

Z = 98, californio, Cf

El elemento más pesado con aplicaciones

CE: [Rn] 5f¹⁰7s²; PAE: [251]; PF: 900 °C; PE: 1472 °C; densidad (dhcp): 15,10 g/cm³; χ (Pauling): 1,3; EO: +2, +3, +4, +5; isótopos más estables: ²⁴⁹Cf ($t_{1/2}$ = 351 años), ²⁵⁰Cf ($t_{1/2}$ = 13 años), ²⁵¹Cf ($t_{1/2}$ = 898 años), ²⁵²Cf ($t_{1/2}$ = 2,6 años); año de síntesis (²⁴⁵Cf): 1950 (Stanley G. Thompson, Kenneth Street, Jr., Albert Ghiorso, Glenn T. Seaborg, Berkeley, California, Estados Unidos).

El californio es un elemento transuránico que se sintetizó por primera vez en el *Radiation Laboratory* (actualmente *Lawrence Berkeley National Laboratory*) de la Universidad de California en febrero de 1950, tan solo dos meses después de la preparación e identificación del primer isótopo de berkelio. El descubrimiento de este último fue clave para la síntesis del californio, porque permitió realizar predicciones precisas de las propiedades químicas y nucleares del nuevo elemento. El experimento de síntesis llevado a cabo por el equipo de Seaborg (Figura 1) consistió en la irradiación de una muestra de unos microgramos de óxido de curio-242 con partículas alfa aceleradas a 35 MeV en un ciclotrón.^[2] Así se obtuvo un isótopo de californio con un período de semidesintegración de 44 minutos, identificado posteriormente como californio-245, de acuerdo con la siguiente ecuación nuclear: ${}^{242}_{98}\text{Cm} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{245}_{98}\text{Cf} + {}^1_0\text{n}$. Actualmente, se conocen 20 isótopos de californio.

El nombre de este elemento hace honor tanto al estado como a la Universidad de California, donde se llevó a cabo la síntesis del mismo.^[2] Aunque originalmente su nombre no hacía referencia a su homólogo lantánido disprosio (del griego *dysprositos*, difícil de obtener), posteriormente se relacionó con el significado de éste por analogía al difícil acceso al Estado de California durante la fiebre del oro del siglo XIX, así como por su dificultad de producción.

El californio es el elemento más pesado de la tabla periódica que presenta aplicaciones fuera del ámbito de la investigación. Se produce anualmente en escala de miligramos (hasta 500 mg) mediante irradiación de curio con neutrones en reactores nucleares especiales (en el *Oak Ridge National Laboratory* en EE. UU. y en el *Research Institute of Atomic Reactors* en Rusia), obteniéndose ²⁵²Cf como isótopo mayoritario. Aprovechando su excelente capacidad como emisor de neutrones, se han desarrollado diversas aplicaciones.^[3] Así, se emplea en radiografía neutrónica para la detección de corrosión, fatiga



Figura 1. S. G. Thompson y G. T. Seaborg, © 2010 The Regents of the University of California, Lawrence Berkeley National Laboratory

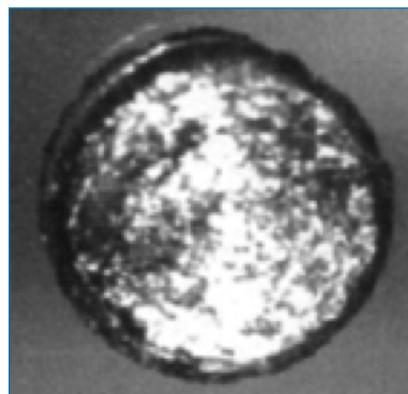
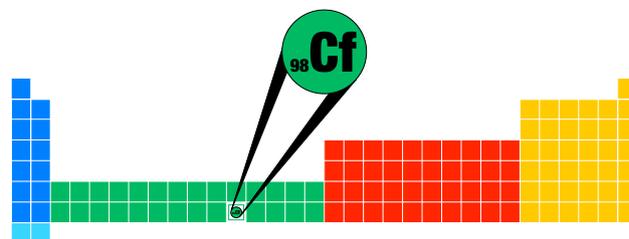


Figura 2. Disco de californio metálico de 10 mg, de 1 mm de diámetro aproximadamente (<https://bit.ly/2UKvc7L>, visitada el 20/03/2019)

o alteraciones de materiales en aeronaves y armas; también se utiliza en análisis por activación neutrónica en detectores portátiles para la determinación de metales en suelos, para la detección de agua en pozos de petróleo, para el análisis de muestras de carbón y cemento, y para la detección de explosivos; en el ámbito de la medicina se utiliza en radioterapia (braquiterapia) para el tratamiento de algunos cánceres. Otras aplicaciones del californio incluyen el encendido de reactores nucleares, la calibración de instrumentos de análisis y la preparación de otros elementos sintéticos, como el oganesón, que se preparó por bombardeo con iones calcio.

Para investigar la reactividad química de este elemento se ha utilizado ²⁴⁹Cf, que presenta un período de semidesintegración considerablemente mayor y se produce isotópicamente puro por decaimiento de ²⁴⁹Bk (hasta 60 mg al año en el *Oak Ridge National Laboratory*, EE. UU.).^[1,4] Así, se ha podido sintetizar californio metálico en escala de hasta 10 mg (Figura 2) y se ha observado que se trata de un metal plateado, maleable y que se oxida al aire suavemente. También se han preparado y caracterizado una variedad de compuestos de Cf(II), Cf(III) y Cf(IV), tales como óxidos, haluros, oxihaluros, compuestos organometálicos y de coordinación.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. G. Haire. Californium, en *The chemistry of the Actinide and Transactinide elements*, 4.^a ed., vol. 3, L. R. Morss, N. M. Edelstein, J. Fuger, Eds.; Springer: Dordrecht, Países Bajos, 2010, pp. 1499–1576.
- [2] S. G. Thompson, K. Street, Jr., A. Ghiorso, G. T. Seaborg, The new element californium (atomic number 98), *Phys. Rev.*, **1950**, *80*, 790–796.
- [3] (a) R. C. Martin, J. B. Knauer, P. A. Balo, Production, distribution and applications of Californium-252 neutron sources, *Appl. Radiat. Isot.*, **2000**, *53*, 785–792. (b) I. W. Osborne-Lee, C. W. Alexander. ORNL/TM-12760, **1995**, 1–43.
- [4] S. K. Cary *et al.*, Emergence of californium as the second transitional element in the actinide series, *Nature Chem.*, **2015**, *6*, 6827.

RUBÉN MANZANO

Departamento de Química Orgánica II,
Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

ruben.manzano@ehu.es