

Agua y Sales minerales

Características de la molécula de agua

Propiedades físico - químicas y funciones biológicas del agua: Difusión. Elevada tensión superficial. Alto calor específico. Elevado calor de vaporización. En estado sólido es menos densa que en estado líquido. Constante dieléctrica elevada (disolvente universal)

Funciones

Estado coloidal: Algunas propiedades de los coloides

Sales minerales disueltas. Funciones: fenómenos osmóticos, mantenimiento del PH ...

Sales minerales disueltas

Agua

Es un principio inmediato inorgánico de gran importancia para los seres vivos, indiquemos que en ella se inició y desarrolló la vida.

La cantidad de agua presente en los seres vivos depende de tres factores: a) la especie de que se trate b) la edad del individuo c) tipo de tejido u órgano

- Especie: los organismos acuáticos poseen un elevado porcentaje de agua, mientras que los valores más bajos corresponden a especies que viven en condiciones de desecación (zonas desérticas).
- Edad. Las estructuras biológicas de los organismos más jóvenes presentan mayor proporción de agua que las de los individuos de mayor edad
- Tipo de tejido u órgano. Los tejidos de mayor actividad, metabólica poseen una mayor cantidad de agua

Porcentaje de agua en diferentes seres vivos

Animales

Hombre.....	65%
Medusa.....	96%
Caracol.....	80%
Insecto.....	72%

Vegetales y hongos

Algas.....	98%
Hongos.....	91%
Zanahorias.....	87%
Alfalfa.....	75%
Líquenes.....	55%

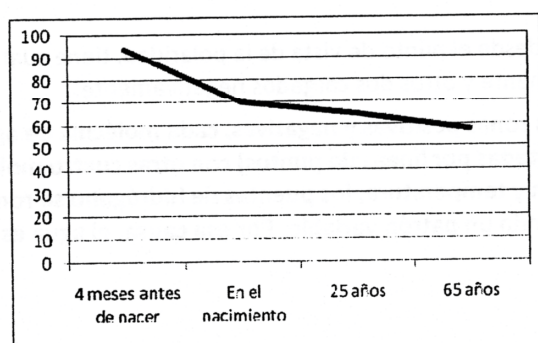
Porcentaje de agua en diferentes órganos

Animales

Cerebro.....	85%
Sangre.....	79%
Músculos.....	75%
Hígado.....	70%
Cartílagos.....	55%
Huesos.....	22%
Dientes.....	10%

Vegetales

Patatas.....	78%
Granos de trigo.....	11%
Semillas de garbanzo.....	11%
Semillas de guisante.....	11%
Granos de arroz.....	10%



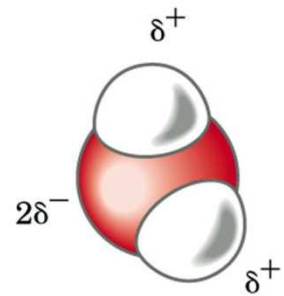
Se encuentra en el organismo en tres formas:

- como agua circulante (sangre, savia). En nuestra especie un 8%
- como agua Intersticial (líquido tisular que baña las células). En el hombre un 15%
- como agua intracelular (componente del citosol y en el interior de orgánulos celulares). En el hombre el 40%.

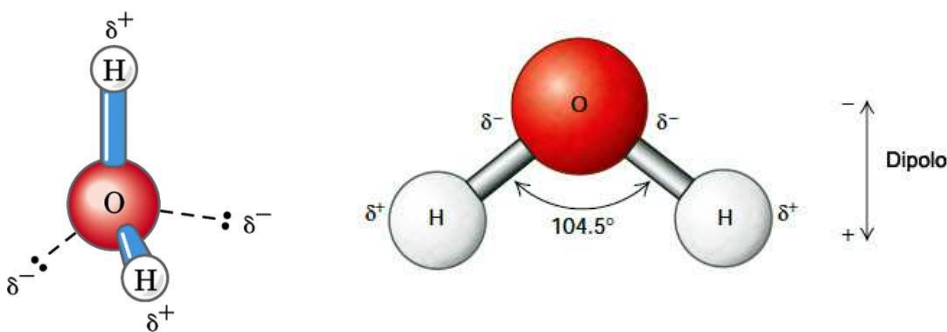
Las moléculas de agua son dipolos.- El agua es una molécula polar

La forma de la molécula de agua es triangular

En el modelo compacto, el átomo de oxígeno está representado por la esfera más oscura y los átomos de hidrógeno por las esferas más claras. A raíz de su sencillez, este modelo a menudo se utiliza como un símbolo conveniente de la molécula de agua.



