

LES BIOMOLÈCULES. BIOMOLÈCULES INORGÀNIQUES

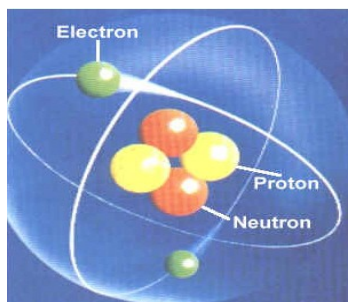
1. LES BIOMOLÈCULES

INTRODUCCIÓ: LA MATÈRIA ESTÀ FORMADA PER ÀTOMS

La matèria està formada pels àtoms dels diferents elements químics.

Un àtom és la part més petita d'un element químic que presenta les mateixes propietats de l'element. En grec, àtom significa indivisible, però sabem que els àtoms estan formats per partícules encara més petites, els neutrons i els protons que es troben situats en el nucli i els electrons que són partícules que es troben en moviment constant al voltant del nucli, distribuïts en diverses capes o nivells.

El comportament químic dels àtoms depèn fonamentalment del nombre d'electrons que tenen, i més en concret, dels electrons del seu nivell més extern.



Els elements químics són substàncies pures que no es poden descompondre en cap altra substància pura més senzilla mitjançant mètodes químics. Se'n coneixen 118 de diferents, dels quals 90 són naturals, i la resta generats artificialment.

Cada element es representa per un símbol d'una o dues lletres, segons la proposta de Berzelius.

Per exemple: el símbol de l'oxigen és: O, el del carboni: C, el del calci: Ca i el del coure: Cu.

Els elements químics se solen classificar en el que es coneix com la taula periòdica. En ella els elements s'ordenen segons el seu nombre atòmic, és a dir, el nombre de protons que té cada element. El nombre de protons d'un àtom coincideix amb el nombre d'electrons.

L'hidrogen en té només un, i és el primer element de la taula. L'heli en té dos, i és el segon element. Són els dos elements que formen la primera fila. El liti en té tres, el berili 4, el bor 5 i el carboni 6...

Els elements de cada columna, per exemple, el liti (Li), el sodi (Na) i el potassi (K), ... tenen el mateix nombre d'electrons a l'última capa de l'escorça. Això fa que tinguin un comportament químic semblant.

Alguns d'ells són indispensables per a tots els éssers vius. És el cas del manganès (Mn), el ferro (Fe), el cobalt (Co), el coure (Cu) o el zenc (Zn). D'altres només són necessaris per alguns grups d'éssers vius. En aquest grup hi trobem, entre d'altres, el iode (I) el molibdè (Mo), el silici (Si), ...

Ho podem exemplificar en el nostre cos. En la taula següent pots veure la distribució en % de la massa dels diferents elements en el cas del cos humà:

Element	% de la massa del cos humà
Oxigen	62'8
Carboni	19'3
Hidrogen	9'3
Nitrogen	5'1
Calci	1'4
Fósfor	0'64
Sofre	0'63
Sodi	0'26
Potassi	0'22
Clor	0'18
Magnesi	0'04
Fluor	0'009
Ferro	0'005
Alumini	0'001
Manganès	0'0001
Silici	----

PRINCIPALS CARACTERÍSTIQUES DELS BIOELEMENTS PRIMARIS

El fet que els bioelements primaris siguin tan abundants en els éssers vius es deu a que tenen algunes particularitats que els fan idonis per a formar les seves molècules.

Tots ells es troben amb certa facilitat en les capes més externes de la Terra, bé sigui a l'escorça, l'atmosfera o l'hidrosfera.

Els seus composts es dissolen en aigua, cosa que facilita la seva incorporació i eliminació.

El carboni, l'oxigen, l'hidrogen i el nitrogen són elements que permeten formar enllaços forts i estables entre ells, Això permet que es formin una gran varietat de molècules, i de grans dimensions. De tots ells el carboni és el més important. És l'àtom bàsic per a la química dels éssers vius.

