

# Z = 37, rubidio, Rb

## Un nuevo estado de la materia: el condensado de Bose-Einstein

CE: [Kr] 5s<sup>1</sup>; PAE: 85,468; PF: 39,3 °C; PE: 688 °C; densidad: 1,532 g/cm<sup>3</sup>;  $\chi$  (Pauling): 0,82; EO: -1, 0, +1; isótopos naturales: <sup>85</sup>Rb, <sup>87</sup>Rb; año de aislamiento: 1861 (Robert Bunsen y Gustav Kirchhoff, Heidelberg, Alemania).

El rubidio fue descubierto por los alemanes Robert Bunsen (químico) y Gustav Kirchhoff (físico) en 1861 mediante espectroscopia de emisión atómica usando el mineral lepidolita, un filosilicato del grupo de las micas y que actualmente es la fuente comercial de este elemento. Su nombre procede del latín *rubidus* (que significa rojo oscuro) por las dos rayas rojas características de su espectro de emisión. Fue el segundo elemento que Bunsen y Kirchhoff descubrieron usando el espectrómetro que inventaron, tras el cesio (Cs).

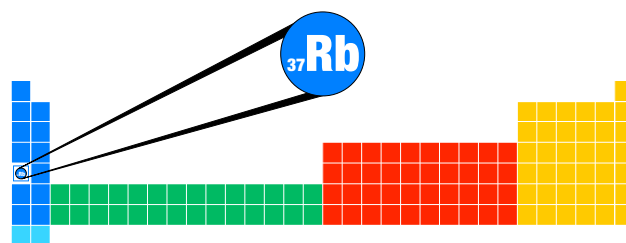
El rubidio elemental es un metal de color gris plata, blando, dúctil, y altamente reactivo, al igual que los demás metales alcalinos. Presenta una estructura cúbica centrada en el cuerpo, y cristaliza en el grupo espacial *Im-3m* ( $a = 5,585(1) \text{ \AA}$  a 5 K).<sup>[1,2]</sup> Al encontrarse en el quinto período su reactividad es aún mayor que el litio (Li), sodio (Na) y potasio (K), reaccionando muy violentamente con agua, produciendo incluso la ignición del hidrógeno liberado. Por ello, debe almacenarse bajo aceite mineral seco, en vacío o en atmósfera inerte.

Se han sintetizado un total de 24 isótopos de Rb, aunque solamente dos de ellos son naturales: el <sup>85</sup>Rb (abundancia de 72,2 %), que es estable; y <sup>87</sup>Rb (abundancia de 27,8 %), que es radioactivo, con una vida media de 48,8·10<sup>9</sup> años (decae a <sup>87</sup>Sr). Gracias a esto la datación mediante rubidio-estroncio es una técnica radiométrica de gran certidumbre para el fechado de tiempos muy grandes, y es utilizada para rocas y muestras lunares ya que la vida media del <sup>87</sup>Rb es superior a la edad de la Tierra (4,6·10<sup>9</sup> años).

En la actualidad, las dos fuentes más ricas en rubidio se encuentran en Canadá y en Italia, aunque siempre se encuentra en la naturaleza junto con el cesio. La separación de Rb y Cs es difícil, y se realiza a través de una cristalización fraccionada de alumbre de rubidio y cesio, consiguiendo obtenerse alumbre de rubidio puro tras 30 pasos. El metal puede obtenerse reduciendo RbCl con Ca en vacío, o calentando el RbOH con Mg en corriente de H<sub>2</sub>.

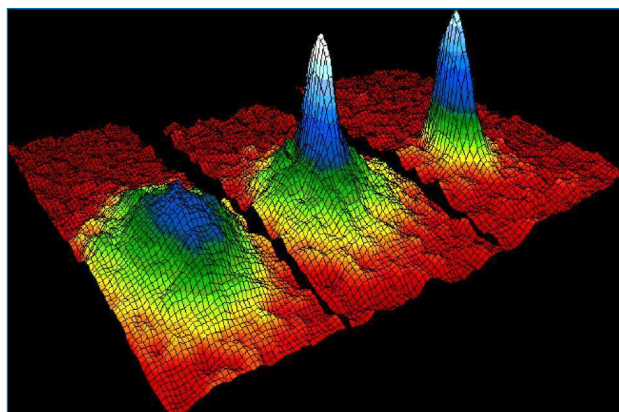
El rubidio no tiene muchas aplicaciones industriales, por lo que su producción mundial no supera las 4 toneladas anuales, a pesar de ser el vigésimo tercer elemento más abundante de la corteza terrestre. Al ser fácilmente ionizable, se puede utilizar en motores iónicos de vehículos espaciales, aunque el Cs es más eficaz. Los compuestos de Rb son empleados en fuegos artificiales para generar el color púrpura.

El <sup>87</sup>Rb se emplea en la construcción de relojes atómicos, que utilizan una frecuencia de resonancia atómica normal. El <sup>133</sup>Cs es el estándar primario utilizado por la *Oficina Internacional de Pesas y Medidas* para definir el segundo (que es la duración de 9.192.631.770 oscilaciones de la radiación emitida en la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del <sup>133</sup>Cs a una temperatura de 0 K), y el <sup>87</sup>Rb se usa como estándar secundario. De



hecho, el rubidio se usa para el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), para producir un “estándar de frecuencia primaria” que tiene mayor precisión y es menos costoso que los estándares de cesio.<sup>[3]</sup>

La aplicación más relevante de la historia del Rb tuvo lugar en 1995, cuando Eric A. Cornell y Carl E. Wieman enfriaron vapores de <sup>87</sup>Rb a 170 nanoKelvin, descubriendo un nuevo estado de la materia, el condensado de Bose-Einstein (Figura 1). Este tipo de estado, predicho en 1924 por Satyendra Nath Bose y Albert Einstein, se da en ciertos materiales (bosones) a temperaturas cercanas al cero absoluto, en los que una cantidad macroscópica de los bosones pasan al estado fundamental, es decir, los átomos ultraenfriados comparten un estado cuántico común. En este punto fenómenos cuánticos microscópicos se hacen aparentes macroscópicamente. Dos ejemplos de condensados son la superconductividad y la superfluidez. Cornell y Wieman recibieron, junto a Wolfgang Ketterle, el premio Nobel de Física por lograr este nuevo estado de la materia con átomos de rubidio.<sup>[4]</sup> Los condensados de Bose-Einstein son muy prometedores para realizar computación cuántica.



**Figura 1.** Creación de un nuevo estado de la materia obtenido en un gas de átomos de Rb, el condensado de Bose-Einstein (<https://bit.ly/2FjGrOW>, visitada el 12/03/2019). De izquierda a derecha se muestra la distribución atómica en la nube justo antes de la condensación, al inicio de la condensación y después de la condensación completa. Los picos altos corresponden a un gran número de átomos

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. M. Kelly, W. B. Pearson, The rubidium transition at ~180 K, *Can. J. Phys.*, **1955**, 33, 17–24.
- [2] C. S. Barrett, X-ray study of the alkali metals at low temperatures, *Acta Cryst.*, **1956**, 9, 671–677.
- [3] I. Georgescu, Rubidium round-the-clock, *Nature Chem.*, **2015**, 7, 1034–1034.
- [4] The Nobel Prize in Physics 2001, NobelPrize.org. <https://bit.ly/2EY19Tr>, visitada el 12/03/2019.

GUILLERMO MÍNGUEZ ESPALLARGAS  
Instituto de Ciencia Molecular (ICMol)  
Universidad de Valencia  
[guillermo.minguez@uv.es](mailto:guillermo.minguez@uv.es)