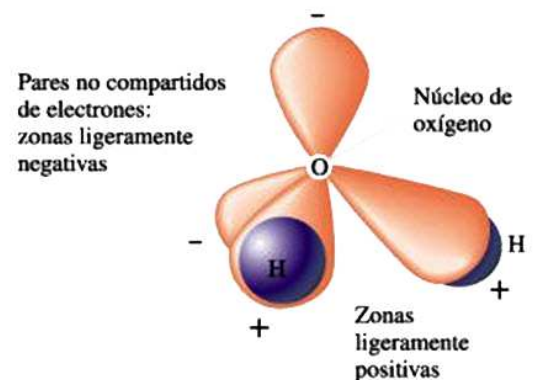
El modelo de esferas y varillas remarca que los átomos están unidos por enlaces covalentes; también da cierta indicación de la geometría de la molécula



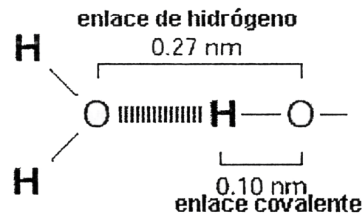
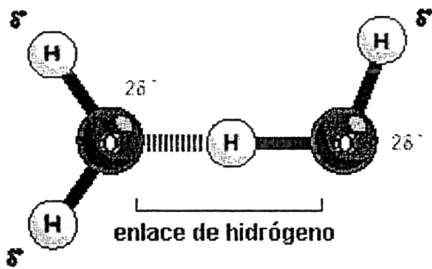
Una descripción más precisa de la forma de la molécula la proporciona el modelo orbital. Desde el núcleo de oxígeno de una molécula de agua, se ramifican cuatro orbitales constituyendo un tetraedro hipotético. Dos de los orbitales están formados por los electrones compartidos, que enlazan los átomos de hidrógeno al átomo de oxígeno.

Debido a la fuerte atracción que ejerce el núcleo del oxígeno hacia los electrones, los electrones que intervienen en los enlaces covalentes pasan más tiempo alrededor del núcleo de oxígeno, que el que pasan alrededor de los núcleos de hidrógeno. En consecuencia, **la región que se encuentra cerca de cada núcleo de hidrógeno es una zona débilmente positiva**. Además, el átomo de oxígeno tiene cuatro electrones adicionales en su nivel energético exterior, estos electrones, que no están implicados en el enlace covalente con el hidrógeno, están apareados en dos orbitales. Cada uno de estos orbitales es una **zona débilmente negativa**.

Así, la molécula de agua, desde el punto de vista de la polaridad, tiene cuatro "vértices", dos "vértices" cargados positivamente y otros dos cargados negativamente.

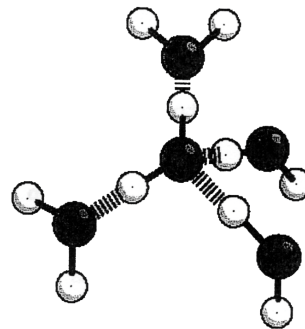
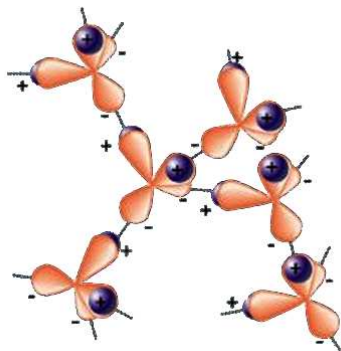


Estos enlaces, en los que se une un átomo de hidrógeno con carga positiva débil que forma parte de una molécula, con un átomo de oxígeno que posee carga negativa débil y que pertenece a otra molécula, se conocen como **puentes de hidrógeno**



Como resultado de estas zonas positivas y negativas, cada molécula de agua puede formar puentes de hidrógeno (representadas por líneas de puntos) con otras cuatro moléculas de agua. En condiciones normales de presión y temperatura, los puentes de hidrógeno se rompen y vuelven a formarse continuamente, siguiendo un patrón variable. Por esa causa, el agua es un líquido.

Incluso a 37°C un 15% de las moléculas de agua están unidas a otras cuatro en un ensamblaje de vida corta conocido como **“agrupación oscilante”**, esto explica que el agua sea fluida y posea al mismo tiempo una fuerte cohesión interna



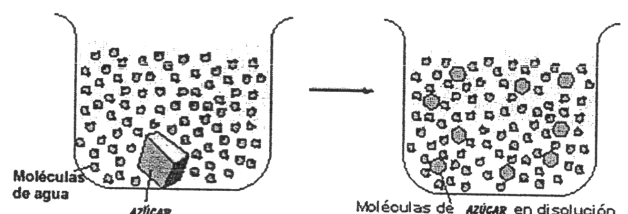
Estas características estructurales de la molécula de agua es la responsable de sus propiedades extraordinarias

Propiedades físico - químicas y funciones biológicas del agua.-

- ✚ Difusión
- ✚ Elevada tensión superficial
- ✚ Alto calor específico
- ✚ Elevado calor de vaporización
- ✚ En estado sólido es menos densa que en estado líquido
- ✚ Constante dieléctrica elevada (disolvente universal)

Difusión

Fenómeno mediante el que las moléculas disueltas tienden a distribuirse uniformemente en el seno del agua. La difusión puede producirse a través de una membrana, si esta es permeable a las partículas de soluto. **Así se realizan los intercambios de gases y algunas moléculas entre la célula y el medio extracelular**



Elevada tensión superficial.- Elevada fuerza de cohesión y de adhesión

Misión estructural.-

Los puentes de hidrógeno mantienen a las moléculas de agua fuertemente unidas, formando una estructura compacta que la convierte en un líquido casi incompresible.

