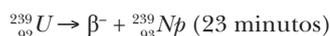
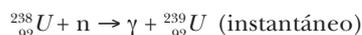


Z = 93, neptunio, Np

El elemento transuránico responsable
de dos premios Nobel

CE: [Rn] 5f⁶d¹7s²; PAE: [237]; PF: 644 °C; PE: 3902 °C; densidad: 20,2 g/cm³; χ (Pauling): 1,36; EO: +2, +3, +4, +5, +6, +7; isótopos más estables: ²³⁵Np, ²³⁶Np, ²³⁷Np; año de aislamiento: 1940 (Edwin Mattison McMillan y Philip Hauge Abelson, EE. UU.).

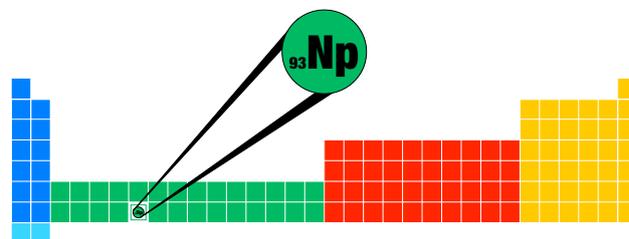
Al igual que sus elementos vecinos, el neptunio también le debe su nombre a uno de los planetas del sistema solar: Neptuno. A partir del descubrimiento del neutrón (James Chadwick, 1932) y la conjetura del físico Enrico Fermi de que el bombardeo de átomos pesados con neutrones podía dar como producto un átomo del subsiguiente elemento, fueron varios los investigadores que reivindicaron el descubrimiento del elemento 93. El propio Fermi en su discurso del premio Nobel de Física de 1938 señaló que, en las investigaciones llevadas a cabo por su grupo en la Universidad de Roma desde 1934, habían descubierto entre otros el elemento 93 al que llamaban *ausonium* (de *Ausonia*, nombre empleado para referirse a Italia poéticamente).^[1] En realidad, Fermi no descubrió ningún elemento nuevo, en su lugar, realizó los primeros experimentos de fisión nuclear. Irónicamente, casi al mismo tiempo en el que Fermi recibía el premio Nobel, Otto Hahn, Fritz Strassmann y Lise Meitner descubrían e interpretaban en Alemania el fenómeno de la fisión nuclear. Varios años después, en 1940, McMillan (premio Nobel de Química junto con Glenn T. Seaborg en 1951) y Abelson fueron capaces de identificar uno de los isótopos del elemento 93 en el Laboratorio de Radiación de la Universidad de California en Berkeley:



La vida media de cualquiera de los isótopos del neptunio es inferior a la edad de la Tierra, es por ello que de forma natural sólo se encuentran trazas de este elemento en minerales que contienen uranio. No obstante, actualmente son varias las fuentes antropogénicas de neptunio: residuos de armas nucleares, el agua usada para enfriar los reactores de fisión, el procesamiento industrial del ²³⁷Np producido en los reactores de fisión, residuos nucleares de alta actividad y la desintegración de ²⁴¹Am y ²⁴¹Pu.^[2] El isótopo ²³⁹Np es generalmente el producto de las primeras dos fuentes mencionadas, pero debido a su corta vida media ($t_{1/2} = 2,35$ días) no constituye un gran peligro biológico ni medioambiental. Al contrario, a pesar de que la presencia de ²³⁷Np en residuos



Figura 1. Esfera de neptunio revestida de níquel^[3]



nucleares no sea elevada (0,03 % en residuos de uranio y 5 % en residuos de plutonio), su relativamente larga vida media ($t_{1/2} = 2,1 \cdot 10^6$ años) hace que de cara al futuro –varios miles o millones de años– constituya un serio peligro.^[2]

Al igual que el resto de actínidos, la característica principal del neptunio es su ya mencionada inestabilidad nuclear, lo que se manifiesta en su radioactividad y tendencia a la fisión espontánea. En su forma metálica presenta un color grisáceo (Figura 1) y tres estructuras cristalinas. Se trata de un metal electropositivo muy reactivo que expuesto al aire se oxida fácilmente.

A pesar de que se conocen los estados de oxidación comprendidos entre Np(II) y Np(VII), en condiciones ambientales los estados más estables son Np(IV) y Np(V). En medio acuoso, condiciones óxicas y pH neutro, Np(V) forma el ion neptunilo(1+), NpO_2^+ , además de $\text{NpO}_2(\text{OH})$ y distintos carbonatos, mientras que en condiciones reductoras la especie dominante será Np(IV) en forma de hidroxocomplejos.^[4] A diferencia de las fases sólidas de Np(IV), los sólidos de Np(V) son altamente solubles en agua, de ahí que la movilidad medioambiental del Np(V) sea elevada. NpO_2 es el óxido más estable de este elemento, aunque también se conoce el pentaóxido, Np_2O_5 . Se han podido aislar varios haluros de Np, los cuales se emplean como precursores en la síntesis de compuestos organometálicos. En este campo de la química, a pesar de que los primeros complejos ciclopentadienilo, $\text{Np}(\text{Cp})_3\text{Cl}$ y $\text{Np}(\text{Cp})_4$ ($\text{Cp} = \eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$), se prepararon en la década de 1960, desde entonces han sido pocos los compuestos caracterizados debido a las limitaciones derivadas del trabajo con una especie de muy baja abundancia y alta radiactividad y reactividad en condiciones ambientales.^[5]

Son escasas las aplicaciones del neptunio. El isótopo ²³⁷Np se usa en detectores de neutrones y como precursor en la producción de plutonio. Además, como el neptunio es fisiónable, podría emplearse como combustible en reactores de neutrones o armas nucleares.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Fermi, *Artificial radioactivity produced by neutron bombardment, Nobel Lectures, Physics 1922-1941*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1965, pp. 407-424.
- [2] R. C. Thompson, Neptunium: the neglected actinide: a review of the biological and environmental literature, *Radiat. Res.*, **1982**, 90(1), 1-32.
- [3] Fotografía de Wikimedia Commons contributors, <https://bit.ly/2TbcBQB>, visitada el 26/02/2019.
- [4] J. P. Kaszuba, W. H. Runde, The aqueous geochemistry of neptunium: Dynamic control of soluble concentrations with applications to nuclear waste disposal, *Environ. Sci. Technol.*, **1999**, 33, 4427-4433.
- [5] P. L. Arnold, M. S. Dutkiewicz, O. Walter, Organometallic neptunium chemistry, *Chem. Rev.*, **2017**, 117, 11460-11475.

EIDER GOIKOLEA
Facultad de Ciencia y Tecnología
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea
eider.goikolea@ehu.es