

LA QUÍMICA DEL AGUA

La estructura de la molécula del agua y sus propiedades

La molécula de agua está formada por un átomo de oxígeno unido a dos de hidrógeno mediante enlaces covalentes. De ahí su fórmula, H_2O . Tiene forma de tetraedro irregular determinado por las características químicas del oxígeno –muy electronegativo, es decir, con mucho poder de atracción hacia los electrones–, de manera que existe un ángulo de 104° entre los dos enlaces. El resultado es que la molécula de agua, aunque con carga total neutra, presenta una distribución asimétrica de sus electrones, es decir, es una molécula “polar”: alrededor del oxígeno se concentra una densidad de carga negativa, mientras que los núcleos de hidrógeno manifiestan una densidad de carga positiva. Así, la molécula de agua se comporta como un dipolo (como un imán) y por eso puede atraer a sus vecinas por fuerzas de atracción entre cargas de distinto signo dipolo-dipolo. Al ser pequeñas y polares, las moléculas de agua se acercan mucho entre ellas dando lugar al denominado *punteo de hidrógeno*. Los puentes de hidrógeno que unen las moléculas de agua son los responsables de muchas de las propiedades del agua. En estado sólido (hielo) todas las moléculas están inmóviles, unidas por puentes de hidrógeno formando una red tridimensional con huecos hexagonales.

Las particulares características de la molécula de agua hacen que tenga unas propiedades físicas muy especiales; así, por ejemplo, el amplio margen entre las altas temperaturas de ebullición ($100^\circ C$ en condiciones normales) y congelación ($0^\circ C$) del agua, debidas a la intensidad del enlace por puente de hidrógeno, garantiza la existencia de agua líquida en condiciones normales y hace además que el agua pueda presentarse en estado sólido sin necesidad de que la temperatura descienda excesivamente.

Cuando el agua se congela se dilata, es decir, aumenta su volumen (al contrario que cualquier otro cuerpo, que se dilata cuando se calienta); así, una masa de hielo tiene mayor volumen que la misma masa de agua porque todas sus moléculas están unidas en una estructura con huecos, por tanto, la densidad varía con la temperatura y la máxima corresponde al agua líquida (1 g/cm^3) a unos $4^\circ C$. El hielo, por tanto, es más ligero y flota sobre el agua, de modo que en las zonas oceánicas polares de la Tierra, sólo la capa superficial en contacto con la atmósfera muy fría está congelada, flotando y protegiendo las aguas más profundas de la congelación.

La elevada tensión superficial, determinada por la fuerza de cohesión interna de las

moléculas debido a los puentes de hidrógeno es la responsable de que la superficie sea tersa y presente cierta resistencia a romperse y la causa de la forma esférica de las gotas de agua.