Favorece los cambios y deformaciones del citoplasma, permitiendo el mantenimiento de su volumen y la forma de las células debido a la presión que ejerce el agua interna (Si pierden agua las células pierden su turgencia, se arrugan y pueden llegar a romperse)

La elevada fuerza de adhesión de las moléculas de agua explica que en los vegetales, por capilaridad, pueda ascender la sabia bruta desde las raíces a las hojas a través de delgados vasos leñosos, venciendo la fuerza de la gravedad.

Alto calor específico.-

Misión termorreguladora.-

Cuando se calienta agua parte de la energía se utiliza en romper los puentes de hidrógeno que enlazan entre sí a las moléculas. Por ello es necesaria una mayor cantidad de energía para aumentar la temperatura. Esto permite al agua ser un buen amortiguador de la temperatura frente a los cambios bruscos en el medio externo,

Ayuda a los animales homeotermos a mantener su temperatura constante e independiente de la del medio externo.

A causa del elevado calor específico el agua de los mares y océanos moderan los climas costeros.

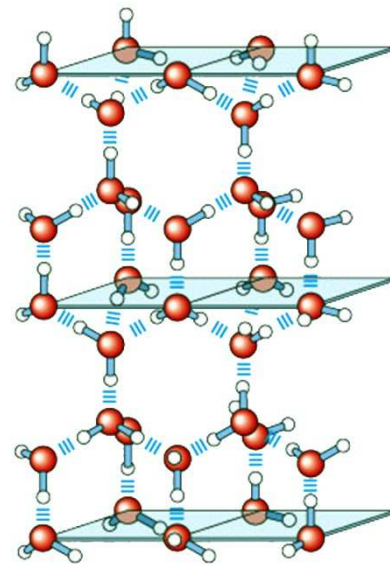
Elevado calor de vaporización.-

Por la misma razón que lo indicado anteriormente su calor de vaporización es más alto que el de la mayoría de los otros líquidos. Esto explica también la misión termorreguladora, pues permite a los organismos disminuir su temperatura por medio de la evaporación superficial del agua de los pulmones o de la piel.

En estado sólido es menos densa que en estado líquido.-

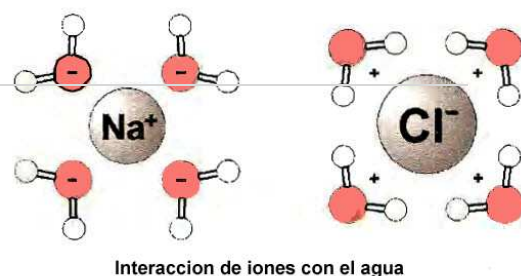
En el hielo se establecen entre las moléculas de agua todos los enlaces de hidrógeno potencialmente posibles (mayor número que en el agua líquida). El agua sólida, hielo, tiene una estructura de malla tetraédrica. La formación de puentes de hidrógeno entre moléculas es la que da al hielo su estructura cristalina. Un carácter importante de la estructura cristalina del hielo es su patrón dodecaédrico pentagonal que determina la gran cantidad de espacio vacío en el cristal, que explica su baja densidad comparada con el agua líquida. **La densidad del hielo es menor que la del agua líquida, por lo que el hielo flota sobre el agua.**

Esto permite la vida en aguas muy frías ya que los mares o lagos comienzan a congelarse desde la superficie hacia abajo, y la **capa de hielo superficial sirve de protección térmica a las zonas inferiores**



Constante dieléctrica elevada.-

Misión disolvente.- El agua es un gran medio disolvente para compuestos iónicos o para compuestos orgánicos de naturaleza polar (con carga). **El proceso de disolución consiste en que las moléculas de agua se disponen alrededor de los grupos polares del soluto (formando**



Interacción de iones con el agua

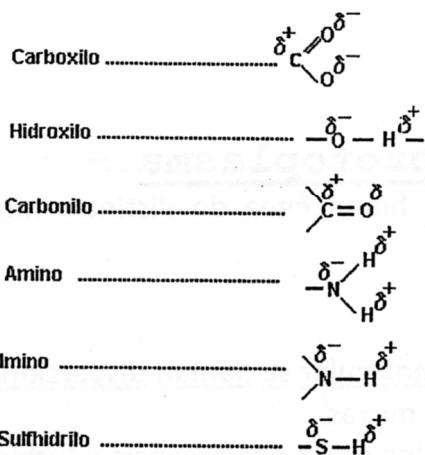
puentes de hidrógeno) y los dispersa.

