

# Z = 61, prometio, Pm

La más rara de las “tierras raras”

CE: [Xe] 4f<sup>6</sup>6s<sup>2</sup>; PAE: 145 (isótopo más estable); PF: 1100 °C; PE: 3000 °C; densidad: 7,26 g/cm<sup>3</sup>;  $\chi$  (Allred): 1,07; EO: +2, +3; isótopos más estables: <sup>145</sup>Pm, <sup>146</sup>Pm, <sup>147</sup>Pm; año de aislamiento: 1945 (Jacob. A. Marinsky, Lawrence E. Glendenin y Charles. D. Coryell, Oak Ridge, Tennessee, Estados Unidos).

El prometio es el elemento lantánido menos abundante, con gran diferencia, entre las denominadas “tierras raras”. Sólo se han detectado trazas en algunos minerales de uranio, por lo que se produce de forma artificial. Todos sus isótopos son radioactivos y se estima que su abundancia en la Tierra no sobrepasa los 500-600 gramos. Se ha detectado su existencia en una estrella de la constelación de Andrómeda a través del análisis espectral. Al igual que el tecnecio, tiene la singularidad de ser un elemento inestable cuyos vecinos en la tabla periódica son todos elementos estables. Se trata de un sólido metálico que cristaliza en el sistema hexagonal a presión y temperatura ambiente, y cuyo radio atómico es de 185 pm.<sup>[1-3]</sup>

Su existencia fue propuesta en 1902 por el químico checo Bohuslav Brauner, al estimar que, entre las propiedades del neodimio (Z = 60) y las del samario (Z = 62) había diferencias notables, algo que fue corroborado por Henry Moseley en 1914 al comprobar que, entre los elementos entonces conocidos, faltaba el de número atómico 61. Este hueco en la tabla periódica alentó su búsqueda y, en 1920, hubo varios grupos que publicaron su “descubrimiento”: científicos italianos lo denominaron “florencio”, mientras que otro grupo de Illinois lo denominó “ilinio”, aunque se trataba de publicaciones espurias. En 1938, en experimentos nucleares realizados en la *Ohio State University*, se detectaron algunos radionucleidos semejantes, pero distintos de los radioisótopos del samario o del neodimio, aunque no se reconoció entonces al nuevo elemento. Fue en 1945 cuando Marinsky, Glendenin y Coryell, del *Oak Ridge National Laboratory* (ORNL), antes llamado *Clinton Laboratory* (Tennessee, EE. UU.), lograron analizar y separar los subproductos de la fisión nuclear del uranio realizada en el reactor de grafito, entre los que se encontraba el nuevo elemento. Aún así no anunciaron su descubrimiento hasta 1947 en la reunión de la *American Chemical Society* proponiendo el nombre de

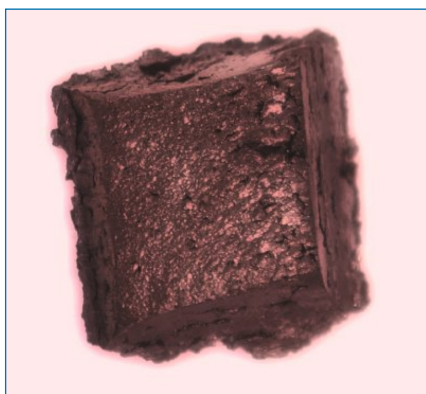
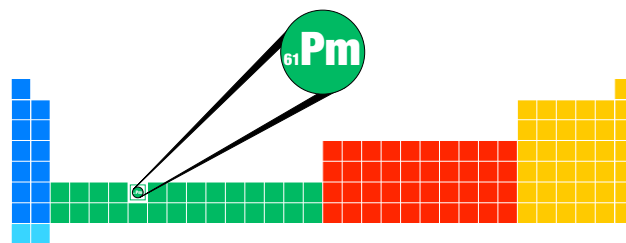


Figura 1. Muestra de prometio (bit.ly/2Tq1Qdg, visitada el 01/03/2019)



“clintonio”. Finalmente, la esposa de uno de los descubridores (Grace M. Coryell) sugirió el nombre de “Prometeo” en alusión al titán que, según la mitología griega, robó el fuego a los dioses del Olimpo para entregarlo a la Humanidad siendo castigado por ello.<sup>[3,4]</sup> La IUPAC aceptó el nombre en 1949 y lo modificó levemente (*promethium* en inglés) para adaptarlo al resto de los metales. Dadas las dificultades de su producción y su inestabilidad radioactiva, no fue hasta 1963 cuando se pudo disponer para su estudio de una muestra relativamente grande (10 gramos) del metal, obtenidos en los laboratorios antes citados por métodos de cromatografía e intercambio iónico a partir de los residuos producidos en reactores nucleares.<sup>[5]</sup>

Existen abundantes isótopos del Pm, siendo el más estable el Pm-145 (vida media de 17,7 años). Se obtiene con un rendimiento aceptable (2-3 %) a partir de la fisión nuclear del uranio-235 al ser bombardeado con neutrones térmicos. También puede obtenerse por otras vías, por ejemplo, utilizando uranio-238 en la fisión con neutrones rápidos (aunque en este caso hay muchos más subproductos), o preparando el isótopo 147 del samario que tiene una vida media más corta (2,5 años) y decae espontáneamente a prometio-147 por emisión radiactiva. Otros isótopos menos estables requieren métodos aún más específicos y sofisticados.<sup>[5]</sup>

La química del prometio (Figura 1), muy poco desarrollada, se asemeja a la del resto de las tierras raras, y su estado de oxidación más estable es el +3 en los compuestos preparados hasta ahora (unos 30). Así, por ejemplo, se han preparado y descrito el tricloruro PmCl<sub>3</sub> (un sólido iónico que funde a 737 °C) o el sesquióxido Pm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Las sales de prometio son luminescentes, con un color azul pálido o un brillo verdoso, debido a su alta radioactividad.

Entre las muy limitadas aplicaciones destaca el uso del isótopo 147 en pinturas luminescentes (se usó en sustitución del radio), o en baterías atómicas en misiones espaciales al convertir sus emisiones radioactivas en energía eléctrica (baterías beta-voltaicas). También se ha usado como fuente radioactiva para medir espesores de materiales y hay algunas publicaciones en el ámbito biomédico, concretamente en estudios oncológicos.<sup>[2-3]</sup> El elemento, como otros lantánidos, no tiene ningún papel biológico.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Emsley, *The elements*, 2.<sup>a</sup> ed., Oxford University Press, Oxford, 1991, pp. 152–153.
- [2] Promethium, Webelements, bit.ly/2Fs4fQQ, visitada el 01/03/2019.
- [3] C. Krause *et al.*, Discovery of Promethium, *ORNL Review*, **2003**, 36(1), 3–3.
- [4] S. Cantrill, Promethium puzzles, *Nature Chem.*, **2018**, 10, 1270–1270.
- [5] V. Kourím, O. Vojtěch, Methods of fission product separation from liquid radioactive wastes, *At. Energy Rev.* **1974**, 12(2), 215–273.

EMILIO MORÁN MIGUÉLEZ

Departamento de Química Inorgánica I, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid

emoran@ucm.es