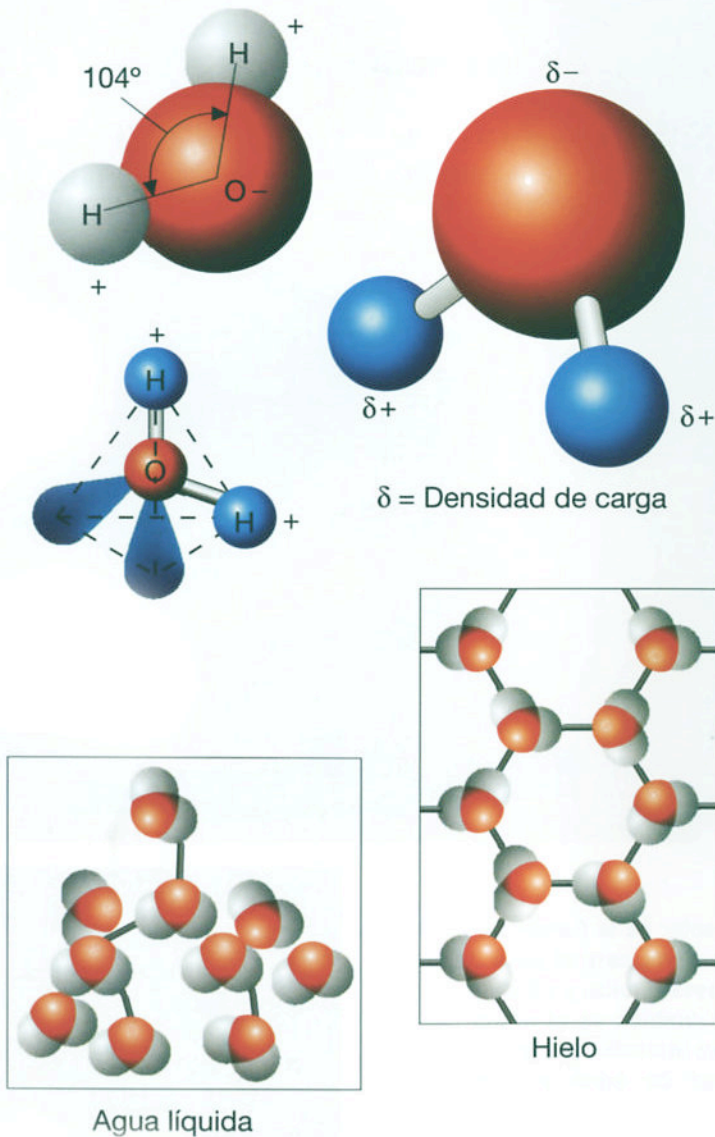
La elevada fuerza de adhesión –que está en relación con los puentes de hidrógeno que se establecen entre las moléculas de agua y otras moléculas polares– junto con la cohesión determinan la capilaridad del agua.

El agua puede absorber grandes cantidades de calor –debido a su alto calor específico–, que utiliza para romper los puentes de hidrógeno, por lo que la temperatura se eleva muy lentamente. Esta característica del agua es muy importante para la regulación del clima al calentarse y enfriarse mucho más lentamente que la tierra.

Capilaridad. Fenómeno físico por el cual se produce el ascenso espontáneo de agua por tubos estrechos. La savia circula por las plantas gracias principalmente a la capilaridad.

Calor específico de una sustancia es el calor que debe absorber un gramo de dicha sustancia para elevar un grado centígrado su temperatura. El del agua es de $1\text{ cal/g}^\circ C$.

Calor de vaporización. Es el calor que hay que aportar a un gramo de una sustancia en estado líquido para que pase al estado gaseoso. El del agua es de 540 cal/g .



Tiene además un elevado calor de vaporización, esto quiere decir que hay que aportar mucha energía para romper los puentes de hidrógeno y dotar a las moléculas de agua de la suficiente energía cinética para pasar de líquido a gas.

El agua se considera el “disolvente universal” por su gran capacidad para unirse mediante puentes de hidrógeno con otras sustancias moleculares o iónicas para formar disoluciones estables. En este caso, los iones de las sales son atraídos por los dipolos del agua, quedando “atrapados” y recubiertos por moléculas de agua en forma de iones “hidratados” o “solvatados”. Ésta es una propiedad fundamental tanto para la vida, puesto que es el medio de transporte de sustancias en los organismos, como para el agua física de la Tierra. El agua del mar es una disolución acuosa de muchas sustancias con mucha proporción de iones sodio y cloro, y las aguas continentales o dulces contienen una mayor proporción de iones calcio y magnesio y carbonatos disueltos.

La solubilidad de algunos gases en agua como el oxígeno o el dióxido de carbono, que depende de la temperatura, tiene enorme importancia por ejemplo para la vida acuática o la regulación del clima. En las aguas frías, la solubilidad es mayor y se almacena más cantidad de esos gases. De ahí que, al calentarse el planeta, se reduzca la capacidad de acumular el dióxido de carbono en los océanos.