Las sustancias polares (con carga) y los iones al disolverse en el agua diremos que son **Hidrofílicas o hidrófilas** (griego hydor, agua + philos, amante) o **lipófugas**

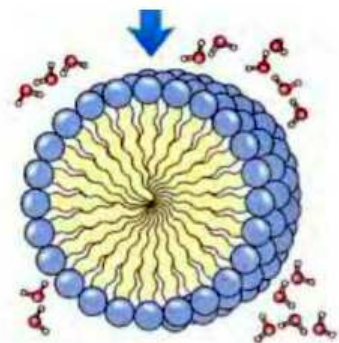
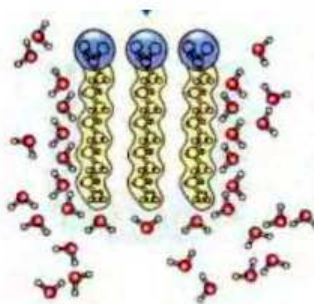
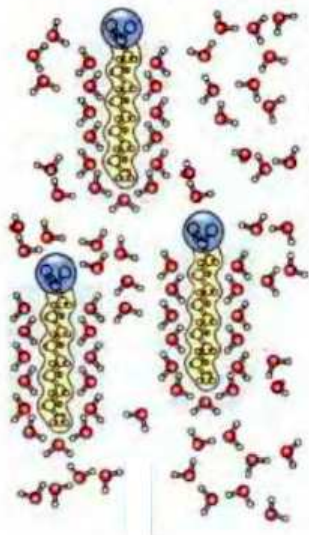
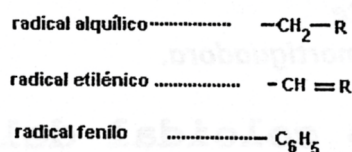
Moléculas tales como las grasas, que carecen de regiones polares, tienden a ser muy insolubles en el agua. Los puentes de hidrógeno entre las moléculas de agua actúan como una fuerza que excluye a las moléculas no polares. Como resultado de esta exclusión, las moléculas no polares tienden a agruparse en el agua, al igual que las gotitas de grasa tienden a juntarse. Las sustancias no polares (sin carga) al ser insolubles en el agua diremos que son **hidrofóbicas (griego phobos, repeler) o lipófilas**

Moléculas anfipáticas (con grupos polares y no polares): se dispersan en el agua formando micelas, quedando los grupos polares en contacto con el agua y los no polares hacia el interior de la micela

Grupos funcionales hidrófilos



Grupos funcionales hidrófobos



Los compuestos anfipáticos (que tienen una zona polar y otra apolar) como los ácidos graso se agrupan en micelas para no exponer al agua la parte no polar

Misión bioquímica.- Interviene directamente en muchas reacciones. Por ejemplo:

- En la rotura de enlaces (hidrólisis)
- Como fuente de hidrógenos y electrones en la fotosíntesis
- En el mantenimiento del pH, etc.
- Es el medio en el que transcurren la mayoría de las reacciones del metabolismo, es un requisito indispensable para que dos sustancias que se encuentren disueltas en un mismo medio puedan interactuar

Misión de transporte.- Las sustancias pasan del exterior al interior (o al revés) de las células, o en el propio organismo disueltas en agua

Misión mecánica amortiguadora. Al actuar como lubricante, no solamente en músculos y tendones o ligamentos, sino también en los contactos entre órganos.

Funciones indicadas del agua

1. Misión estructural
 2. Misión termorreguladora
 3. Misión disolvente
 4. Misión bioquímica
 5. Misión de transporte
 6. Misión mecánica amortiguadora
-

Estado coloidal del protoplasma. -

Una disolución o dispersión es una mezcla homogénea de distintas moléculas. En ella aparecen:

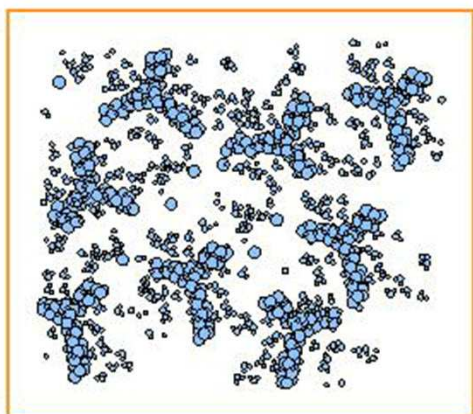
- Una fase dispersante o disolvente
- Una fase dispersa o soluto

Las dispersiones de solutos elevado peso molecular se llaman dispersiones coloidales, el tamaño de las partículas oscila entre una milimicra y 0'2 micras. Vistas al trasluz sobre fondo oscuro presentan una cierta opalescencia o turbidez, que se debe al destello que emiten las partículas de soluto al reflejarse en ellas la luz.

