

# Z = 91, protactinio, Pa

Uno de los elementos que predijo Mendeléiev

CE: [Rn] 5f<sup>6</sup>d<sup>1</sup>7s<sup>2</sup>; PAE: 231,04; PF: 1568 °C; PE: 4027 °C (estimado); densidad: 15,37 g/cm<sup>3</sup>; χ (Pauling): 1,5; EO: +2, +3, +4, +5; isótopo más estable: <sup>231</sup>Pa; año de aislamiento: 1917 (Otto Hahn y Lise Meitner, Berlín, Alemania).

El protactinio es un elemento que fue correctamente predicho por Mendeléiev en su tabla periódica de 1871.<sup>[1]</sup> El torio se situaba debajo del circonio y el uranio bajo el wolframio dejando un hueco debajo del tántalo,<sup>[2]</sup> y este hueco sería el correspondiente al protactinio. En 1900, William Crookes identificó por primera vez el protactinio, que denominó uranio-X pues no pudo caracterizarlo como un nuevo elemento. Fue en 1913 cuando se identificó por primera vez su isótopo <sup>234m</sup>Pa por Fajans y Göhring, siendo bautizado con el nombre de “brevium” debido a su corta vida media (1,17 min).<sup>[1,3]</sup> Sin embargo, no fue hasta 1917 cuando Lise Meitner y Otto Hahn pudieron aislarlo en Berlín, cuando aún estaba terminando la Primera Guerra Mundial (Figura 1). En contraste con el “brevium”, este “nuevo elemento” tenía una vida media mucho mayor, de aproximadamente 33.000 años.

El descubrimiento del protactinio estaba motivado en parte por el estudio del actinio, pues era uno de los elementos radiactivos sobre el que había un mayor desconocimiento. Era bien sabido que el precursor del actinio debía decaer con una emisión tipo alfa. Otto Hahn y Lise Meitner partieron de esta idea y utilizaron una muestra de pechblenda (mineral de uranio) para conseguir aislar esta nueva sustancia detectando las partículas alfa y el actinio como producto de su decaimiento.<sup>[1,3]</sup> Bautizaron este nuevo elemento con el nombre de “protoactinio” (predecesor del actinio), aunque posteriormente fue cambiado a protactinio por simplicidad.<sup>[1]</sup>

El protactinio es un metal de alta densidad, maleable, de color plateado grisáceo, que pertenece al grupo de los actínidos y que se encuentra en estado sólido a temperatura ambiente (Figura 2). Sus principales estados de oxidación son +2, +3, +4 y +5, siendo este último el estado más habitual y el que le hace asemejarse con el tántalo. Reacciona fácilmente con el oxígeno formando distintos compuestos como el Pa<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y el PaO. Además del oxígeno, también reacciona con vapor de agua y con ácidos inorgánicos. Por otro lado, el protactinio se comporta como un superconductor a temperaturas por debajo de 1,6 K.

Se conocen más de 20 isótopos del protactinio, aunque sólo 3 de ellos (<sup>231</sup>Pa, <sup>234</sup>Pa, <sup>234m</sup>Pa) se encuentran en mayores

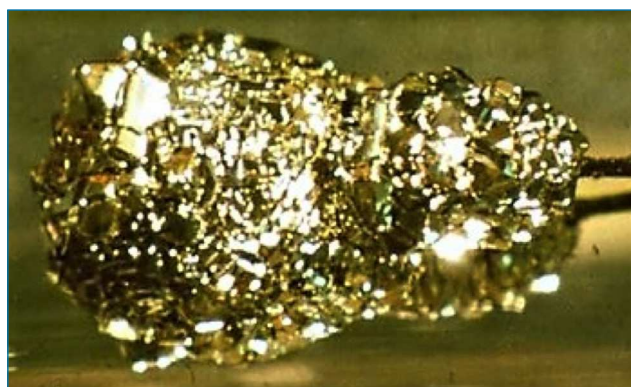
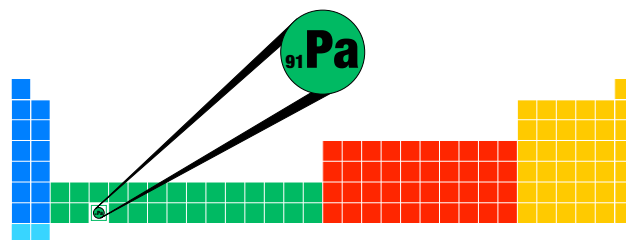


Figura 2. Cristal de protactinio, preparado por el proceso de van Arkel [bit.ly/2TzScZM]

cantidades en la naturaleza,<sup>[1,4]</sup> si bien el <sup>231</sup>Pa es el más estable. De todos los isótopos del protactinio, el más relevante es el protactinio-231 que, con una vida media de 32.760 años, es producto del decaimiento del <sup>235</sup>U y fue el que consiguieron aislar Otto Hahn y Lise Meitner. El protactinio-234 y protactinio-234m aparecen de forma natural debido al decaimiento del <sup>238</sup>U pasando por el <sup>234</sup>Th (un 99,8 % del producto es <sup>234m</sup>Pa).<sup>[4]</sup> Estos isótopos de protactinio se encuentran repartidos por la corteza terrestre en minerales de uranio, aunque su abundancia es muy escasa. El protactinio (<sup>231</sup>Pa y <sup>233</sup>Pa) aparece también como producto en los reactores de torio. Este hecho representa un problema en este tipo de reactores debido a la alta toxicidad del protactinio y por ello necesitan ser eliminados durante el proceso.<sup>[5]</sup>

El protactinio no tiene ninguna aplicación directa debido a su escasa presencia en la naturaleza y su alto coste de obtención, además de su alta toxicidad y radioactividad. Sin embargo, sí que se utiliza en el estudio del movimiento de las aguas oceánicas (paleo-oceanografía).<sup>[1,4]</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Scerri, *A tale of seven elements*, Oxford University Press, Nueva York, 2013, pp. 67–74.
- [2] M. Laing, A revised periodic table: with the Lanthanides repositioned, *Found. Chem.*, **2005**, 7(3), 203–233.
- [3] R. L. Sime, The discovery of Protactinium, *J. Chem. Educ.*, **1986**, 63(8), 653–657.
- [4] J. Peterson, M. Macdonnel, L. Haroun, F. Monette, R. D. Hildebrand, A. Taboas, Radiological and chemical fact sheets to support health risk analyses for contaminated areas, *Argonne National Laboratory Environmental Science Division*, **2007**, 133, pp. 40–41.
- [5] T. Nakajima, H. Groult, *Fluorinated materials for energy conversion*, Elsevier, 2005, pp. 562–565.

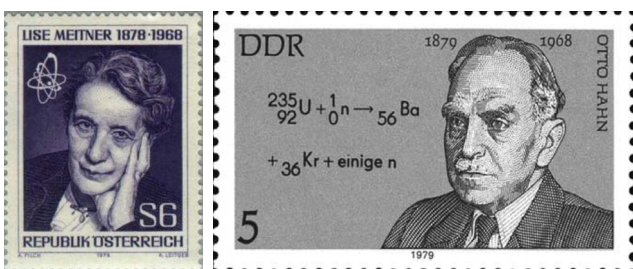


Figura 1. Sellos alemanes en honor a Meitner y Hahn

ANDRÉS TEJEDOR REYES  
E.T.S. de Ingenieros Industriales  
Universidad Politécnica de Madrid  
andres.tejedor@upm.es