

EL AGUA: VOLÚMENES Y COMPOSICIÓN DE LOS LÍQUIDOS CORPORALES

La vida comenzó en el agua del mar, y las condiciones que reinaban en aquel ambiente primigenio marcaron las características químicas de la materia viva. De tal manera, que todos los organismos vivos han sido modelados alrededor de las propiedades físico-químicas de la molécula de agua.

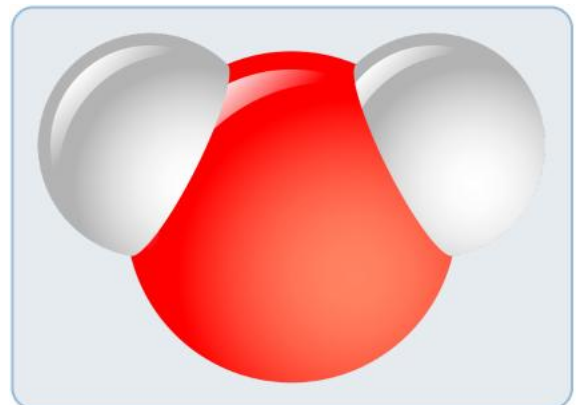
De todas las biomoléculas, el agua es la más abundante en el cuerpo humano. Constituye el 60% del peso del organismo, lo que en un adulto de 70 Kg. supone unos 42 Kg. de agua, y además el mantenimiento de este porcentaje está ligado a la capacidad de supervivencia del individuo.

Existe una gran variabilidad en la proporción de esta biomolécula en los diferentes tejidos, ya que los más jóvenes, o los más activos, presentan porcentajes de agua más elevados, mientras que en los tejidos más viejos, o menos activos, el porcentaje está considerablemente disminuido.

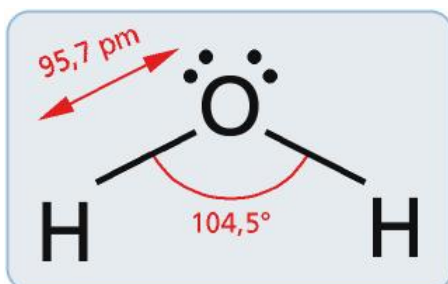
1. ESTUDIO DE LA MOLÉCULA DE AGUA

Está formada por un átomo de oxígeno (O) y dos átomos de hidrógeno (H). El átomo de O tiene una estructura tetraédrica o pirámide de base triangular, dos de sus orbitales, completos de electrones, se dirigen hacia dos vértices del tetraedro, los otros dos orbitales, incompletos, hacia los dos vértices restantes.

Los dos átomos de H se disponen en estos orbitales incompletos, formando un enlace covalente mediante compartición de un par de electrones despareados. Debido a que el O es mucho más electronegativo que el H, se produce una distribución asimétrica de los electrones compartidos. El núcleo de O ejerce una atracción mayor sobre los electrones compartidos que los núcleos de H, dejando a éstos con una pequeña carga neta positiva y consecuentemente al O con una carga débilmente negativa.

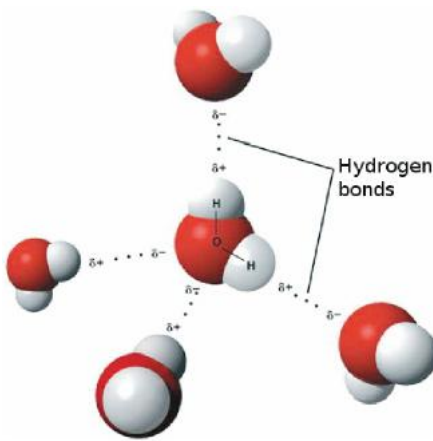


Molécula de agua (© Sakurambo).



Estructura y dimensiones de la molécula de agua, H₂O (© Ben Mills).

Así, la densidad electrónica es mayor en las proximidades del núcleo de O y menor en las proximidades de los núcleos de H, apareciendo entonces una estructura que se denomina dipolo eléctrico, sin carga neta o con carga total neutra, ya que posee el mismo número de electrones que de protones.