LES BIOMOLÈCULES

Ja sabem que les molècules són grups de dos o més àtoms units per enllaços químics forts.

Les molècules que formen els éssers vius s'anomenen **biomolècules** o **principis immediats**. Segons si aquestes molècules es troben només en els éssers vius, o també en la matèria inanimada, les biomolècules s'han classificat tradicionalment en els següents grups:

Principis immediats orgànics (només els trobem en els éssers vius)	Principis immediats inorgànics (els trobem en els éssers vius i en la matèria inanimada)
Glúcids Lípids Proteïnes Àcids nucleics	Aigua Sals minerals

LES BIOMOLÈCULES ORGÀNIQUES

Totes les biomolècules orgàniques són composts del carboni. En totes elles l'àtom de carboni forma la cadena bàsica a la que s'uneixen la resta d'elements químics.

La diferència entre la matèria viva i la inanimada és la presència d'aquest tipus de molècules.

Les funcions d'aquests composts en els éssers vius són molt diverses: energètiques i estructurals en el cas de glúcids i lípids, enzimàtiques (afavorint les reaccions químiques intracel·lulars) i estructurals en el cas de les proteïnes i responsables de la informació genètica i la perpetuació de la vida en el cas dels àcids nucleics.

Hi ha algunes molècules que són molt importants pels éssers vius, però que necessitem en molt baixa quantitat, i mai amb funcions energètiques ni estructurals. Tot i així, són imprescindibles per al bon funcionament de les nostres cèl·lules. Parlem en aquest cas dels biocatalitzadors. Dins d'aquest concepte hi col·loquem les vitamines, els enzims i les hormones.

ESTRUCTURA DE LES MOLÈCULES ORGÀNIQUES

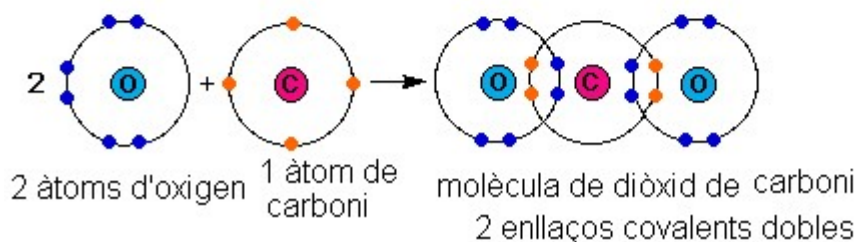
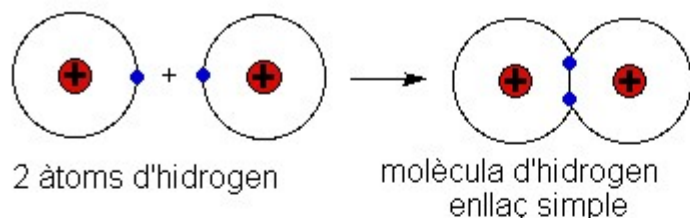
Ens podríem preguntar: perquè els àtoms s'uneixen formant molècules?

Excepte en el cas dels gasos noble (l'última columna de la taula periòdica) els àtoms dels diferents elements químics tenen tendència a formar enllaços per tal d'augmentar la seva estabilitat.

Hi ha diferents tipus d'enllaços entre àtoms. El que ens interessa saber en aquest moment és que els àtoms que formen les molècules orgàniques estan units mitjançant enllaços covalents.

És un enllaç molt resistent per a molècules que estan en solucions aquoses, com és el cas de l'interior de les nostres cèl·lules.

En l'enllaç covalent dos àtoms comparteixen un o més parells d'electrons. Cada parella està formada per un electró d'un àtom i un altre de l'altre àtom. Si comparteixen dos electrons, un procedent de cada àtom, parlem d'enllaç simple. Si cada àtom aporta dos electrons a l'enllaç, en total 4, parlem de doble enllaç i si en l'enllaç participen 6 electrons, 3 de cada àtom, parlem de triple enllaç.