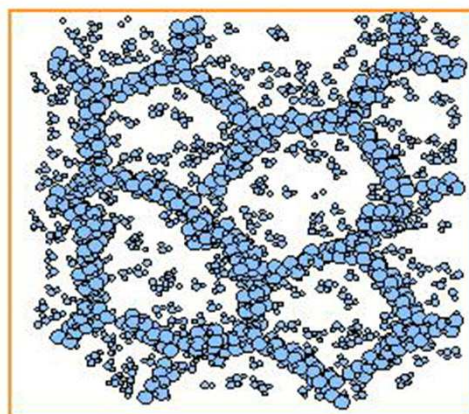
Según la afinidad existente entre la fase dispersa y la dispersante se distinguen dos tipos de coloides:

- Coloides hidrófilos Un coloide es hidrófilo cuando las moléculas que constituyen la fase dispersa (soluta) tienden a rodearse de una "nube" de moléculas de la fase dispersante (disolvente)
- Coloides hidrófobos Un coloide es hidrófobo cuando no existe afinidad e incluso aparece una repulsión entre las moléculas de las dos fases

Las dispersiones coloidales hidrófilas pueden encontrarse en forma fluida (sol) o con un aspecto gelatinoso (Gel), dicho de otra forma los coloides pueden ser más o menos viscosos.



En el estado sol predomina la fase dispersante, (el agua), sobre la fase dispersa (las macromoléculas). Debido a esto la disolución coloidal es más fluida.



En estado gel predomina la fase dispersa (las macromoléculas) sobre la fase dispersante (el agua). Por ello la disolución coloidal es más viscosa.

Algunas propiedades de los coloides

Algunas propiedades de los coloides

- Filtración
- Elevado poder adsorbente
- **Diálisis**
- Electroforesis
- Sedimentación

Filtración.-

Los coloides hidrófilos en forma de hidrogel no atraviesan el papel filtro, aunque las macromoléculas tengan un tamaño inferior a los poros del filtro. Esto se debe a que las fuerzas de cohesión intermolecular impiden el desplazamiento de unas moléculas con relación a las otras

Un hidrogel protoplasmático vivo como por ejemplo el de un hongo mixomiceto, cuando lo filtramos por presión, obtenemos un coloide inerte.

El estado vivo se muestra inseparable de las uniones precisas (aunque variables) que atan las moléculas y determinan sus relaciones espaciales. Las alteraciones de estas relaciones son irreversibles.

Elevado poder adsorbente

La adsorción (con d no con b) es la atracción que ejerce la superficie de un sólido sobre las moléculas de un líquido o de un gas.

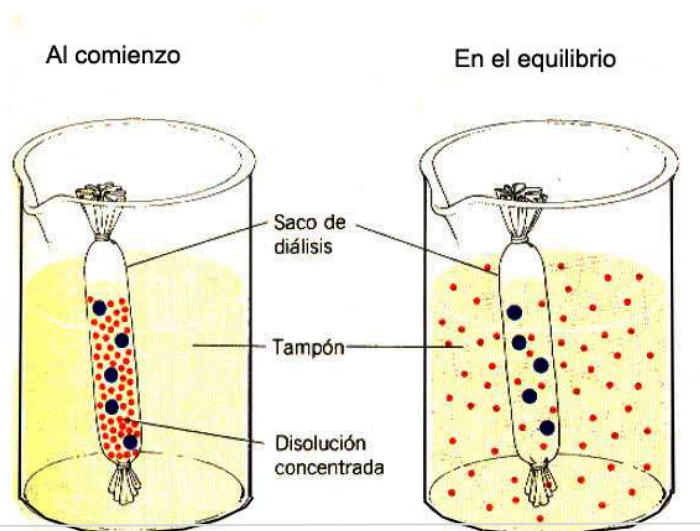
La misma cantidad de sustancia ejerce mayor adsorción si se encuentra finamente dividida.

Diálisis

Es un proceso que separa moléculas de acuerdo con su tamaño, mediante el empleo de membranas semipermeables que contienen poros inferiores al tamaño de las macromoléculas

Los poros permiten el paso o difusión de moléculas pequeñas como el disolvente, sales y metabolitos pequeños e impiden el paso de moléculas grandes

Una aplicación práctica de la diálisis es la hemodiálisis que se aplica a enfermos del riñón para eliminar sustancias tóxicas de la sangre como la urea.



Solamente las moléculas pequeñas pueden difundir a través de los poros del saco de diálisis. En el equilibrio la concentración de las moléculas menores son aproximadamente las mismas en el interior y en el exterior del saco, mientras que las macromoléculas permanecen en el saco

Electroforesis.-

Es el transporte de las partículas coloidales debido a la acción de un campo eléctrico. Las partículas con carga positiva se dirigen al cátodo (electrodo negativo). Las partículas coloidales con carga negativa se dirigen al ánodo (electrodo positivo)

Para realizar la electroforesis se utilizan generalmente geles de almidón o de poliacrilamida o bien tiras de papel especial empapado en una disolución electrolítica.

Sedimentación.-

Las dispersiones coloidales son estables en condiciones normales, pero si se someten a fuertes campos gravitatorios se puede conseguir que sedimenten sus partículas.

