

# Z = 49, indio, In

## El metal de la pantalla del móvil

CE: [Kr] 4d<sup>10</sup>5s<sup>2</sup>5p<sup>1</sup>; PAE: 144,82; PF: 157 °C; PE: 2072 °C; densidad: 7,31 g/cm<sup>3</sup>;  $\chi$  (Pauling): 1,78; EO: -5, -2, -1, 0, +1, +2, +3; isótopos más estables: <sup>113</sup>In (4,3 %), <sup>115</sup>In (95,7 %); año de aislamiento: 1867 (Hieronymus Theodor Richter, Friburgo, Alemania).

El indio fue identificado en 1863 por los químicos alemanes Ferdinand Reich y Hieronymus Theodor Richter cuando buscaban trazas de talio (un elemento que se acababa de descubrir) en minerales de zinc mediante análisis espectrográfico. Encontraron una nueva línea de color índigo que atribuyeron a un nuevo elemento, al que llamaron indio debido al color de dicha línea espectral (realmente, el color característico sólo fue detectado por Richter, ya que Reich padecía daltonismo). Finalmente, Richter logró aislarlo en el año 1867.<sup>[1]</sup>

La abundancia del indio en la corteza terrestre es similar a la de la plata (~0,05 ppm). El indio y sus compuestos se encuentran siempre como acompañamiento en minerales de otros metales, principalmente sulfuros de cinc, y sus únicas fuentes proceden de la extracción de ellos y posterior purificación por electrólisis. El indio es un metal dúctil con brillo metálico, un punto de fusión relativamente bajo (157 °C), que no se oxida fácilmente al aire o con el agua y con una aparente baja toxicidad (Figura 1). Hasta el primer cuarto del siglo xx, fue un metal meramente anecdótico del que sólo existían unos pocos gramos. Debido a su bajo punto de fusión y a sus características físicas, a partir de la Segunda Guerra Mundial fue empleado como recubrimiento de cojinetes en motores de aviación. Actualmente, se usa en reactores nucleares (como elemento de absorción de neutrones) y en soldadura (aleaciones con bajo punto de fusión).

Además, la demanda de indio se ha incrementado en los últimos treinta años debido a las aplicaciones del óxido de indio y estaño (ITO, de sus siglas en inglés). El ITO es un óxido mixto compuesto por In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (90 % en peso) y SnO<sub>2</sub> (10 %) cuya fabricación representa el 90 % de la producción mundial de indio. Es un material transparente, con un espectro de absorción que coincide con el del vidrio, y conduce la electricidad. Estas propiedades lo hacen útil como recubrimiento en pantallas táctiles, dispositivos electroluminiscentes, células solares, LEDs, etc. Todas estas aplicaciones han convertido al indio en un metal estratégico cuya producción mundial está liderada por China, Corea del Sur y Japón (unas 450 toneladas en 2016). Las reservas mundiales de indio son inciertas al presentarse siempre como subproducto en menas de otros metales, aunque se estima que podría agotarse en menos de 50 años. Este hecho ha dado relevancia a los procesos de reciclaje del metal y actualmente esta producción secundaria representa una cantidad comparable a la obtenida mediante extracción de las fuentes.<sup>[2]</sup>

La química estructural del indio es muy rica, principalmente la asociada a los compuestos de In<sup>3+</sup>, mientras que los estudios de compuestos con otros estados de oxidación son más recientes y limitados. También tienen gran inte-

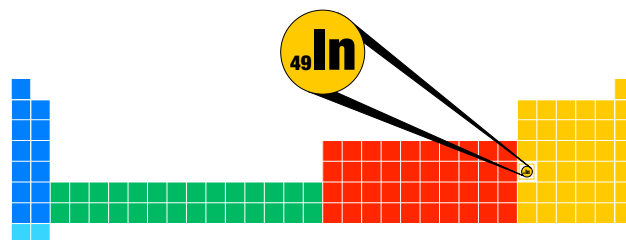


Figura 1. Pieza de indio recién cortada. Se observan el brillo metálico y las marcas de los instrumentos empleados para el corte, indicativas de la ductilidad del metal

res los compuestos con enlace In–In y los clústeres de indio. La combinación de indio con elementos del grupo 15 conduce a materiales semiconductores que se emplean en fibras ópticas y LEDs.<sup>[3]</sup> En el campo de la química orgánica el indio ha despertado gran interés desde finales del siglo xx, cuando se desarrollaron las reacciones de alilación de compuestos carbonílicos con In<sup>0</sup>, que pueden realizarse en medio acuoso debido a la estabilidad del metal en este medio. Posteriormente, se empleó en otros procesos, como reacciones de reducción y radicalarias. El In<sup>+</sup> tiene pocas aplicaciones debido a su fácil oxidación. Sin embargo, las sales de In<sup>3+</sup> se utilizan como ácidos de Lewis en procesos de activación  $\sigma$  y, más recientemente, en la activación de especies insaturadas (activación  $\pi$ ).<sup>[4]</sup> La química organometálica del indio está asociada a procesos de alilación y similares, así como en la aplicación de los organometálicos de indio(III) en reacciones catalizadas por metales de transición, un campo donde este metal se ha mostrado como una herramienta útil y versátil.<sup>[5]</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. E. Weeks, The discovery of the Elements. XIII. Some spectroscopic discoveries, *J. Chem. Ed.*, **1932**, 9, 1413–1434.
- [2] P. Fröhlich, T. Lorenz, G. Martin, B. Brett, M. Bertau, Valuable metals–recovery processes, current trends, and recycling strategies, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **2017**, 56, 2544–2580.
- [3] S. Aldridge, A. J. Downs, Eds., *The Group 13 metals Aluminium, Gallium, Indium and Thallium: Chemical patterns and peculiarities*, Wiley, Chichester, Reino Unido, 2011.
- [4] J. Pérez Sestelo, L. A. Sarandeses, M. M. Martínez, L. Alonso-Marañón, Indium(III) as  $\pi$ -acid catalyst for the electrophilic activation of carbon–carbon unsaturated systems, *Org. Biomol. Chem.*, **2018**, 16, 5733–5747.
- [5] Z. L. Shen, S. Y. Wang, Y. K. Chok, Y. H. Xu, T. P. Loh, Organotin reagents: the preparation and application in organic synthesis, *Chem. Rev.*, **2013**, 113, 271–401.

LUIS A. SARANDESES  
Departamento de Química  
Universidade da Coruña  
luis.sarandeses@udc.es