La forma de representar aquests tipus d'enllaç és amb ratlles entre les lletres que simbolitzen els dos àtoms que participen en l'enllaç.

Així les molècules que acabem de veure dibuixades les podem representar així:

H-H: Una molècula formada per dos àtoms d'hidrogen units per un enllaç covalent simple.

O = C = O : Una molècula formada per dos àtoms d'oxigen i un de carboni. Cada àtom d'oxigen està unit al de carboni per mitjà d'un doble enllaç covalent.

COM REPRESENTEM LES MOLÈCULES ORGÀNIQUES

Les substàncies orgàniques les representem per tenir informació sobre quants àtoms hi ha de cada tipus o com es disposen aquests àtoms en l'espai.

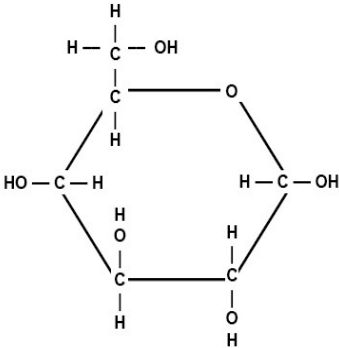
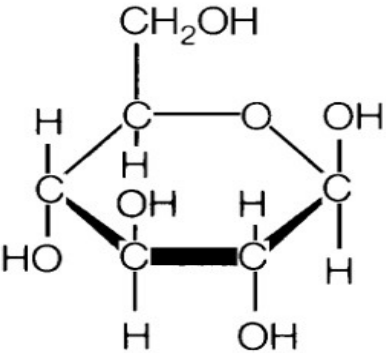
Poden representar-se de formes diverses:

Formules desenvolupades o estructurals, en les que s'indiquen tots els àtoms que formen la molècula i tots els enllaços covalents que les uneixen.

Formules semidesenvolupades en les que s'indiquen únicament els enllaços de la cadena carbonada. La resta dels àtoms que estan units a un determinat carboni s'agrupen (CH₂, CHO, COOH, CHNH, ...).

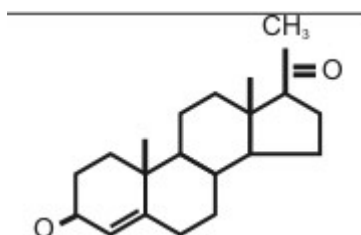
Fórmules empíriques, en que s'indica el número d'àtoms de cada element que hi ha en la molècula. En aquest cas no ens fem una idea de l'estructura de la molècula i hi pot haver més d'un compost que tenint la mateixa fórmula empírica tinguin diferent estructura.

Veiem com seria la representació en les tres formes de la molècula de glucosa:

Fórmula desenvolupada	Fórmula semidesenvolupada	Fórmula empírica
		$C_6H_{12}O_6$

En el cas de les molècules molt complexes es poden fer simplificacions. N'és un exemple la molècula següent en que no s'indiquen ni els carbonis ni els hidrogens, però sí els dobles enllaços, els grups funcionals i d'altres varacions que pugui tenir.

En tots els vèrtex de les figures regulars (pentàgons, hexàgons, ...) hi hem d'imaginar sempre un carboni.



CARACTERÍSTIQUES DELS ÀTOMS QUE FORMEN LES MOLÈCULES ORGÀNIQUES:

El **carboni** és l'element més important dels sers vius. En l'escorça terrestre és un element poc abundant i es troba sobretot en forma de diòxid de carboni o en les roques calcàries, el carbó i el petroli.

En la seva última capa té 4 electrons. Això determina que la tendència de l'àtom de carboni és d'unir-se a d'altres àtoms formant quatre enllaços covalents, bé siguin quatre enllaços simples, dos enllaços simples i un de doble, ...

