

Z = 68, erbio, Er

¿El elemento de las comunicaciones cuánticas del futuro?

CE: [Xe] 4f¹²6s²; PAE: 167,26; PF: 1529 °C; PE: 2868°C; densidad: 9,07 g/cm³; χ (Pauling): 1,24; EO: 0, +2, +3; isótopos más estables: ¹⁶²Er, ¹⁶⁴Er, ¹⁶⁶Er, ¹⁶⁷Er, ¹⁶⁸Er, ¹⁷⁰Er; año de aislamiento: 1934 (Wilhelm Klemm y Heinrich Bommer, Alemania).

El erbio fue identificado en 1843 por el químico sueco Carl Gustaf Mosander (Estocolmo, Suecia) en el mineral gadolinita (previamente denominado ytterbita o ytterita, porque se descubrió cerca de Ytterby, Suecia, y de ahí también el nombre del Er).^[1] Mosander, a partir de una muestra de óxido impuro (itria), obtenida de la gadolinita, logró aislar óxidos impuros de dos nuevos elementos lantánidos, que denominó erbia y terbia. El Er₂O₃ prácticamente puro lo aislaron, de forma independiente, George Urbain (París, Francia) y Charles James (New Hampshire, Estados Unidos) en 1905. La obtención del metal puro tuvo que esperar hasta 1934, cuando W. Klemm y H. Bommer lo aislaron al reducir ErCl₃ anhidro con vapor de K. La concentración de Er en la corteza terrestre es de aproximadamente 3,5 ppm (\approx 2,8 mg/kg), ocupando el puesto 45 por orden de abundancia de los elementos y el cuarto de los lantánidos.^[2] Los principales minerales de los que se extrae, así como su concentración en porcentaje y los países donde se encuentran, son: el fosfato monacita (0,40, Australia; 0,30, China; 0,07, Brasil), el fosfato xenotima (5,6, China; 5,4, Malasia) y las arcillas absorbentes de iones, tales como la laterita (4,9, China).^[1] El primer productor de este elemento y sus compuestos, y el que posee las mayores reservas, es China. La demanda ha ido creciendo en los últimos años, estimándose una producción mundial de 1000 toneladas/año en la actualidad, fundamentalmente de Er₂O₃. El Er no se encuentra de forma aislada en la naturaleza, sino mezclado con otros elementos, fundamentalmente lantánidos, por lo que para separarlos es necesario utilizar técnicas muy sofisticadas de cromatografía de cambio iónico y de extracción con disolventes.

En la actualidad, el Er se obtiene a partir de sus sales o del óxido por calentamiento con Ca a 1450 °C en atmósfera de Ar. También se obtiene muy puro mediante electrolisis del ErF₃ fundido. El Er puro es un metal blando, maleable, de color blanco plateado y con brillo metálico (Figura 1). Se comporta como antiferroimán por debajo de 85 K y como ferroimán por debajo de 20 K. Como metal tiene pocos usos, ya que, aunque muy lentamente, reacciona con el aire, perdiendo el brillo y se oxida a Er₂O₃, y con agua, generando Er(OH)₃ y H₂. A alta temperatura, reacciona con hidrógeno, boro, carbono, halógenos y elementos de los grupos del nitrógeno y del oxígeno, dando lugar, respectivamente, a los compuestos ErH₃ y ErH₂, ErB_n (n = 2, 4, 6, 25, 50), ErC₂, Er₂C₃, Er₃C₁₉, ErX₃ (X = F, Cl, Br, I), Er₂X₃ (X²⁻ = O, S, Se, Te) y ErX (X³⁻ = N, P, As, Sb). Los boruros y carburos muestran interesantes propiedades magnéticas.^[3] El Er se disuelve fácilmente en ácidos minerales diluidos, generando disoluciones a partir de las cuales cristalizan las correspondientes sales hidratadas de color rosa. Entre ellas, el nitrato, cloruro, bromuro, sulfato, perclorato y triflato que son solubles en agua. No reacciona con HF, ya que se pasiva con una capa protectora de ErF₃. Forma un gran número de compuestos de coordinación, fundamentalmente, con ligandos que poseen átomos dadores de oxígeno y/o de

