

# Z = 51, antimonio, Sb

“Antimoneno”: su alótropo de marca España

CE: [Kr] 4d<sup>10</sup>5s<sup>2</sup>5p<sup>3</sup>; PAE: 121,76; PF: 631 °C; PE: 1587 °C; densidad: 6,697 g/cm<sup>3</sup>;  $\chi$  (Pauling): 2,05; EO: -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5; isótopos más estables: <sup>121</sup>Sb, <sup>123</sup>Sb; año de aislamiento: 3000 a. C.

Este elemento se ubica en el bloque “p” del sistema periódico dentro del grupo 15, también conocidos como elementos pnícógenos. Su símbolo químico Sb y su nombre derivan del *stibium*, el nombre en latín que se le dio al mineral que lo contiene de forma más abundante en la naturaleza, como estibina o antimonita, y que consiste en sulfuro de antimonio(III), Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. La estibina era ya utilizada como cosmético por los egipcios. Precisamente, es a partir de este mineral de donde se obtiene industrialmente. No obstante, se trata de un elemento poco abundante en la naturaleza (el antimonio ocupa el puesto 62 en orden de abundancia: 0,2 ppm).<sup>[1,2]</sup>

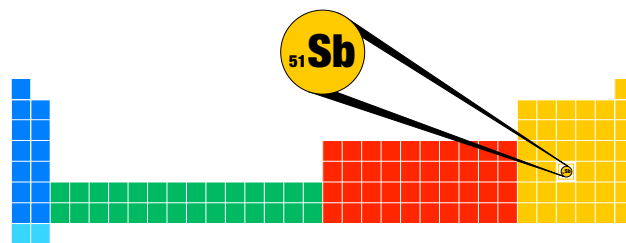
La química del antimonio se asemeja a la del arsénico, si bien es algo menos reactivo, es estable en condiciones ambientales, pero si se calienta en presencia de oxígeno forma el trióxido de antimonio, de fórmula Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Esta especie es soluble en medio básico originando una serie de antimonitos. Ajustando las condiciones de reacción se puede llegar a oxidar hasta Sb<sub>2</sub>O<sub>4</sub> y Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. También forma trihaluros, SbX<sub>3</sub>, por oxidación directa con el correspondiente halógeno. Reacciona con facilidad con azufre para dar la especie Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, que como hemos señalado es la que tiene más presencia en la corteza terrestre. La oxidación a especies de estado de oxidación V es posible utilizando agentes oxidantes fuertes tales como HNO<sub>3</sub>, agua regia, o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado.

La mayor parte del antimonio se usa para la fabricación de diversas aleaciones que se utilizan por ejemplo en la industria electrónica, baterías, revestimiento de cables y cojinetes antifricción. Aleado con plomo, al cual proporciona dureza, fue utilizado por Johannes Gutenberg para fabricar los primeros tipos móviles de la imprenta; esta aleación también se utiliza para fabricar balas.<sup>[2]</sup> Una propiedad poco conocida de este elemento es el particular sonido que emite cuando los cristales se rompen y se producen deslizamientos entre ellos.

Como se observa en la Figura 1, el antimonio presenta brillo metálico y apariencia escamosa, de hecho, tiene una



Figura 1. Imagen de un cristal de antimonio (izda.) y un paso del proceso de exfoliación micromecánica que condujo al aislamiento del alótropo denominado “antimoneno” (dcha).<sup>[4]</sup>



buena conductividad eléctrica (2,5·10<sup>6</sup> S·cm<sup>-1</sup>). El compuesto más importante desde un punto de vista industrial es el trióxido de antimonio(III), dado que es el de mayor número de aplicaciones. Así, principalmente se utiliza como retardante de llama, catalizador para la producción de poliéster y en ciertos pigmentos.<sup>[2]</sup>

De sus cuatro alótropos conocidos, uno metálico estable y tres formas metaestables (explosivo, negro y amarillo), destacan dos: la molécula tetraédrica Sb<sub>4</sub>, conocida como forma amarilla, y la forma gris metálica, que es la más estable. Esta última cristaliza en capas originando una estructura romboédrica, denominada también como  $\alpha$ -Sb. Precisamente es desde el  $\alpha$ -Sb de donde, recientemente,<sup>[3]</sup> se ha aislado el último alótropo descrito de este elemento. Se trata del denominado “antimoneno”, un alótropo que consiste en una estructura basada en una única lámina de  $\alpha$ -Sb, por lo tanto, su espesor corresponde prácticamente a un único átomo. Es un alótropo conceptualmente análogo al grafeno, si bien en el caso del antimoneno la lámina no es perfectamente plana, sino que los átomos tricoordinados de Sb se encuentran alternados proporcionando cierta rugosidad. Se ha aislado mediante exfoliación micromecánica utilizando como material de partida el cristal de antimonio y una cinta adhesiva (Figura 1).

El interés que presenta este alótropo es considerable dado que numerosos cálculos teóricos predicen propiedades extraordinarias y potenciales aplicaciones en la industria micro-/nano-(opto)electrónica así como otras en aplicaciones biomédicas.<sup>[4]</sup> En particular, se espera que tenga semiconductividad y, por lo tanto, se pueda utilizar para fabricar transistores bidimensionales de espesor monoatómico, representado una alternativa al grafeno (no apto para la fabricación de transistores por ser conductor).

No obstante, hay que mencionar que este elemento y alguno de sus compuestos, principalmente en estado de oxidación +3, son considerados potencialmente tóxicos y cancerígenos.<sup>[2]</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. N. Greenwood, A. Earnshaw, *Chemistry of the elements*, 2.<sup>a</sup> Ed., Butterworth Heineman, Oxford, 1997.
- [2] C. Hansell, All manner of Antimony, *Nat. Chem.*, **2015**, 7, 88.
- [3] P. Ares, F. Aguilar-Galindo, D. Rodríguez-San-Miguel, D. A. Aldave, S. Díaz-Tendero, M. Alcamí, F. Martín, J. Gómez-Herrero, F. Zamora, Isolation of highly stable few-layer antimonene under ambient conditions, *Adv. Mater.*, **2016**, 28, 6332–6336.
- [4] P. Ares, J. J. Palacios, G. Abellan, J. Gómez-Herrero, F. Zamora, Recent progress on antimonene: A new bidimensional material, *Adv. Mater.*, **2018**, 30, 1703771.

FÉLIX ZAMORA  
Universidad Autónoma de Madrid  
Sección Territorial de Madrid de la RSEQ  
felix.zamora@uam.es