Para ello se suelen utilizar ultracentrifugadoras, en las que conociendo el número de revoluciones y el tiempo necesario para su sedimentación, se pueden separar distintos componentes.

Sales minerales

- ❖ Sales minerales disueltas
- ❖ Sales minerales precipitadas

Sales minerales disueltas.-

En un medio acuoso las sales se encuentran disociadas en sus correspondientes aniones y cationes

Cationes. $-\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Mg}^{+2}, \text{NH}_4^+, \text{Fe}^{2+} / \text{Fe}^{3+}, \text{Zn}^{2+}$

Aniones.- $\text{Cl}^-, \text{PO}_4^{3-} / \text{HPO}_4^{2-} / \text{H}_2\text{PO}_4^-, \text{CO}_3^{2-} / \text{HCO}_3^-, \text{SO}_4^{2-}, \text{NO}_3^-$

Funciones. -

- ✚ Mantienen el grado correcto de salinidad
- ✚ Mantienen el PH del medio intra y extracelular dentro de un intervalo óptimo
- ✚ Los cationes intervienen en funciones específicas variadas: enzimáticas, transmisión del impulso nervioso y contracción muscular, transporte de electrones, etc.
- ✚ También hay sales minerales asociadas a moléculas orgánicas: los fosfatos forman parte de los Adenosin-fosfatos (ADP, ATP, AMPc), ácidos nucleicos, fosfolípidos, etc.

Mantienen el grado correcto de salinidad, lo que es muy importante para las células, ya que si éste varía se producen **fenómenos osmóticos**

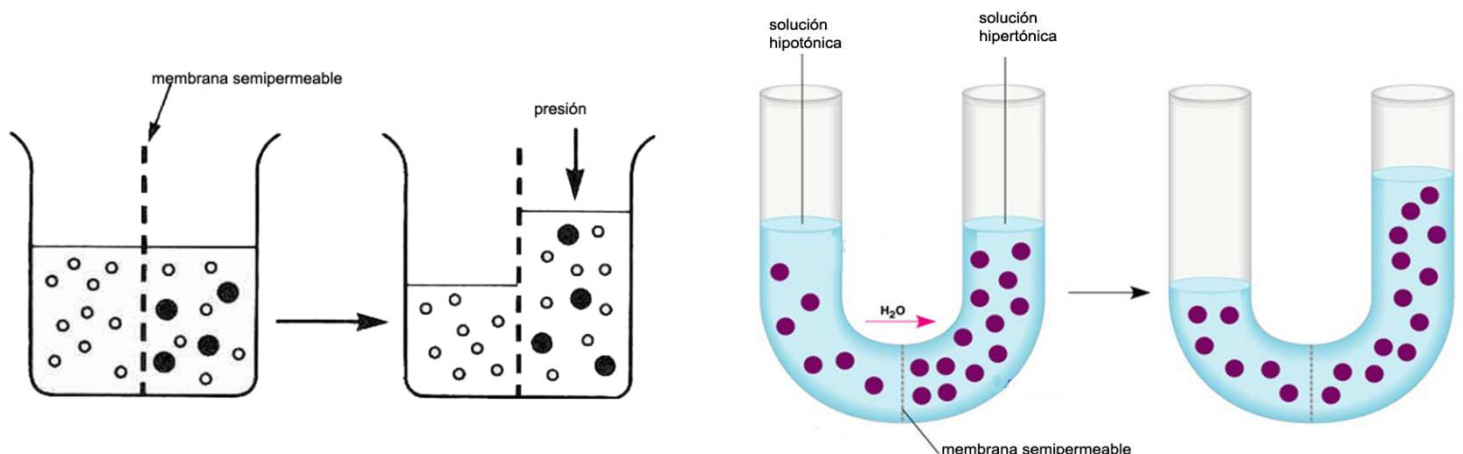
Si ponemos en contacto dos disoluciones de distinta concentración por medio de una membrana semipermeable (permite sólo el paso de moléculas de agua y no permite el paso del soluto), se produce una tendencia a igualarse las concentraciones, que se manifiesta en el **paso de agua desde la disolución más diluida a la más concentrada.**

La presión mecánica necesaria para contrarrestar el paso de agua se llama presión osmótica y al proceso ósmosis

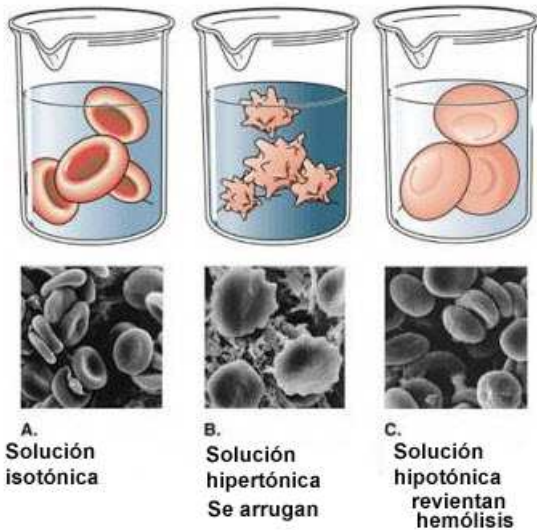
La disolución que está a *mayor concentración* (mayor cantidad de solutos) se dice que es **hipertónica** con respecto a la de *menor concentración* que se dice es **hipotónica**.

