

Z = 103, lawrencio, Lr

En busca de su ubicación en la tabla periódica

CE: [Rn] 5f¹⁴7s²7p¹; PAE: (266); PF 1627 °C (estimado); χ (Pauling): 1,3 (estimada); EO: +3; isótopos más estables: ²⁵⁵Lr, ²⁵⁶Lr, ²⁶⁰Lr, ²⁶¹Lr, ²⁶²Lr, ²⁶⁶Lr; obtención: 1961-1971 (A. Ghiorso y colaboradores, en el *Lawrence Berkeley National Laboratory* y E. D. Donets y colaboradores en el *Joint Institute for Nuclear Research* de Dubna).

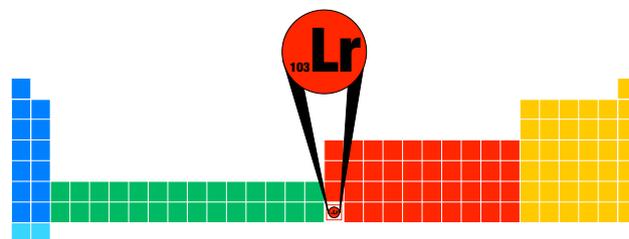
En 1961, en Berkeley, el equipo de A. Ghiorso, T. Sikkeland, A. Larsh y R. M. Latimer bombardearon una muestra que contenía tres diferentes isótopos de Cf con ¹¹B y ¹⁰B y obtuvieron lo que identificaron con el isótopo ²⁵⁷103, posteriormente corregido a ²⁵⁸103 con un período de semi-desintegración de 8±2 s (Figura 1).^[1] Posteriormente, los científicos E. D. Donets, V. A. Shchegolev y V. A. Ermakov de Dubná publicaron la obtención del isótopo ²⁵⁶103 al bombardear ²⁴³Am con ¹⁸O. Sin embargo, fue necesaria la realización de sucesivos experimentos en ambos laboratorios durante los siguientes años, hasta la definitiva confirmación de la existencia del elemento. Así, el *Transferrmium Working Group* creado por la IUPAC para dilucidar las controversias suscitadas en los descubrimientos de algunos elementos asignó el lawrencio a ambos laboratorios, Berkeley y Dubná. La IUPAC aceptó el nombre de lawrencio propuesto por el grupo de Berkeley en honor a Ernest Orlando Lawrence (inventor del ciclotrón) pero asignándole el símbolo Lr, que no fue el inicialmente propuesto.

Se han identificado 12 isótopos de este elemento, desde ²⁵⁵Lr hasta ²⁶²Lr y ²⁶⁶Lr. Este último isótopo se ha identificado como uno de los productos de desintegración del elemento 117, que posee una vida media de 11 h, una de las más elevadas en los isótopos superpesados conocidos hasta la fecha.³ Sin embargo, los estudios de reactividad química se comenzaron a realizar con el ²⁵⁶Lr ($t_{1/2}$ = 27 s) y actualmente se llevan a cabo con ²⁶⁰Lr ($t_{1/2}$ = 2,7 min).

Los experimentos llevados a cabo en 1969 con el elemento mostraron que reaccionaba con el Cl₂(g) para obtener lo que parecía ser LrCl₃. Estudios posteriores con ²⁶⁰Lr confirmaron la trivalencia del Lr al comparar el tiempo de



Figura 1. Inscrición del lawrencio en la tabla periódica por A. Ghiorso y colaboradores^[1]



elución con el de otros actínidos, lo que permitió determinar el radio iónico de Lr³⁺ (88,1 ± 0,1 pm) y su entalpía de hidratación (-3685±13 kJ/mol). Así se dedujo que la contracción actínida al final de la serie era superior que la análoga lantánida, con la excepción del lawrencio debido a efectos relativistas. Sin embargo, aunque la estabilidad relativista de los electrones 7s preveía la existencia de iones Lr⁺, los diferentes experimentos para reducir Lr³⁺ a Lr²⁺ o Lr⁺ han resultado infructuosos.

De esta forma, la configuración electrónica del lawrencio ha presentado ciertas controversias porque hasta muy recientemente se le ha asignado indistintamente las configuraciones 7s²7p¹ o 7s²6d¹. Sin embargo, en el año 2015 se calculó experimentalmente su primer potencial de ionización, IP₁ (4,96 eV en el isótopo ²⁵⁶Lr).^[4] Este valor de IP₁ es significativamente más bajo que el del Lu e inferior al de todos los lantánidos y actínidos, de forma que se confirma la configuración de capa cerrada 5f¹⁴ y 7s² con un electrón adicional debilmente enlazado en el orbital de valencia. Los cálculos teóricos realizados considerando los efectos relativistas concuerdan con dicho valor y predicen un valor del nivel 7s²7p_{1/2} del Lr ~ 180 meV inferior que el del nivel 7s²6d_{3/2}, y parecen confirmar la primera como la configuración electrónica del elemento.

Este hecho ha suscitado diferentes propuestas para la ubicación del lawrencio en la tabla periódica: bien en el grupo 3 junto al Sc, Y y Lu, o bien al final del bloque f, con dos series de quince elementos: La–Lu y Ac–Lr. Los estudios realizados en modelos simples de monohidruros y trihidruros, monocarbonilos o tricloruros apuntan esta última posibilidad porque sugieren que no existen diferencias químicas significativas entre el Lr y otros lantánidos.^[5] De hecho, la IUPAC, con objeto de afrontar dicha cuestión, creó un grupo de trabajo en el año 2015 para establecer una recomendación en la elección de los elementos que deben conformar el grupo 3, hecho que se prevé dilucidar en breve.^[6]

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Ghiorso, T. Sikkeland, A. Larsh, R. M. Latimer, New element, lawrencium, atomic number 103, *Phys. Rev. Lett.*, **1961**, 6(9), 473.
- [2] E. D. Donets, V. A. Shchegolev, V. A. Ermakov, Synthesis of the isotope of element 103 (lawrencium) with mass number 256, *Soviet Atomic Energy*, **1965**, 19(2), 109.
- [3] J. Khuyagbaatar y col., ⁴⁸Ca + ²⁴⁰Bk Fusion reaction leading to element Z=117: Long-Lived α -Decaying ²⁷⁰Db and discovery of ²⁶⁶Lr, *Phys. Rev. Lett.*, **2014**, 112, 172501–172504.
- [4] T. K. Sato y col., Measurement of the first ionization potential of lawrencium, element 103, *Nature*, **2015**, 520, 209–211.
- [5] W. H. Xu, P. Pykko, Is the chemistry of lawrencium peculiar? *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **2016**, 18, 17351–17355.
- [6] IUPAC-Projects, en <https://bit.ly/2HetYxF>, visitada el 03/03/2019.

MAITE INSAUSTI PEÑA
Departamento de Química Inorgánica, UPV/EHU
maite.insausti@ehu.es