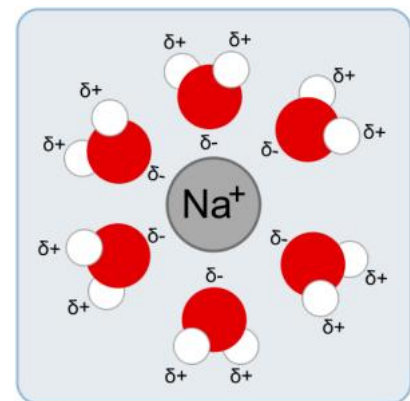
Modelo de los enlaces del hidrógeno en el agua (© Michal Manas).

Esta característica es la base para poder analizar muchas de las propiedades físicas y químicas de la molécula de agua siendo una de las más importantes la formación de puentes de hidrógeno. Estos enlaces, que se forman y se rompen a una gran velocidad, son enlaces débiles electrostáticos, contruidos por atracción eléctrica entre una región electropositiva y otra electronegativa. De esta forma cada molécula de agua, al estar polarizada, tiene la posibilidad de formar cuatro puentes de hidrógeno dos a través del átomo de oxígeno y dos a través de cada uno de sus átomos de hidrógeno. El mayor número de enlaces se establece cuando el agua se encuentra en estado sólido, en forma de hielo, dando lugar a una estructura regular cristalina basada en la disposición tetraédrica que adoptan las moléculas de agua unidas entre sí por puentes de hidrógeno.

2. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL AGUA

2.1 Propiedades que se derivan de su estructura dipolar

- Capacidad de disolución:** el agua es el disolvente universal, su capacidad de formar puentes de hidrógeno con grupos polares permite la separación de las moléculas y hace posible los procesos de transporte, nutrición, eliminación, etc.
- Capacidad de disociación:** en moléculas cuyos átomos están débilmente unidas por enlaces iónicos, la interferencia de los puentes de hidrógeno es suficiente para debilitar sus fuerzas de atracción y separar o disociar sus átomos.
- Hidratación:** los grupos polares de muchas moléculas son rodeados por moléculas de agua aislándolos del resto, en el caso de que sean iones el proceso de hidratación se denomina solvatación, y este estado modifica las características físicas del ión y sus propiedades.
- Disociación de la propia molécula de agua:** el agua es un electrolito débil, se disocia en una proporción muy baja, dando un ión hidrógeno (o protón o ión hidronio) H^+ , y un ión hidroxilo OH^- .



Solvatación de Na^+ con agua (© Taxman).