Cuando dos disoluciones tienen la *misma presión osmótica* se dice que son **isotónicas**

Las membranas celulares funcionan como si fueran semipermeables. El fenómeno de ósmosis provoca intercambio de agua entre el interior y el exterior de la célula



- ❖ Ponemos como ejemplo los glóbulos rojos:

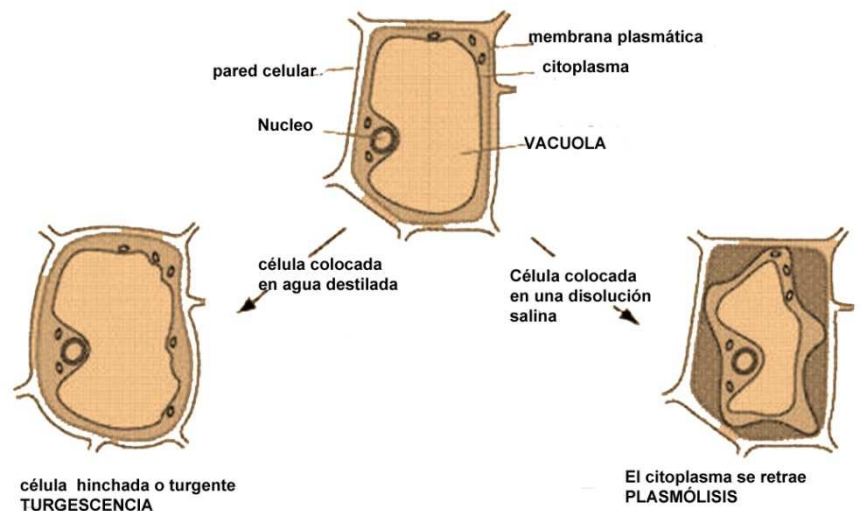


Si se introduce un glóbulo rojo en agua destilada, como en el interior del glóbulo rojo existen muchas moléculas de tamaño grande que no pueden atravesar la membrana, **la concentración en el interior del glóbulo rojo es mayor (hipertónica) a la del agua destilada.** Esto determina que el agua penetre en el interior del glóbulo rojo hasta que se igualen las concentraciones. La entrada de agua puede provocar que el glóbulo rojo estalle (hemólisis). Si por el contrario, se introduce el glóbulo rojo en una disolución más concentrada que la que hay en su interior (el glóbulo rojo es hipotónico) el glóbulo rojo perderá agua, se retraerá o arrugará

- ❖ Otro ejemplo ilustrativo viene representado por las células vegetales que poseen grandes vacuolas en su interior y una pared celular

Si colocamos células vegetales en un medio hipotónico, hinchán en un fenómeno conocido como turgescencia. La célula absorbe el agua acumulándose en la vacuola, que al dilatarse lleva al citoplasma contra la pared celular

Por el contrario si las colocamos en una solución hipertónica las vacuolas pierden agua, proceso conocido como plasmólisis. Se puede observar cómo la membrana celular se separa de la pared (la célula se plasmoliza).



Organismos unicelulares como *Paramecium* sp, y otros organismos de vida libre en agua dulce, tienen el problema de que son usualmente hipertónicos con relación a su medio ambiente. Por lo tanto el agua tiende a fluir a través de la membrana hinchando a la célula y eventualmente rompiéndola. Una vacuola contráctil es la respuesta del *Paramecium* a este problema, si bien el bombear agua hacia exterior de la célula requiere energía ya que trabaja contra un gradiente de concentración

Es imprescindible que los fluidos corporales (líquido tisular) tengan la misma concentración salina que las células con las que están en contacto

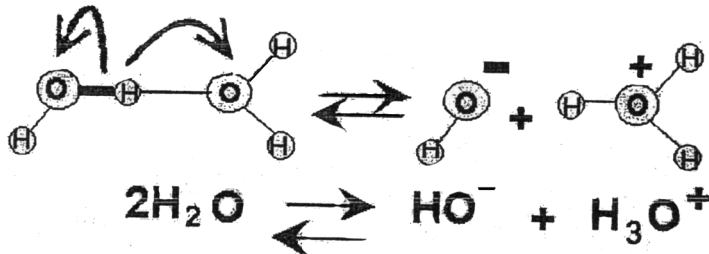
Mantienen el pH del medio intra y extracelular dentro de un intervalo óptimo

pH.-

Cuando se disuelve un ácido en el agua, aumenta la concentración en H^+ pues el ácido cede H^+ .

