

TALLER: LA ELECTROLISIS DEL AGUA

DESTINATARIOS: Alumnos desde 13 años y público en general

DURACIÓN: 20 minutos

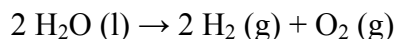
OBJETIVOS:

- Comprender, usar y valorar el método científico para el planteamiento y resolución de problemáticas reales, inscritas tanto en el ámbito de las Ciencias como en el de la vida cotidiana, y aplicar los conocimientos adquiridos para analizar e interpretar los fenómenos observados.
- Conocer el funcionamiento y las características de diferentes instrumentos del laboratorio
- Conocer los conceptos de elemento y compuesto, relacionando sus propiedades macroscópicas (directamente observables) con su configuración electrónica y el tipo de enlace, respectivamente.
- Conocer el concepto de reacción química y los distintos tipos reacciones químicas que se pueden dar
- Introducir al visitante en el mundo de la Química Computacional

PROCEDIMIENTO:

El agua es la molécula más importante de nuestro planeta: en ella surgió la vida hace 3.500 millones de años, tres cuartas partes de la Tierra están constituidas por agua, y es una molécula indispensable para la vida, si nos fijamos, por ejemplo, en la especie humana, cada ser humano necesita diariamente varios litros de agua dulce potable para vivir. Parece que conocerla bien es importante, ¿no? podemos empezar por investigar su composición y algunas de sus propiedades físico-químicas más importantes.

La electrolisis es un proceso donde se separan los elementos del compuesto que forman, usando para ello la electricidad. Si llevamos a cabo la electrolisis del agua podemos comprobar que elementos forman esta molécula y en que proporción se encuentran. La reacción química que tiene lugar en este proceso es la siguiente:



Podemos llevar a cabo la electrolisis de dos formas distintas:

Con Voltámetro de Hoffman

Materiales:

ácido sulfúrico 14,99 E/litros

voltámetro de Hoffman con electrodos de platino 267,89 E

tubos de ensayo

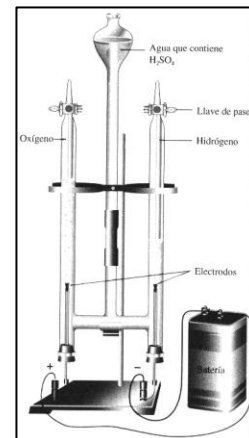
palillo plano de madera

mechero

agua

fuelle de alimentación 30,95 E

cable con bananas rojo y negro 8.98



La utilización del voltámetro de Hoffman permite realizar la electrólisis del agua de una forma muy cómoda recogiendo los gases hidrógeno y oxígeno en cada uno de los tubos. De esta forma el visitante observa que el volumen de hidrógeno que se produce es el doble que el de oxígeno; demostrando así cual es la composición química del agua. La energía necesaria para separar a los iones de la molécula del agua es aportada por la fuente de alimentación eléctrica. Esta es por tanto una reacción endotérmica.

El agua debe contener una pequeña cantidad de ácido sulfúrico para mejorar su conductividad. En el tubo conectado en el electrodo del polo positivo (cátodo) se recoge oxígeno. Para comprobarlo podemos acercar el ascua de un palillo plano. Veremos como el oxígeno aviva la llama e incluso a veces se vuelve a encender.

En el tubo conectado en el electrodo del polo negativo (ánodo) se recoge hidrógeno. Para comprobarlo se puede hacer la reacción inversa a la electrólisis del agua: la síntesis del agua. Se abre la llave del tubo que contiene el hidrogeno y se recoge con un tubo de ensayo invertido. Se acerca una chispa de un mechero de mano (energía de activación) y el hidrógeno reacciona con el oxigeno del aire produciendo un estallido peculiar.

De manera casera

Materiales:

Lápices, cable pelado

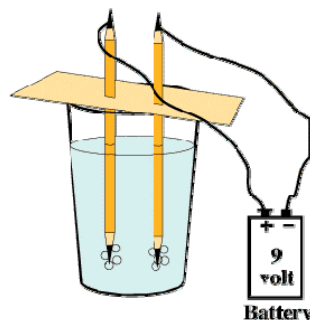
vaso

agua

ácido sulfúrico

cartón

pila 9V



Para realizar la electrolisis del agua con materiales caseros, se cogen dos lápices bien afilados por ambos extremos y se enrolla en cada uno un cable pelado en la punta. A continuación, se llena un vaso con agua del grifo y se añaden unas gotas de ácido sulfúrico. Se recorta un cuadrado de cartón más grande que la boca del vaso y se hacen dos agujeritos introduciendo por ellos los lápices por los extremos que no tienen cables. Se pone el cartón con los lápices sobre la boca del vaso y se enrolla los extremos de los cables, también pelados, a los polos de la pila. Se observa como se desprenden burbujas de los extremos de los lápices que están dentro del agua, como consecuencia de la electrólisis.