2.2 Propiedades que se derivan de la formación de puentes de hidrogeno

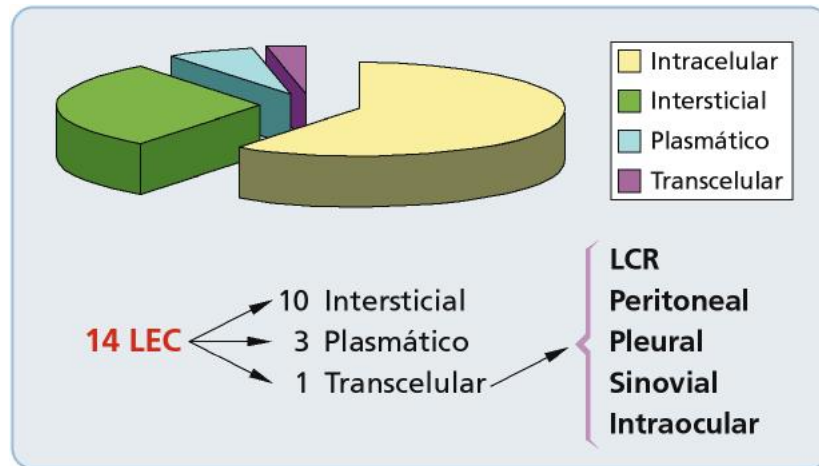
- a) **Densidad máxima del agua:** la máxima densidad del agua se obtiene cuando se mide a 4°C (1g/cc), lo que significa que el agua a esta temperatura es líquida (su temperatura o punto de fusión es 0°C), y por lo tanto el hielo, de menor densidad, flota sobre el agua.
- b) **Alto calor específico:** 1 cal/gramo por °C, este elevado valor permite grandes cambios de energía térmica con pequeñas modificaciones de temperatura corporal.
- c) **Alto calor de vaporización:** 536 cal/gramo, como en el apartado anterior a través de este valor se puede justificar la eliminación de grandes cantidades de energía térmica mediante la vaporización de pequeñas cantidades de agua, logrando incluso que la temperatura corporal sea inferior a la temperatura ambiente.
- d) **Elevada conductividad térmica:** el agua es un buen transmisor del calor, lo cual es utilizado por el aparato circulatorio para igualar temperaturas dentro del cuerpo humano, impidiendo que determinadas zonas del organismo tengan temperaturas altas y otras bajas. Juntamente con las dos propiedades anteriores, el agua es la base de un excelente mecanismo de termorregulación.
- e) **Elevada constante dieléctrica:** el agua tiene una constante a 25°C de 78,5, este valor tan alto indica que el agua en estado puro es un buen aislante y conduce mal la corriente eléctrica. Las moléculas de agua se intercalan entre los iones disminuyendo sus fuerzas atractivas casi ochenta veces, y facilitando así la separación de los iones.
- f) **Elevada tensión superficial:** 72,8 dinas/cm a 20°C, es el valor más alto después del mercurio. Las fuerzas de cohesión entre las moléculas de agua da lugar a una elevada tensión superficial. La superficie libre del agua tiende siempre a ocupar un área mínima, lo cual es apreciable al observar una gota, su geometría esférica consigue el máximo volumen con el mínimo área.

3. PROPIEDADES BIOQUÍMICAS DEL AGUA

- 1) **Disolvente universal:** es un disolvente universal de compuestos polares, al disminuir las fuerzas atractivas entre los grupos polares y aumentar el número de puentes de hidrógeno.
- 2) **Componente estructural:** forma parte de macromoléculas estabilizando su estructura y contribuyendo por lo tanto a sus funciones.
- 3) **Metabolito intermediario:** en múltiples reacciones metabólicas participa bien como sustrato o como producto.
- 4) **Regulador térmico:** basándose en algunas de las propiedades físico-químicas descritas, constituye un perfecto regulador térmico.

4. LOCALIZACIÓN CORPORAL DEL AGUA

El agua en el organismo puede situarse bien dentro de las células (60%), denominándose **compartimento intracelular** o bien en el exterior de las mismas (40%), como **compartimento extracelular**.



Dentro del compartimento extracelular, se pueden encontrar varios subcompartimentos:

- Compartimento plasmático** (7% del agua **total**): Localizado en el sistema cardiovascular está formado por el agua del plasma y linfa.
- Compartimento intersticial** (30% del agua **total**): Localizado en el exterior de todas las células.
- Compartimento transcelular** (3% del agua **total**): Incluye el líquido cefalorraquídeo, el líquido sinovial, pleural, peritoneal, etc.

El mantenimiento de estos volúmenes acuosos y sus correspondientes proporciones es necesario para que el organismo pueda desarrollar sus funciones vitales, una alteración del 10% en el contenido de agua puede ser tolerable, pero superar ese porcentaje resulta peligroso para la supervivencia.

5. DISOLUCIONES

Una disolución es una mezcla o combinación homogénea de diferentes compuestos. Se diferencian de las mezclas en que éstas son combinaciones heterogéneas. En bioquímica la mayoría de las disoluciones son acuosas, es decir un componente fijo de la disolución es el agua, pudiendo ser los restantes compuestos de naturaleza muy variada.

En una disolución se pueden distinguir dos componentes, que se denominan soluto y solvente o disolvente. El soluto es la sustancia que se disuelve y queda interpuesta formando la fase discontinua de la disolución. Disolvente es el medio en el que se disuelve el soluto y siendo la que se presenta en mayor proporción es la fase continua de la disolución. En las disoluciones acuosas, que son las que estudiaremos, el disolvente es el agua y el soluto puede ser una sustancia sólida, líquida o gaseosa.