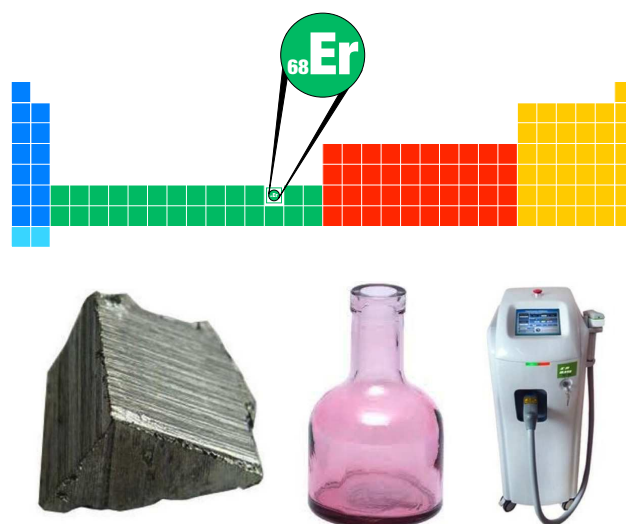


Figura 1. Er metal (izquierda), vidrio tintado con Er₂O₃ (centro) y láser de Er:YAG (derecha) [bit.ly/2UaV7ID]

nitrógeno. En todos ellos, el Er muestra invariablemente un estado de oxidación +3.^[2,3] No obstante, se pueden obtener complejos de Er(II), reduciendo compuestos organometálicos de tipo tris(ciclopentadienil)Er(III) con KC₈ en atmósfera de Ar.^[4]

Las principales aplicaciones del Er y sus compuestos son:^[1,2] (i) Absorbente de neutrones en las barras de control de los reactores nucleares. (ii) Aleación con V para disminuir la dureza y aumentar la maleabilidad de este metal. (iii) Debido a su alta estabilidad química, el Er₂O₃ se utiliza como colorante rosa del vidrio (Figura 1), porcelana y circonita (en bisutería). (iv) El Er₂O₃ absorbe en el IR, visible y UV, utilizándose en gafas de sol y gafas de seguridad de soldadores y trabajadores de la fabricación de vidrio. (v) Aprovechando las propiedades fluorescentes del Er³⁺, las fibras de vidrio ópticas, dopadas en su núcleo con este ion a intervalos regulares, permiten amplificar las señales ópticas transmitidas por la fibra óptica. Este proceso es de vital importancia en las telecomunicaciones ópticas a larga distancia. (vi) Cristales dopados con Er³⁺ se pueden utilizar para fabricar láseres (Figura 1) con aplicaciones en dermatología (eliminación de cicatrices, arrugas, tratamiento enfermedades de la piel, etc.) y en odontología (cirugía dental y eliminación de caries). Como potenciales aplicaciones futuras habría que destacar el uso de nanocristales o nanopartículas dopadas con Er³⁺ en bioimagen (mediante conversión ascendente de luz, “upconversion”) y en computación e internet cuánticos.^[5]

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. H. L. Voncken, The rare earth elements. An introduction, Springer International Publishing, AG Switzerland, 2016.
- [2] S. Cotton, Lanthanide and actinide chemistry, Wiley, Chichester, Inglaterra, 2016.
- [3] D. A. Atwood, The rare earth elements: Fundamental and applications, Wiley, Chichester, Inglaterra, 2012.
- [4] M. R. MacDonald, J. E. Bates, M. E. Fieser, J. W. Ziller, F. Furcher, W. J. Evans, *J. Am. Chem. Soc.*, **2012**, *134*, 8420–8423.
- [5] M. Rančić, M. P. Hedges, R. L. Ahlefeldt, M. J. Sellars, *Nature Phys.*, **2018**, *14*, 50–54.

ENRIQUE COLACIO RODRÍGUEZ
Departamento de Química Inorgánica
Universidad de Granada
ecolacio@ugr.es