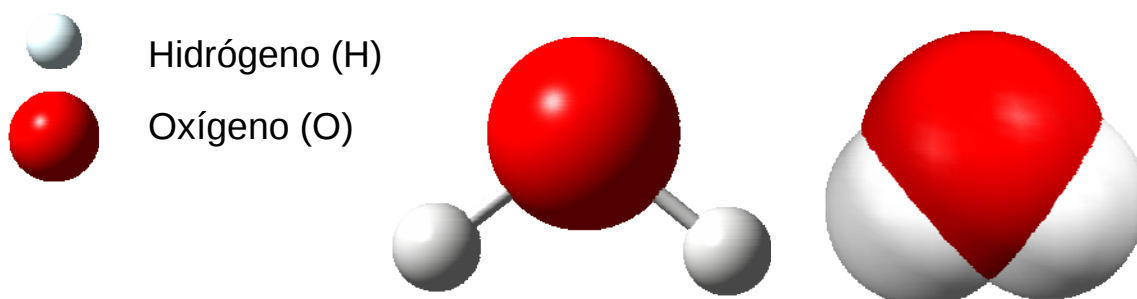
Tras demostrar experimentalmente la composición química del agua, se mostrará la estructura molecular del agua utilizando diversos programas de visualización (GaussView, Chem3D Pro), herramientas que se utilizan en la actualidad para investigar cual es la forma y las propiedades de los compuestos que se sintetizan en el laboratorio y predecir así su función.

Materiales:

Instalación del programa GaussView

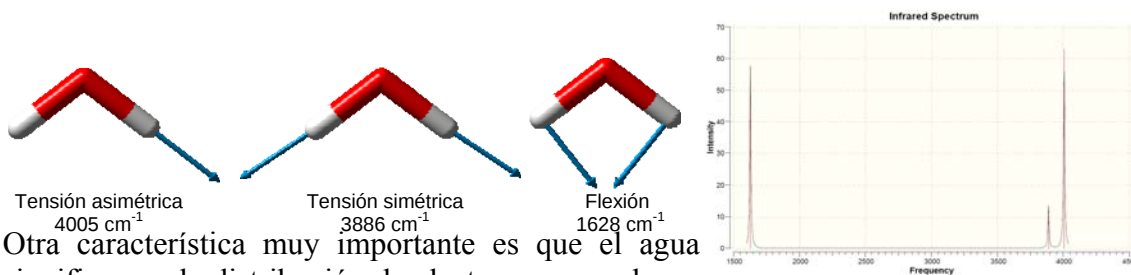
Instalación del programa Chem3D Pro (este se instaló el año pasado en el ordenador del Movilab)

Con estos programas, los visitantes visualizarán que el agua es un compuesto que está constituido por dos átomos de hidrógeno (H) unidos a un átomo de oxígeno (O). Los enlaces hidrógeno-oxígeno son covalentes, dado que comparten un par electrónico. Debido a que el oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno, el par electrónico de enlace está más cerca de este elemento que del hidrógeno, determinando la polaridad del enlace. Se mostrará como la molécula de agua es angular y no lineal, tal y como se muestra en la siguiente figura. Haciendo uso de estos programas, se medirán las distancias de enlace ($0.96 \text{ \AA}$, que equivale a $0.96 \cdot 10^{-8} \text{ cm}$) y el ángulo de enlace (104.5°). El Angstrom, cuya abreviatura es $\text{\AA}$, es una unidad de longitud equivalente a 10^{-8} cm , 10^{-10} metros o 0.1 nanómetros . Por su magnitud está claro que se utiliza para medir longitudes muy pequeñas, como las distancias de enlace entre átomos.



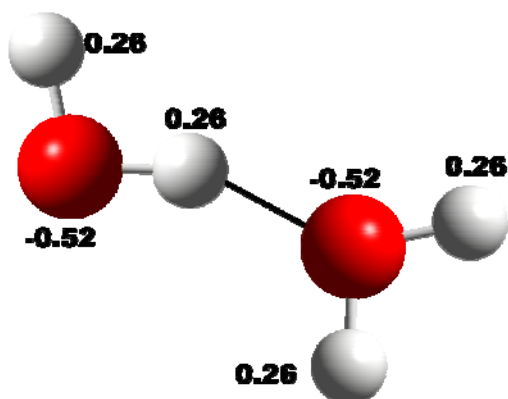
Existen diversas formas para representar las estructuras de las moléculas en tres dimensiones: bolas y palos, donde cada bola representa a un átomo y el color al elemento químico y los palos los enlaces covalentes que les unen. Otro modelo, más realista es el modelo de espacio lleno, en el cual se representa el radio de van der Waals de los átomos que integran la molécula, que es el tamaño por el cual los átomos interactúan con otros átomos. A través de estas imágenes 3D, los visitantes percibirán que los elementos poseen tamaños diferentes siendo en el caso del agua el oxígeno de mayor tamaño que el hidrógeno.