Aquest fet és determinant de l'estructura que tindran les diferents molècules orgàniques.

Així doncs, les diferents biomolècules estan formades bàsicament per àtoms de carboni units entre sí per mitjà d'enllaços covalents.

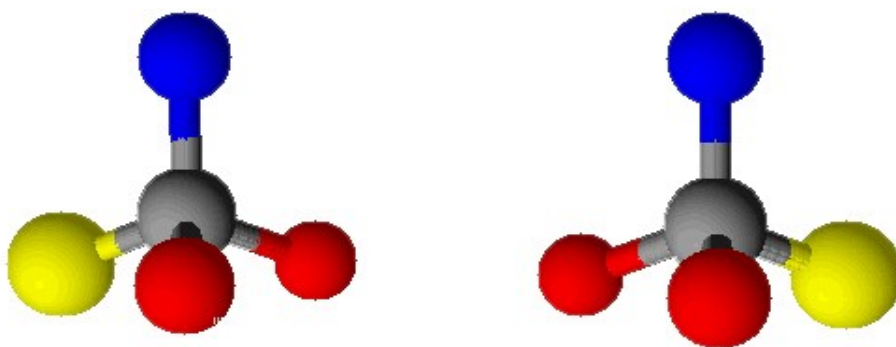
La resistència i versatilitat dels enllaços carboni-carboni i del carboni amb altres elements, com l'oxigen, el nitrogen i el sofre, a més de l'hidrogen, és el que fa possible que es formin estructures que seran l'esquelet de les principals molècules orgàniques.

Els àtoms de carboni en unir-se amb altres àtoms de carboni formen cadenes carbonades que poden ser lineals, ramificades, obertes o tancades.

Quan en un àtom de carboni hi ha enllaçats quatre àtoms o grups d'àtoms diferents diem que el **carboni és asimètric**.

Aquesta estructura formada per l'àtom de carboni i els quatre àtoms o grups enllaçats amb ell, pren la forma d'un tetraedre que té com centre al C i situa en els quatre vèrtexs als àtoms enllaçats.

La presència d'un o diversos àtoms de carboni asimètric en un compost químic és responsable de l'existència d'**isomeria òptica**. Cada una de les dues estructures diferents que poden formar-se tenen els mateixos àtoms i els mateixos enllaços però no poden superposar-se una sobre l'altra, com passa amb les dues mans d'una persona, per motes voltes que hi donem.



Aquestes formes diferents s'anomenen **estereoisòmers** i mostren les mateixes propietats químiques però un comportament diferent en ser il·luminades amb llum polaritzada

La presència d'un carboni asimètric determina l'existència de dos isòmers òptics. Si una molècula té n carbonis presenta 2^n isòmers òptics.

L'**hidrogen** forma part del compost més abundant en els éssers vius, l'aigua. A més forma part de totes les molècules orgàniques formant enllaços covalents amb el carboni.

L'**oxigen** és l'element més electronegatiu dels que es troben a la matèria viva. Això fa que sigui l'element més adequat per a treure electrons a altres àtoms, és a dir, per oxidar-los. Les reaccions d'oxidació alliberen gran quantitat d'energia i aquest tipus de reaccions són la forma més comuna d'obtenir energia.

El **nitrogen** és un element molt electronegatiu que té tendència a compartir electrons amb l'oxigen i amb l'hidrogen.

ELS GRUPS FUNCIONALS.

Les molècules orgàniques tenen certes agrupacions d'àtoms característiques que anomenem **grups funcionals**. És important que els sapiguem identificar.

Els principals grups funcionals que trobem a les molècules orgàniques són:

- **Grup hidroxil:** està format per un àtom d'oxigen enllaçat a un d'hidrogen. Es formula com -OH. La ratlleta – que posem al principi simboitza un enllaç simple amb un altre àtom de la molècula de que formi part el grup hidroxil. Normalment un carboni.

