

# Z = 104, rutherfordio, Rf

El elemento sintético con doble nacionalidad,  
nombrado en honor al padre de la física nuclear

CE: [Rn] 5f<sup>14</sup>6d<sup>2</sup>7s<sup>2</sup>; PAE: 267 (isótopo más estable); PF: 2100 °C (estimado); PE: 5500 °C (estimado); densidad: 23,2 g/cm<sup>3</sup> (estimada);  $\chi$  (Pauling): -; EO: +3, +4; isótopos más estables: <sup>267</sup>Rf, <sup>265</sup>Rf, <sup>263</sup>Rf; año de aislamiento (síntesis): 1964 (*Joint Institute for Nuclear Research*, Dubná, antigua URSS) y 1969 (*Lawrence Radiation Laboratory* de la Universidad de California, Berkeley, EE. UU.).<sup>[1]</sup>

El rutherfordio es un elemento radiactivo que no se encuentra en la naturaleza por lo que debe ser sintetizado. Es el primer elemento transactínido y el segundo miembro de la serie de transición 6d (grupo 4 y período 7).

La autoría sobre el descubrimiento del rutherfordio se atribuye, inusualmente, a dos grupos de investigación: un grupo soviético en 1964<sup>[2]</sup> y otro estadounidense en 1969.<sup>[3]</sup> El primero pertenecía al *Joint Institute for Nuclear Research*, en Dubná (antigua URSS), donde anunciaron que habían detectado el elemento 104 tras bombardear plutonio-242 (<sup>242</sup>Pu) con neón-22 (<sup>22</sup>Ne); concretamente se cree que el isótopo identificado en 1964 era <sup>259</sup>Rf. Los investigadores soviéticos propusieron inicialmente el nombre de kurchatovio (con el símbolo Ku) para el nuevo elemento en honor de Igor Kurchatov, el físico nuclear soviético que lideró el desarrollo de la bomba atómica en la URSS. En 1969, el grupo de investigadores estadounidenses pertenecientes al *Lawrence Radiation Laboratory* de la Universidad de California, en Berkeley, anunciaron que, si bien no habían podido reproducir el experimento de los soviéticos, habían sintetizado el isótopo <sup>257</sup>Rf, bombardeando californio-249 (<sup>249</sup>Cf) con carbono-12 (<sup>12</sup>C). También consiguieron preparar <sup>259</sup>Rf. Los miembros de este grupo proponían llamar rutherfordio a este elemento, en honor de Lord E. R. Rutherford: el neozelandés premio Nobel de Química en 1908, conocido como el padre de la física nuclear.

Temporalmente, la IUPAC adoptó el nombre de unniquadrio (Unq) para el elemento 104. Posteriormente, en 1994, propuso los nombres de dubnio (Db) y rutherfordio (Rf) para los elementos 104 y 106, respectivamente. Así, se descartaba el controvertido nombre de kurchatovio, pero se reconocía al grupo soviético de Dubná su autoría en la síntesis del elemento 104. La polémica por los nombres se extendía a todos los elementos entre el 104 y el 107 y, finalmente, se resolvió de forma que en 1997 se adoptó el nombre de rutherfordio (Rf) para el elemento 104 y de dubnio (Db) para el 105.

Se han logrado sintetizar hasta 16 isótopos del rutherfordio con masas atómicas entre 253 hasta 270 (con la excepción de 264 y 269). Todos ellos son radiactivos y presentan tiempos de vida media muy cortos. Concretamente, después de <sup>267</sup>Rf (con un valor de 1,3 horas), los isótopos más estables son <sup>263</sup>Rf y <sup>265</sup>Rf, con valores de 15 y 1,1 minutos, respectivamente. Al primero de los isótopos presumiblemente identificados, <sup>259</sup>Rf, se le atribuye un valor de 3,2 segundos de vida media.

