

# Z = 1, hidrógeno, H

## Un vector para la gestión sostenible de la energía

CE: 1s<sup>1</sup>; PAE: 1,0079; PF: -259,19 °C; PE: -252,76 °C; densidad (gas, a 0°C y 1 atm): 0,089 g/L;  $\chi$  (Pauling): 2,20; EO: +1, -1; isótopos más estables: <sup>1</sup>H, D (<sup>2</sup>H, deuterio), T (<sup>3</sup>H, tritio); año de aislamiento: 1766 (Henry Cavendish, Reino Unido).

El hidrógeno es el elemento más abundante del universo y el primero que se formó tras el *Big Bang*. En la corteza terrestre es el décimo en abundancia, formando compuestos como el agua o diferentes minerales. En la tabla periódica se le sitúa habitualmente en el grupo 1 de los alcalinos, debido a su configuración electrónica, pero apenas comparte propiedades químicas con ellos. Fue aislado e identificado como elemento por H. Cavendish en 1766. Su nombre deriva del griego *hidro* (agua) y *genos* (generar), es decir, “productor de agua”. Dicho nombre fue propuesto en 1783 por Antoine y Marie Lavoisier durante sus trabajos en torno a la reacción del hidrógeno con el oxígeno, que les permitieron sentar las bases de la química moderna, dejando atrás, entre otras, la teoría del flogisto sobre los procesos de combustión. Es el único elemento cuyos isótopos tienen nombre propio: el deuterio (<sup>2</sup>H, símbolo D), estable con una abundancia del 0,015 %, y el tritio (<sup>3</sup>H, símbolo T), sintetizado en 1934.

A pesar de su sencillez, se conocen hasta 40 formas diferentes de hidrógeno: H, H<sub>2</sub>, H<sup>+</sup> (protón), H, H<sub>2</sub><sup>+</sup>, H<sub>3</sub>, H<sub>3</sub><sup>+</sup>, orto- y para-hidrógeno (espines nucleares paralelos y anti-paralelos en la molécula H<sub>2</sub>), y los correspondientes compuestos isotópicos con D y T, entre otras. Además, es el elemento químico que forma mayor número de compuestos con el resto de los elementos, pudiendo enlazarse a la mayoría de ellos. Humphry Davy consideró en 1810 que era parte esencial de los ácidos, y es precisamente la actividad del protón H<sup>+</sup> la que permite fijar la escala de pH en medios acuosos. Es la fuente de energía de las estrellas de la secuencia principal como nuestro sol, mediante el proceso de fusión nuclear. Su forma pura más estable en condiciones estándar es la molécula de hidrógeno H<sub>2</sub>, gas incoloro, inodoro, el menos denso de los gases conocidos, con temperaturas de licuefacción y solidificación cercanas al cero absoluto. Debido a la energía del enlace H-H (435,88 kJ/mol), el hidrógeno es el combustible con mayor densidad energética por unidad de peso, por lo que ha sido ampliamente usado en la tecnología aeroespacial.

De sus diferentes compuestos destacan los hidruros, combinación directa del hidrógeno con otro elemento. Los hidruros de los metales de transición o sus aleaciones, como el LaNi<sub>5</sub>H<sub>x</sub>, tienen carácter metálico, y son los más convenientes para el almacenamiento sólido de hidrógeno, dada su reversibilidad. Sin embargo, la forma más habitual de almacenaje es a alta presión, cuyo estándar actual en automoción es de 700 bares de presión (Figura 1).

Entre sus usos destaca la producción de amoníaco, la de metanol, la síntesis de combustibles reformulados limpios (gasolina, diésel), así como aplicaciones menores como la hidrogenación de aceites, o la industria del vidrio.

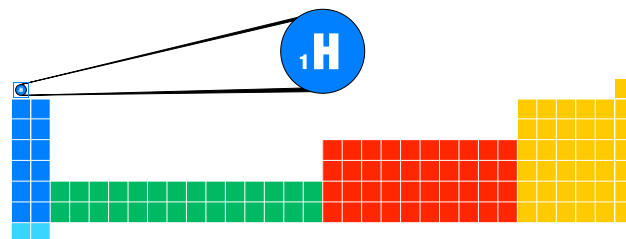


Figura 1. Estación de servicio de hidrógeno (denominada popularmente hidrogenera), junto con un vehículo eléctrico de pila de combustible y depósito de hidrógeno a presión (fotografía cedida por Toyota)

Se puede obtener tratando con ácidos diluidos, o incluso con agua, diversos metales (como los de los grupos 1 al 4 y lantánidos), usando electricidad mediante electrolisis del agua, mediante energía térmica usando ciclos termoquímicos, mediante energía solar directa produciendo fotólisis de agua, y mediante reformado de biomasa o combustibles fósiles. Este último método ha sido el proceso mayoritario hasta el momento, sobre todo por reformado de gas natural, aunque también se usan productos derivados del petróleo, o carbón.

El uso del hidrógeno como vector energético está empezando a permitir una implantación cada vez más amplia y eficaz de las energías sostenibles. Su producción mediante electrolisis, usando electricidad renovable, permite el almacenamiento de esta electricidad en grandes cantidades y a largo plazo (durante meses), gestionando de esta forma la red eléctrica. Igualmente permite su distribución a mercados como el de la automoción, usando vehículos eléctricos con pila de combustible alimentada con hidrógeno, y consiguiendo actualmente autonomías cercanas a los 800 km (Hyundai Nexa), en tiempos de repostaje de hidrógeno de 5 minutos.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. N. Greenwood, A. Earnshaw, *Chemistry of the elements*, Pergamon Press, Oxford, 1990, pp. 38–74.
- [2] C. Acar, I. Dincer, Impact assessment and efficiency evaluation of hydrogen production methods, *Int. J. Energy Res.*, **2017**, *39*(13), 17571–768.
- [3] J. Rifkin, *La economía del hidrógeno*, Paidós, Barcelona, 2002.
- [4] Hydrogen Roadmap Europe, publicado por *Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking* (FCH JU), febrero de 2019, <https://bit.ly/2XF3dbe>, visitada el 25/02/2019.

MIGUEL ANTONIO PEÑA  
Grupo de Energía y Química Sostenibles  
Instituto de Catálisis y Petroleoquímica, CSIC  
Asociación Española del Hidrógeno  
[mapena@icp.csic.es](mailto:mapena@icp.csic.es), [secretario@aeh2.org](mailto:secretario@aeh2.org)