Els composts que contenen grups hidroxil s'anomenen alcohols. Quan un mateix àtom de carboni presenta dos grups hidroxil s'anomena acetal.

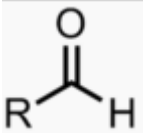
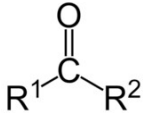
Grup hidroxil
-OH

- **Grup carbonil (aldheid i cetona):** està format per un àtom d'oxigen unit a un carboni per un doble enllaç. En la formulació (sense mostrar tots els enllaços i la estructura), s'escriu com a -CO-, o -CHO si ocupa una posició terminal.

Els composts que presenten un grup carbonil s'anomenen segons la posició del grup. Són cetones si el carbonil està enmig d'una molècula. I per tant el carboni que el forma està unit a dos àtoms de carboni (-CO-).

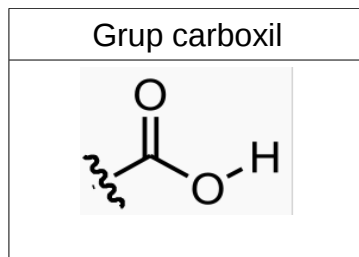
Són aldehids quan el grup carbonil ocupa una posició terminal, és a dir, el carboni que el forma està unit a un sòl àtom de carboni, el segon. Així tenim un àtom de carboni que fa un enllaç doble amb l'oxigen, un enllaç simple amb un altre carboni, i queda un altre enllaç simple que farà amb un hidrogen. Ho prepresentem així: (-CHO).

Aquesta estructura també forma part d'altres grups funcionals, com als àcids carboxílics o les amides.

Grup carbonil	
aldehid	cetona
	

- **Grup carboxil o àcid:** és un grup funcional format per un àtom de carboni unit a un

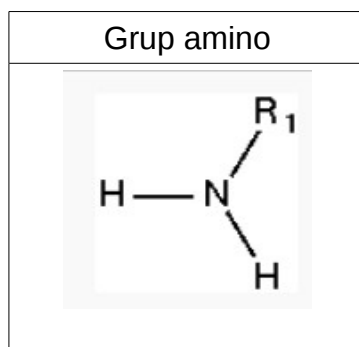
àtom d'oxigen mitjançant un enllaç doble i a un grup hidroxil mitjançant un enllaç senzill. Es formula com a -COOH.



El grup carboxil només es pot trobar a l'extrem d'una cadena de carbonis perquè el carboni necessita tres dels seus quatre enllaços per formar el grup.

- **Grup amino:** és un derivat de l'amoniac (NH_3) o algun dels seus derivats, per eliminació d'un dels seus àtoms d'hidrogen. Es formula segons la seva procedència com $-\text{NH}_2$, $-\text{NRH}$ o $-\text{NR}_2$. Les R que veus són el que anomenem radicals. Són parts de la molècula que poden ser diferents, on hi ha inserit el grup funcional.

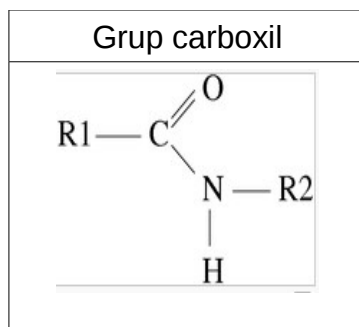
Un compost que conté un grup amino és una amina.



- **Grup amida:** és del tipus $\text{R}(\text{CO})\text{NR}'\text{R}''$, on CO és un grup carbonil, N un àtom de nitrogen i R, R' i R'' radicals orgànics o àtoms d'hidrogen.

Es pot considerar com un derivat del l'àcid carboxílic per substitució del grup -OH de l'àcid per un grup grup amino.

Gairebé totes les amides són sòlides a temperatura ambient, i tenen punts de fusió elevats.