5.1 Clasificación de las disoluciones

Puede llevarse a cabo una clasificación atendiendo a múltiples criterios:

- a) **Según el estado físico de los componentes:** dependiendo de que sean sólidos, líquidos o gases.
- b) **Según el estado iónico de las moléculas de soluto:** Pudiendo ser moléculas neutras o iones.
- c) **Según el tamaño de las partículas de soluto:** Atendiendo a un criterio de medida que se ve corroborado por algunas propiedades físicas.

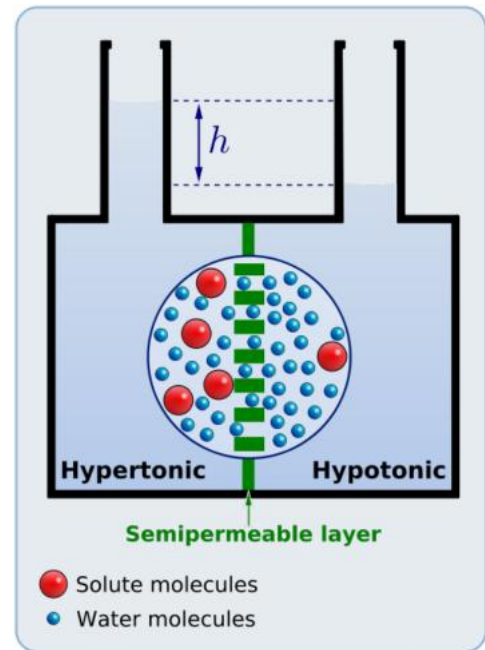
5.2 Propiedades coligativas de las disoluciones

La incorporación de un soluto a un disolvente para formar una disolución, da lugar a que algunas de las propiedades del disolvente se vean modificadas. Estas propiedades modificadas no dependen ni del tipo, ni de la naturaleza del soluto añadido, sino del número de partículas de soluto que hay en la disolución, es decir de la concentración. A este conjunto de propiedades se las estudia con el nombre de propiedades coligativas y son:

- a) **Disminución de la temperatura de congelación** o descenso crioscópico: la temperatura de congelación de la disolución es menor que la del disolvente puro.
- b) **Aumento de la temperatura de ebullición** o aumento ebulloscópico: la temperatura de ebullición de la disolución es mayor que la del disolvente puro.
- c) **Descenso de la presión de vapor:** la presión de vapor de la disolución a una temperatura dada, es menor que la del disolvente puro.

d) Presión osmótica: de todas las propiedades coligativas ésta última es la que presenta mayor importancia y consecuencias desde el punto de vista del organismo. Para su estudio es necesario, previamente, definir la osmosis. Cuando una disolución se pone en comunicación con el disolvente puro, a través de una membrana permeable, se establece un movimiento de partículas de soluto y disolvente denominado difusión, que tiende a igualar las concentraciones a ambos lados de la membrana hasta llegar al equilibrio.

Dispositivo simple que ilustra la Ósmosis (© Yassine M. Rabet).



Si la membrana de separación es una membrana semipermeable, que deja pasar a su través sólo disolvente y no soluto, el sistema evoluciona también hacia el equilibrio a través del paso de disolvente, desde el lado donde se sitúa el disolvente puro, o bien la disolución más diluida, hacia el lado donde está la disolución más concentrada. Este movimiento se denomina ósmosis, y la presión osmótica de una disolución puede definirse como la presión mecánica necesaria para mantener una disolución en equilibrio con su disolvente puro impidiendo que éste pase la membrana semipermeable.

5.3 Composición de las disoluciones intracelulares y extracelulares

Las disoluciones intracelulares y extracelulares son disoluciones iónicas, en las que los principales elementos iónicos son diferentes.

Las soluciones extracelulares e intracelulares no son homogéneas. Cada una de ellas presenta una composición en solutos muy diferenciada. Las membranas plasmáticas son las encargadas de mantener esas diferencias.

