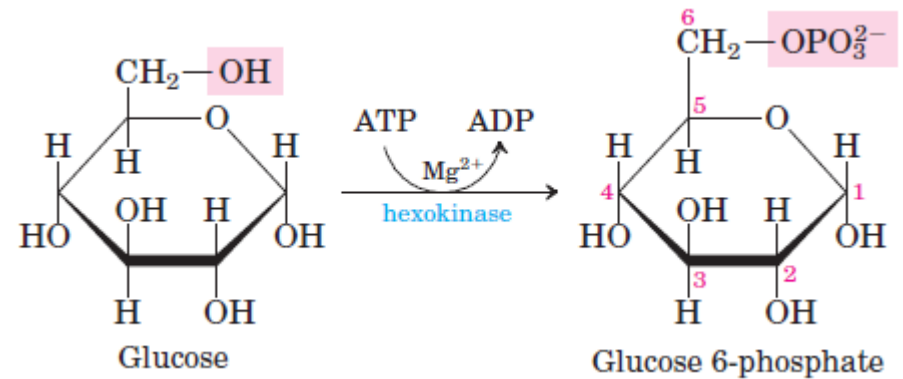
El Ca^{2+} participa en la contracció de les cèl·lules musculars.



El Na^+ i el potassi K^+ són fonamentals en la transmissió de l'impuls nerviós.



En les plantes, el K^+ intervé en l'apertura i el tancament dels estomes.



El Fe^{2+} , el Cu^{2+} , el K^+ , el Mn^{2+} , el Mg^{2+} , etc. actuen com a cofactors de molts enzims en les reaccions químiques.

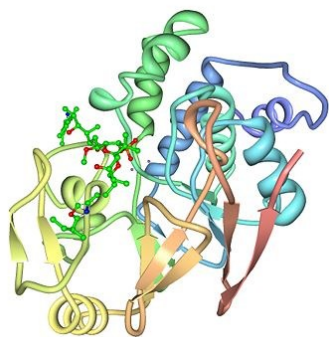
Sals minerals associades a substàncies orgàniques

Se solen trobar juntament amb proteïnes, glúcids i lípids.

Exemples:

- Els fosfats (PO_4^{-3}) que formen part de fosfoproteïnes (caseïna de la llet, vitel·lina del rovell d'ou) i de fosfolípids (membranes cel·lulars).
- El Fe^{2+} que forma part del grup hemo de l'hemoglobina de la sang.
- El Mg^{2+} que forma part de l'anell porfirínic de la clorofil·la.
- Els sulfats (SO_4^{2-}) es troben formant part de l'agar-agar, un heteropolisacàrid.

Sals minerals associades a substàncies orgàniques

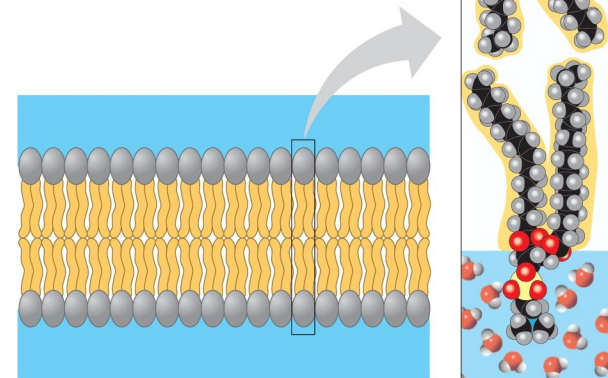


La caseïna de la llet i la vitel·lina del rovell de l'ou són fosfoproteïnes.

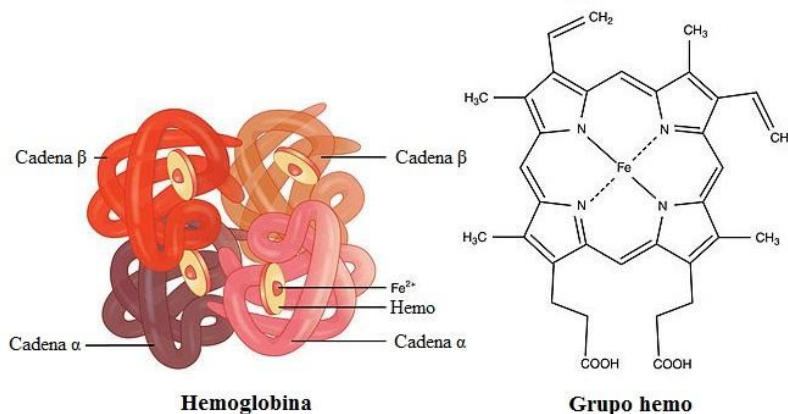
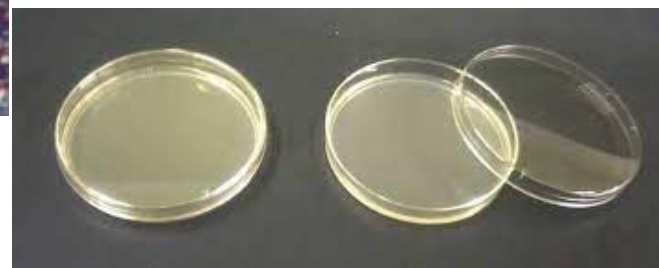
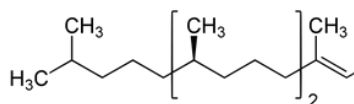
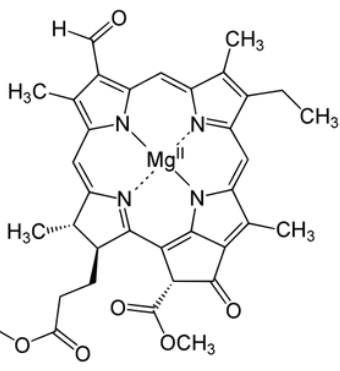


Els sulfats formen part de l'agar, polisacàrid de la paret cel·lular d'algunes algues.

Els fosfolípids formen part de les membranes cel·lulars.



El magnesi forma part de l'estructura de la clorofil·la.



El grup hemo de l'hemoglobina conté ferro.