ELS POLÍMERS I ELS MONÒMERS

Els compostos que formen els éssers vius poden estar formats per la unió de molècules més petites. Cada una de les unitats menors que formen aquestes macromolècules s'anomenen **monòmers** i el resultat final **polímer**.

És el cas d'alguns glúcids polisacàrids formats per mils de molècules de glucosa, de les proteïnes formades per la centenars o milers d'aminoàcids o dels àcids nucleics, formats per milions de nucleòtids.

2. LES BIOMOLÈCULES INORGÀNIQUES: L'AIGUA I LES SALS MINERALS

L'AIGUA.

En els éssers humans un 65% del nostre pes correspon a aigua. En les algues, aquest % arriba al 95%. Podem dir que l'aigua constitueix el 70% de la massa dels éssers vius i que l'aigua és el compost químic més abundant en els éssers vius.

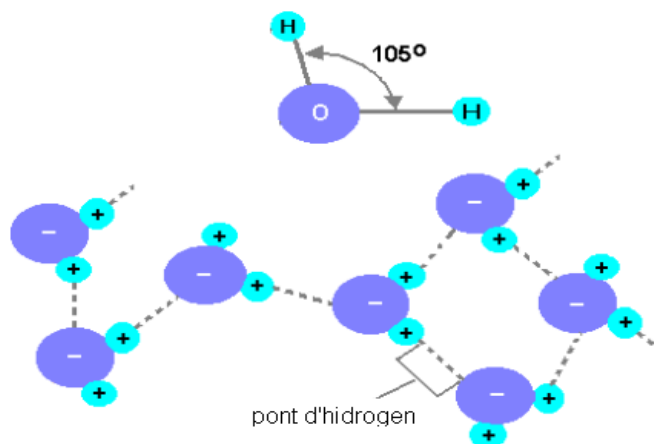
L'aigua pot ser circulant, com la que forma part de la sang, intersticial, quan està entre les cèl·lules que ens formen, o aigua intracel·lular, que es troba a l'interior de les cèl·lules i els seus orgànuls.

La major part de l'aigua es troba a l'interior de les cèl·lules.

Tots sabem la fórmula química de l'aigua: H_2O . Les molècules semblants a l'aigua com el CO_2 (el diòxid de carboni) són gasos. Però l'aigua és líquida a temperatura ambient.

Això es deu a que la naturalesa dels àtoms que formen la molècula d'aigua, l'oxigen i l'hidrogen fa que la molècula tingui una part on s'acumula la càrrega negativa. La molècula d'aigua té un pol negatiu on hi ha l'àtom d'oxigen i dos pols positius on hi ha els àtoms d'hidrogen.

Estructura de la molècula d'aigua



Entre molècules d'aigua properes s'estableixen forces d'atracció anomenades ponts d'hidrogen, formant-se grups que van de tres fins a poc més de nou molècules, durant fraccions de segon. Això fa que l'aigua es comporti com una substància que té molècules més pesades, i es comporti com un líquid, i no com un gas, com seria d'esperar.

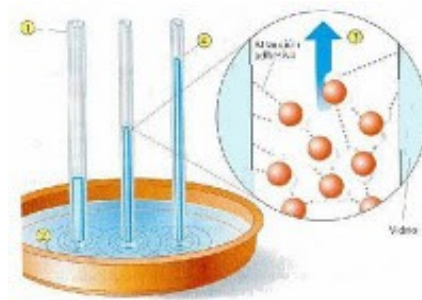
Entre els grups de molècules unides per ponts d'hidrogen que es van formant queden molècules aïllades que omplen els buits.

CARACTERÍSTIQUES DE L'AIGUA

1. Tal com hem vist, els ponts d'hidrogen donen una gran **cohesió** a les seves molècules. Això converteix l'aigua en un líquid gairebé incompressible ideal per donar volum a les cèl·lules.

