

# Z = 85, astato, At

El elemento más raro de la naturaleza

CE: [Xe]4f<sup>14</sup> 5d<sup>10</sup> 6s<sup>2</sup> 6p<sup>5</sup>; PAE: 210; PF: 302 °C; PE: - °C; densidad: - g/cm<sup>3</sup>;  $\chi$  (Pauling): 2,2; EO: -1, +1, +3, +5, +7; isótopos más estables: <sup>209</sup>At, <sup>210</sup>At, <sup>211</sup>At; año de aislamiento: 1940 (Dale R. Corson, K. R. MacKenzie y Emilio G. Segrè, California).

En 1869, Dimitri Mendeléiev dejó un espacio en blanco justo debajo del yodo. El elemento que ocuparía dicho hueco se llamó *eka-iodine*. Este hecho, alerta a los científicos sobre la posibilidad de encontrar a un nuevo elemento, como así ocurrió, 71 años después.

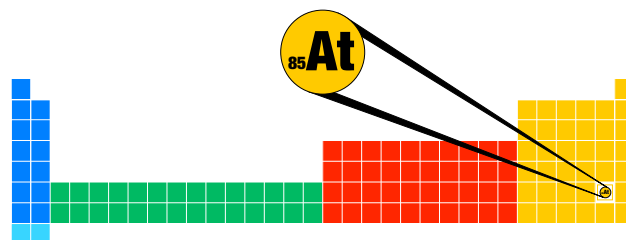
Su nombre actual proviene del griego *αστατος*, *astatos*, que significa *inestable*. De hecho, de sus 81 isótopos conocidos, todos ellos radioactivos, el más estable es el <sup>210</sup>At, que tiene un tiempo de vida media de 8 horas 10 minutos, mientras que el menos longevo es el isótopo <sup>213</sup>At, con tan solo 125 nanosegundos de vida.<sup>[1]</sup> Por esta razón, en el mismo instante de tiempo solo podemos encontrar en toda la superficie terrestre aproximadamente 44mg de este elemento. Es decir, ¡cada kilogramo de litosfera contiene unos 3,5 átomos de At!<sup>[1,5]</sup>

El astato se encuentra en la naturaleza como parte integrante de los minerales de uranio (Figura 1), pero sólo en cantidades traza de isótopos de vida corta, continuamente abastecidos por el lento decaimiento del uranio. De hecho, para obtenerlo artificialmente se usa el mismo procedimiento que utilizaron sus descubridores en 1940, que consiste en bombardear bismuto con partículas *alfa*, generando de esta manera el isótopo <sup>211</sup>At.

Dentro de la tabla periódica, está situado en el grupo 17, período 6, siendo el menos electronegativo de todos los halógenos. Debido a su escasez y radioactividad, muchas de sus propiedades no pueden medirse experimentalmente, por lo que se tienen que estimar basándose en su posición, como por ejemplo su poder oxidante o su carácter metálico. Su alta radioactividad hace que solo algunos laboratorios con técnicas muy especiales y seguridad elevada puedan ser capaces de estudiarlo experimentalmente, manejando cantidades de ultra traza. Por este motivo, su energía de ionización se calculó experimentalmente hace tan solo 5 años; esta medida permitirá saber más sobre la reactividad química de dicho elemento.<sup>[2]</sup>

El astato puede disolverse en agua para formar una disolución muy diluida (10<sup>-11</sup>–10<sup>-15</sup>M) con propiedades similares al yodo, y puede extraerse con CCl<sub>4</sub> cuando se halla como elemento libre en solución. Además, en solución puede ser reducido por el dióxido de azufre y oxidado por el bromo, presentando estados de oxidación con características semejantes a las del ion yoduro, yodo libre e ion yodato. Si se trata con agentes oxidantes fuertes se puede producir el ion astato, pero no el ion perastato, que se obtuvo por primera vez en 1970, usando XeF<sub>2</sub> en medio básico (pH = 11). La química de derivados orgánicos de este elemento es mucho más reducida.<sup>[1]</sup>

Una de las ventajas de ser tan escaso es que no es considerado un elemento de riesgo ni para el medio ambiente ni para la salud humana, aunque se sabe que al igual que el yodo, el astato también puede depositarse en la glándula tiroides.



De forma experimental se han marcado con <sup>211</sup>At muchas moléculas de interés para analizar su utilidad en el tratamiento de algunos tipos de cáncer, por ser potenciales candidatos para la creación de radiofármacos.<sup>[3,4]</sup> El hecho es que, cuando se desintegran, son una fuente de radiación de corto alcance, ideal para la terapia *alfa*. En otras palabras, el núcleo del <sup>211</sup>At libera su energía en forma de chorros de partículas pesadas denominadas *alfa* que depositan una gran cantidad de energía con un corto alcance de aproximadamente 0,05 milímetros, que es, más o menos, el diámetro de una célula cancerosa. Así que toda la energía destructiva se concentra en la célula del cáncer y hace poco daño a las células sanas más alejadas.<sup>[5]</sup>

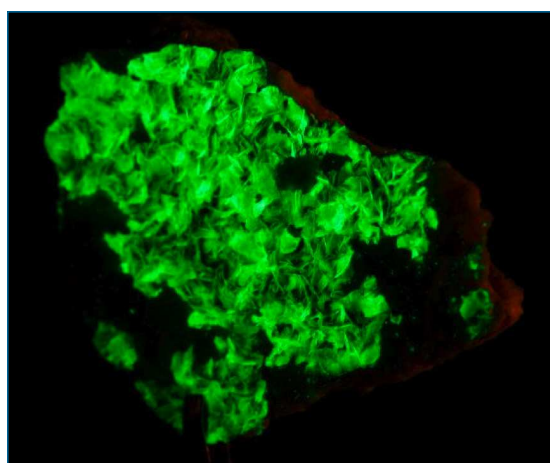


Figura 1. Imagen de un ejemplar del mineral "autunita", fosfato uránico cálcico hidratado [Ca(UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·10–12H<sub>2</sub>O] fotografiado bajo luz ultravioleta<sup>[6]</sup>

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. N. Greenwood, A. Earnshaw. *Chemistry of the elements*, 2.ª ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 1997.
- [2] S. Rothe *et al.*, Measurement of the first ionization potential of astatine by laser ionization spectroscopy, *Nat. Commun.*, **2013**, *4*, 1835.
- [3] F. Guérard, J. F. Gustin, M. W. Brechbiel, Production of [211At]-astatinated radiopharmaceuticals and applications in targeted  $\alpha$ -particle therapy, *Cancer Biother. & Radiopharm.*, **2013**, *28*(1), 1–20.
- [4] W. Bloomer, W. H. McLaughlin, R. D. Neirinckx, S. J. Adelstein, P. R. Gordon, T. J. Ruth, A. P. Wolf, Astatine-211-tellurium radiocolloid cures experimental malignant ascites, *Science*, **1981**, *212*, 340–341.
- [5] M. Asende, <http://esmateria.com/2013/05/15/el-elemento-quimico-mas-raro-del-planeta-se-postula-para-vencer-al-cancer>, visitada el 19/01/2019.
- [6] <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Astatine.JPG>, visitada el 19/01/2019.

PILAR AMO-OCHOA  
Universidad Autónoma de Madrid  
Sección Territorial de Madrid de la RSEQ  
[pilar.amo@uam.es](mailto:pilar.amo@uam.es)