

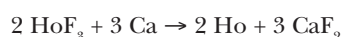
# Z = 67, holmio, Ho

Un átomo, un bit

CE: [Xe] 4f<sup>14</sup>6s<sup>2</sup>; PAE: 164,93; PF: 1472 °C; PE: 2700 °C; densidad: 8,80 g/cm<sup>3</sup>; χ (Pauling): 1,23; EO: 0, +2, +3; isótopo estable: <sup>165</sup>Ho; año de aislamiento: 1878 (Per Teodor Cleve, Uppsala, Suecia, y Marc Delafontaine y Lous Soret, Ginebra, Suiza).<sup>[1]</sup>

El holmio (procede de *Holmia*, nombre latino de Estocolmo) es un elemento de las tierras raras que fue descubierto en 1878 por Marc Delafontaine y Louis Soret independientemente, al observar líneas espectroscópicas previamente no registradas, tras lo que anunciaron el descubrimiento del “elemento X”. Un año más tarde, Per Teodor Cleve descubrió dos nuevos materiales, uno marrón que llamó holmia (Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y otro verde que denominó tulia (Tm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), mientras trabajaba con erbia (Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). El óxido de holmio fue aislado en 1886 por el químico francés Paul Lecoq de Boisbaudran por precipitación fraccionada, en primer lugar con una disolución acuosa de amoníaco y luego con una disolución saturada de sulfato de potasio, encontró que los constituyentes de la muestra impura de holmia precipitaban en el orden siguiente: terbio, disprosio, holmio y erbio. Finalmente, el metal puro fue aislado en 1911 por el científico sueco Otto Holmberg.<sup>[2]</sup>

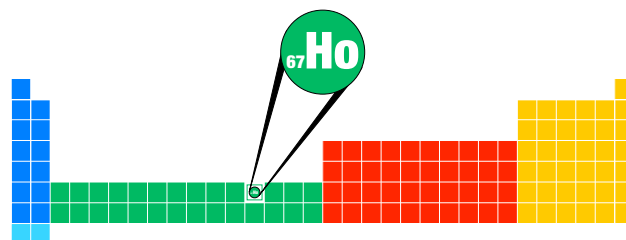
El holmio es un metal brillante, suave y lustroso de color plateado, dúctil y maleable (Figura 1). Presente a nivel de traza en la corteza terrestre en una proporción de 1,3±1 ppm, se encuentra en los minerales monacita y gadolinita. Los principales depósitos de holmio se hallan en China, EE. UU., Brasil, India y Australia. Este metal se obtiene comercialmente a partir del mineral monacita por intercambio iónico, un fosfato rico en elementos de las tierras raras, que puede llegar a contener hasta un 0,05 % de Ho. El elemento ha sido aislado mediante la reducción de su cloruro o fluoruro anhidro con calcio metálico.



Sólo tiene un isótopo estable, el holmio-165, pero se conocen 30 isótopos radiactivos sintéticos con masas ente 141 y 172, siendo el holmio-163 el de mayor vida media con 4570 años.



Figura 1. Holmio metal [bit.ly/2HFvhXI]



La estructura cristalina del metal se basa en un empaquetamiento hexagonal compacto, P6<sub>3</sub>/mmc, a: 3,5773(1), c: 5,6158(1) Å.<sup>[3]</sup>

Es un metal reactivo. Se oscurece lentamente en contacto con el aire, y arde con facilidad para formar trióxido de holmio. Es un elemento electropositivo y trivalente. Reacciona lentamente con agua fría y rápidamente con agua caliente para formar hidróxido de holmio. El holmio también reacciona con todos los halógenos para formar HoF<sub>3</sub> (rosa), HoCl<sub>3</sub> (amarillo), HoBr<sub>3</sub> (amarillo) y HoI<sub>3</sub> (amarillo). Se disuelve fácilmente en ácido sulfúrico diluido para formar disoluciones que contienen iones Ho(III) amarillos.

El Ho posee el momento magnético más alto (10,6 μB) de todos los elementos naturales. Esta propiedad se ha utilizado para crear los campos magnéticos más altos conocidos empleado aleaciones que contienen este metal. También tiene una alta capacidad de absorción de neutrones térmicos y se utiliza en las barras de control de los reactores nucleares.

El Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tiene algunos cambios de color bastante espectaculares según las condiciones de iluminación. A la luz del día, tiene un color amarillo; bajo luz tricromática, es de color rojo anaranjado intenso. Este óxido es uno de los colorantes utilizados para la circonia cúbica y el vidrio, que proporciona coloración amarilla o roja. El vidrio que contiene Ho<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o disoluciones de óxido de holmio en ácido perclórico presenta picos agudos de absorción óptica en el rango espectral de 200 a 900 nm y, por ello, se utilizan como estándar de calibración para espectrofotómetros ópticos.

Los láseres de estado sólido Ho:YAG, que emiten luz a 2,1 μm, se emplean como quirúrgico multiusos. Se ha demostrado que son seguros y efectivos tanto en operaciones de tejidos blandos como para fragmentar cálculos.

En 2017, IBM anunció que habían desarrollado una técnica para almacenar un bit de datos en un solo átomo de holmio colocado en una lámina de óxido de magnesio. En esta configuración, el átomo presenta lo que se denomina biestabilidad magnética, tiene dos estados magnéticos estables con espines diferentes.<sup>[4]</sup> Esto abre la puerta a que se pueden usar matrices de imanes de un solo átomo para futuros dispositivos de memoria.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Holmium, Periodic table, Royal Society of Chemistry, rsc.li/2C2Q53C, visitada el 21/02/2019.
- [2] M. E. Weeks, *Discovery of the elements*, 6.ª ed., Ed. Journal of Chemical Education, Eaton, 1956.
- [3] F. H. Spedding, A. H. Daane, K. W. Herrmann, The crystal structures and lattice parameters of high-purity scandium, yttrium and the rare earth metals, *Acta Cryst.*, **1956**, *9*, 559–563.
- [4] F. D. Natterer, K. Yang, W. Paul, T. Choi, T. Greber, A. J. Heinrich, C. P. Lutz, Reading and writing single-atom magnets, *Nature*, **2017**, *543*, 226–228.

JUAN M. GUTIÉRREZ-ZORRILLA  
Departamento de Química Inorgánica  
Facultad de Ciencia y Tecnología  
Universidad del País Vasco, UPV/EHU  
juanma.zorrilla@ehu.es