També es deu a la cohesió de les seves molècules el fenomen de la tensió superficial: la superfície de contacte amb un altre medi, com podria ser l'aire, les molècules d'aigua es cohesionen fortament i oposen una gran resistència a que la superfície es trenqui.

2. El fet que les molècules de l'aigua siguin polars, és a dir, que tinguin dues zones amb diferent càrrega elèctrica, fa que siguin atretes i estableixin unions amb altres molècules polars. Es coneix com **adhesió**. Aquesta propietat, més la forta cohesió entre les molècules d'aigua, explica el fenomen de la capil·laritat, és a dir, l'ascens de l'aigua per l'interior d'un conducte estret, com els vasos capil·lars dels vegetals.



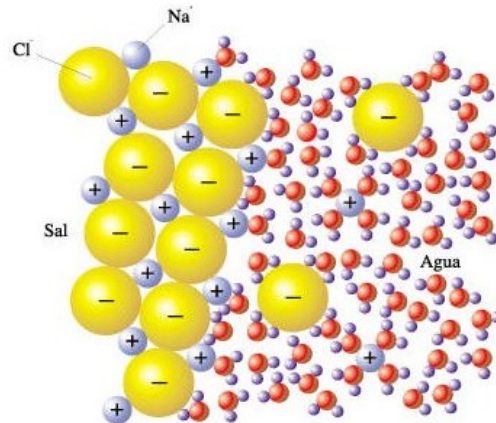
3. L'aigua té una **elevada calor específica**. És a dir, cal molta calor per elevar 1°C la temperatura d'un quilogram d'aigua ja que part de la calor subministrada a l'aigua s'inverteix en trencar els ponts d'hidrogen.

Aquesta característica converteix a l'aigua en un estabilitzador tèrmic dels organismes sotmesos a canvis bruscs de temperatura.

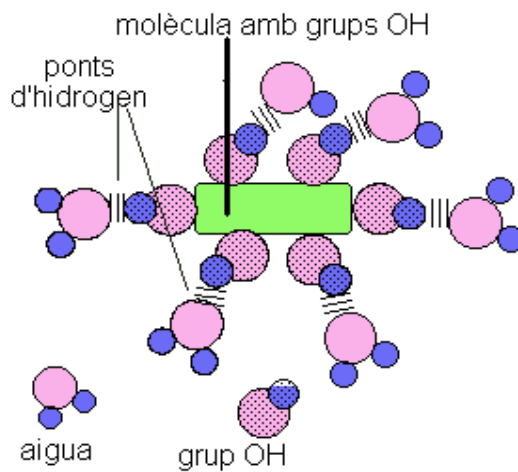
4. L'aigua té una **gran capacitat dissolvent** de composts iònics, com són les sals minerals, i dels composts covalents polars, com els glúcids, degut a la polaritat de les seves molècules. (Els compostos covalent polars són molècules els àtoms de les quals estan units per enllaços covalents, que tenen diferents zones amb diferent càrrega elèctrica).

Els composts iònics estan formats per la unió d'ions (àtoms que han perdut o guanyat electrons). L'aigua debilita les interaccions entre els ions de diferent signe que formen el compost.

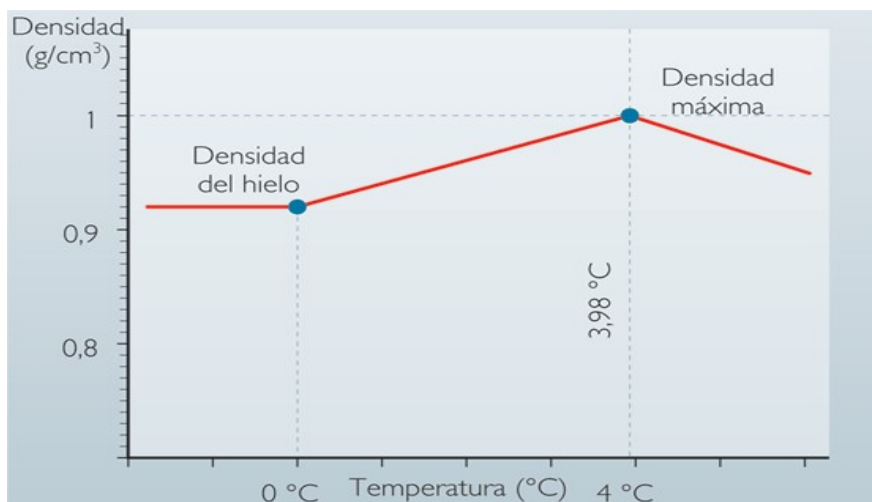
Els ions es separen i són envoltats per les molècules d'aigua, orientades segons la càrrega de l'ió.