Por el contrario las bases captan H^+ del medio, es decir reducen la concentración de H^+

Para describir la abundancia relativa de estos iones presentes en una disolución se emplea el término pH que se define como: **El logaritmo cambiado de signo de la concentración de H^+**



El producto iónico del agua $[H^+] \times [OH^-]$ ó $[OH^-] \times [H_3O^+]$ permanece constante, por lo que si aumenta uno disminuye el otro.

$$K_w = [H^+]. [OH^-] = 1,0 \times 10^{-14}$$

La escala de PH varía de 1 a 14 .El valor 7 corresponde a la neutralidad. Entre 1 y 7 serían ácidas y de 7 a 14 básicas

Acción reguladora del pH.-

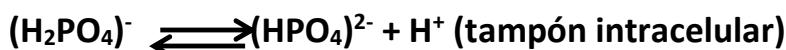
El grado de acidez de los medios biológicos debe de mantenerse constante para evitar entre otras cosas, la inactivación de los enzimas.

Esto se consigue mediante las disoluciones amortiguadoras, sistemas tampón o "buffer", que impiden variaciones de pH a pesar de añadirse pequeñas concentraciones de H^+ o de OH^-

Las soluciones amortiguadoras están constituidas por un ácido débil y su base conjugada fuerte que van a actuar respectivamente como dadores o como aceptores de H^+

Hay varios sistemas tampón biológico. Entre ellos se encuentran:

•Tampón fosfato



Si en la célula aumenta la concentración de H^+ , el equilibrio se desplaza a la izquierda y si disminuye a la derecha.

•Tampón bicarbonato



El H_2CO_3 se encuentra a su vez en equilibrio con el dióxido de carbono:



De esta forma un aumento de la concentración de H^+ ocasiona por desplazamiento del equilibrio un aumento de la concentración de H_2CO_3 que a su vez dará lugar a una mayor producción de CO_2 que es eliminado por vía respiratoria. Por el contrario un descenso de la concentración de H^+ se traducirá en un gasto de H_2CO_3 que se obtiene a partir del CO_2 .

Producir gradientes iónicos.

(Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+}) que se usan por ejemplo en la transmisión del impulso nervioso, en la neutralización de cargas o en la contractibilidad de las fibras musculares

Asociadas a otras moléculas:

Los iones pueden asociarse a moléculas, permitiendo realizar funciones que, por sí solos no podrían, y que tampoco realizaría la molécula a la que se asocia, si no tuviera el ión. La hemoglobina es capaz de transportar oxígeno por la sangre porque está unida a un ión Fe^{2+} . Los citocromos actúan como

transportadores de electrones porque poseen un ión Fe^{3+} . La clorofila captura energía luminosa en el proceso de fotosíntesis por contener un ión Mg^{2+} en su estructura.

Acciones específicas. -

Los diferentes cationes ejercen funciones particulares en muchos procesos biológicos. Describiremos algunos:

Na^+

- Esencial en la conducción del impulso nervioso y en el mantenimiento del equilibrio hídrico del organismo.
- Su concentración es alta en los medios extracelulares (líquidos tisulares)

K^+

- Es también fundamental en la creación y transmisión del impulso nervioso
- Interviene en la contracción del corazón y de los músculos en general

Ca^{2+}

- Construcción de caparazones, huesos, conchas, etc.
- Contracción muscular
- Coagulación de la sangre
- Liberación de neurotransmisores en la sinapsis
- Cofactor de algunos enzimas

Acciones antagónicas de algunos cationes

Desde hace tiempo se conoce la acción antagónica de cationes en la actividad de órganos. Un catión generalmente monovalente ejerce una acción que es contrarrestada por otro divalente.

Al introducir un corazón en una disolución salina de iones K^+ o Na^+ se detiene el latido en diástole y si se introduce con iones Ca^{2+} el corazón se para en sístole. Al introducir el órgano en una disolución con ambos tipos de iones el latido se mantiene durante bastante tiempo. La normalidad fisiológica se corresponde al equilibrio iónico

Sales minerales precipitadas

Silicatos:

- Endurecen estructuras de sostén de algunos vegetales, como las gramíneas o los equisetos.
- Constituyen las espículas de algunas esponjas.
- Forman parte de los caparazones de protección que presentan algunos microorganismos, como los radiolarios y las diatomeas.

Carbonato cálcico:

- Forma parte de los caparazones de protozoos marinos, como los foraminíferos.
- En animales vertebrados, endurece huesos y dientes. También constituye los otolitos, que son cristales o acúmulos de carbonato cálcico presentes en el oído interno, que permiten el mantenimiento del equilibrio.
- Confiere rigidez a la estructura de algunas esponjas, y forma estructuras como las espinas de los erizos de mar.
- Constituye el esqueleto externo de los corales, forma las conchas de los moluscos gasterópodos y bivalvos, e impregna el exoesqueleto de algunos artrópodos.

Fosfato de calcio:

- Esqueleto de vertebrados.