Asimismo, se mostrará que las moléculas no están quietas sino que se encuentran en constante movimiento mostrando los modos de vibración o "movimientos" de la molécula de agua. Cada molécula posee una forma de moverse única que se refleja en su espectro de infrarrojo, de modo que estos espectros son la huella dactilar de las moléculas y nos permiten determinar la existencia de moléculas en otros planetas.

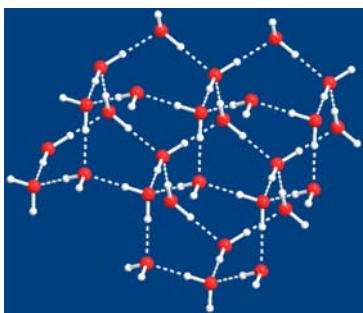


Otra característica muy importante es que el agua significa que la distribución de electrones no es homogénea, ya que la electronegatividad del hidrógeno y del oxígeno es diferente, siendo la electronegatividad la capacidad de un átomo para atraer los electrones compartidos en un enlace covalente. Como el oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno, es más probable que los electrones, que poseen carga negativa, estén más cerca del átomo de oxígeno que del de hidrógeno, lo cual provoca que cada átomo de hidrógeno tenga una cierta carga positiva que se denomina carga parcial positiva, y el de oxígeno, una negativa, ya que tiene los electrones más cerca. Esto significa que el agua es una molécula polar, pues tiene una parte o polo negativa y otra positiva, aunque el conjunto de la molécula es neutro. De este carácter polar derivan casi todas sus propiedades fisicoquímicas y biológicas. Utilizando GaussView, se mostrará las cargas parciales de los átomos de oxígeno y de hidrógeno:

Cargas parciales y enlace de hidrógeno



La presencia de cargas parciales positivas y negativas hace que las moléculas de agua se comporten como imanes en los que las partes con carga parcial positiva atraen a las partes con cargas parciales negativas. De tal suerte que una sola molécula de agua puede unirse a otras 4 moléculas de agua a través de 4 puentes de hidrógeno. Esta característica es la que hace al agua un líquido muy especial. Una interacción de este tipo se denomina enlace o puente de hidrógeno. Esta interacción es la que se da con el hielo. En este punto se mostrará la estructura del hielo con el programa Chem3D Pro.



Una de las propiedades más importantes del agua es su capacidad para disolver un elevado número de compuestos en su seno debido a su carácter polar. Piensa en el agua de mar, lleva en disolución una gran cantidad de cloruro de sodio (sal común), cloruro de potasio, etc. La dureza es una característica química del agua determinada por el contenido de calcio y magnesio y que condiciona los posibles usos del agua, ya que estas sales pueden formar precipitados en las canalizaciones y dañarlas seriamente. Además, es capaz de disolver algunos gases, por ejemplo oxígeno, gracias a lo cual es posible la vida acuática, y también dióxido de carbono, lo que permite la disolución de carbonato de calcio (calizas).

En este punto, se podría determinar la dureza total (contenido en calcio y magnesio) de una muestra de agua de cada localidad junto con otros parámetros utilizando el "Equipo de análisis de agua ecológico (ref. 51010) que contiene diferentes reactivos para la medición de la cantidad de oxígeno disuelto, alcalinidad, basicidad, y contenido en dióxido de carbono. Con una muestra pequeña de agua y unas gotas de distintos reactivos se establecen los diferentes parámetros de la muestra.

Materiales:

Equipo análisis de aguas "Ecológico" 51010 (Ventus) que contiene todo lo necesario para la determinación de los parámetros más importantes a nivel medioambiental en el agua: Acidez, Alcalinidad, Dióxido de carbono, Oxígeno disuelto, Dureza y pH. Incluye pHmetro digital. Se suministra en maletín con reactivos para más de 100 test de cada parámetro.

Importancia del agua en la vida: El punto de fusión del agua es de 0 °C y el de ebullición, 100 °C. Esto quiere decir que es líquida a temperatura ambiente, lo cual hace posible la vida en la Tierra. Estos elevados puntos de fusión y ebullición, comparados con los de sustancias muy similares al agua como el sulfuro de hidrógeno, (H_2S cuyo punto de ebullición es de $-60,5^\circ$), son debidos a que las moléculas de agua, son capaces de unirse entre sí a través de los denominados puentes de hidrógeno.