En el cas de les molècules covalents polars, és a dir, carregades elèctricament, es produeix una atracció cap a les molècules d'aigua. Alguns dels ponts d'hidrogen d'aquesta es trenquen i se'n formen de nous amb les molècules polars.



5.L'aigua té **més densitat en estat líquid que en estat sòlid**. Fixa't en la taula:



Això explica que el gel suri sobre l'aigua i formi una capa superficial sobre mars i llacs que evita la congelació total d'aquests. Aquesta capa és termoaïllant i permet la vida sota d'ella.

FUNCIONS DE L'AIGUA

Totes aquestes característiques que hem vist li donen una sèrie de funcions en els éssers vius (algunes que ja hem anunciat).

1.Funció dissolvent de les substàncies. Gairebé totes les reaccions que permeten la vida dels sers vius, tenen lloc al medi aquós.

2.Funció bioquímica. L'aigua intervé en nombroses reaccions químiques, com a reactiu o com a producte. Per exemple en la fotosíntesi.

3.Funció de transport. Com en el cas de la saba en els vegetals o la sang en els animals, l'aigua és el mitjà de transport de les substàncies des de l'exterior a l'interior, o per l'interior dels organismes.

4.Funció estructural. El volum de les cèl·lules en els organismes que no tenen paret cel·lular, es manté per la pressió que fa l'aigua del seu interior.

5.Funció termoreguladora. Degut a la seva elevada calor específica l'aigua serveix per regular la temperatura dels organismes.

LES SALS MINERALS:

Podem trobar-les en els éssers vius en forma precipitada, formant estructures sòlides, insolubles amb funció esquelètica o dissoltes, dissociades en anions i cations. En aquest últim cas els més importants són el Na^+ , K^+ , Ca^{2+} i Mg^{2+} pel què fa als cations, o ions positius, i el Cl^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , ... entre els anions, o ions negatius.

Aquests ions mantenen un grau de salinitat constant dins l'organisme i ajuden a mantenir constant el PH. Això fa que els líquids biològics no variïn el seu PH, per l'adició de bases o d'àcids, ja que contenen sals minerals que es poden ionitzar donant lloc a H_2O^+ o a OH^- , contrarrestant l'efecte dels àcids o les bases.

És el que coneixem com l'efecte tampó.

Tenen també altres funcions, en molts casos actuant en parelles amb funcions contràries. Per exemple:

El K^+ afavoreix la turgència de la cèl·lula mentre que la Ca^{2+} la fa disminuir.

També podem trobar les sals minerals associades a molècules orgàniques. En són un exemple els fosfolípids.

FUNCIONS DE LES SALS MINERALS

Funció estructural. Formen estructures esquelètiques.

Mantenen el grau de salinitat dels organismes en el medi intern.

Funció reguladora del PH. Constitueixen solucions amortidores, conegudes com a solucions tampó, que mantenen el pH, fonamental per a la majoria de reaccions biològiques.

Funcions específiques, per exemple, el Fe^{3+} és necessari per formar l'hemoglobina, el iode en l'hormona tiroide, l'ió magnesi Mg^{2+} en la clorofil·la.