Los cálculos de diversas propiedades realizados coinciden con la pertenencia del rutherfordio al grupo 4, con un estado de oxidación estable de +4 y otro menos estable de +3. Asimismo, se le atribuyen valores de PF y PE de 2100 °C

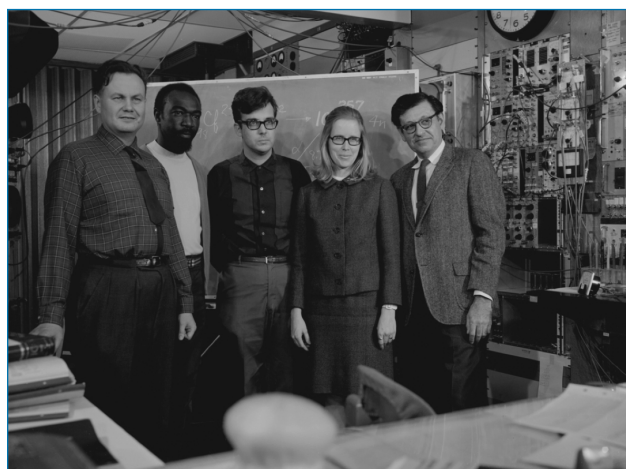
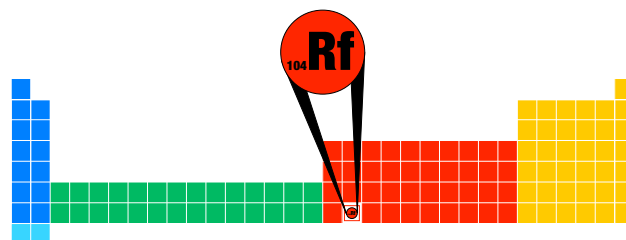


Figura 1. Grupo de investigación del Lawrence Radiation Laboratory que identificó dos isótopos del rutherfordio en 1969: (de izda. a dcha.) Matti Nurmi, Jim Harris, Kari Eskola, Pirkko Eskola y Albert Ghiorso. XBB6903-01735 (Fotografía: Donald Cooksey)

y 5500 °C, respectivamente. Los cálculos también indican que, como el Hf (grupo 4 y período 6), en condiciones normales el rutherfordio sería un sólido con empaquetamiento hexagonal compacto y extremadamente denso (23,2 g/cm<sup>3</sup>). Se estima que el Rf, como el resto de los elementos del grupo 4, forma un óxido RfO<sub>2</sub> muy estable, que reaccionaría con los halógenos para formar tetrahaluros RfX<sub>4</sub>, que se hidrolizarían para dar oxohaluros RfOX<sub>2</sub>. A diferencia del resto de los elementos del grupo 4, sin embargo, se espera que los efectos relativísticos estabilicen espacialmente los orbitales 7s y desestabilicen los 6d.

Debido a su naturaleza sintética y a la corta vida media de sus isótopos, no se conocen aplicaciones del Rf, más allá de su preparación para investigación. Debido a su naturaleza radiactiva, es un elemento extremadamente tóxico.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. A. García, The race for Rutherfordium, *Nature Chemistry*, **2010**, 2, 66.
- [2] G. N. Flerov, Yu. Ts. Oganessian, Yu. V. Lobanov, V. I. Kuznetsov, V. A. Druin, V. P. Perelygin, K. A. Gavrilov, S. P. Tretiakova, V. M. Plotko, Synthesis and physical identification of the isotope of element 104 with mass number 260, *Phys. Lett.*, **1964**, 13, 73–75.
- [3] A. Ghiorso, M. Nurmi, J. Harris, K. Eskola, P. Eskola, Positive identification of two alpha-particle-emitting isotopes of element 104, *Phys. Rev. Lett.*, **1969**, 22, 1317–1320.
- [4] E. K. Hyde, D. C. Hoffman, O. L. Keller, A history and analysis of the discovery of elements 104 and 105, *Radiochimica Acta*, **1987**, 42(2), 57–102.

GOTZONE BARANDIKA ARGOITIA  
Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencia y  
Tecnología, Universidad del País Vasco (UPV/EHU)  
gotzone.barandika@ehu.es