

Esta serie rescata algunos temas didácticos para ayudarse en la exposición de cada uno de los elementos químicos en un curso de Química General o de Química Inorgánica.

Neón, argón, kriptón, xenón y radón

Laura Gasque*

Abstract

Historic, descriptive and applicative aspects of the five heavier noble gases are presented, together with the incipient chemistry of xenon and krypton.

Resumen

Se discuten algunos aspectos históricos, descriptivos y de aplicación de los cinco gases nobles más pesados. También se presenta la incipiente química del xenón y el kriptón.

Introducción

A pesar de las propiedades semejantes que poseen los elementos de esta particular familia de la tabla periódica, sus tan distintas abundancias relativas en nuestro planeta, son importantes para comprender sus aplicaciones. Antes de empezar a describir las particularidades de cada uno de ellos, es conveniente echarle una mirada a la tabla comparativa que se muestra a continuación:

Gas	ppb ²	% de la atmósfera	Precio por gramo en USD	Peso atómico	Precio por mol
He	5.2×10^3	0.000524	0.12	4	0.48
Ne	1.82×10^4	0.00182	0.06	20	1.2
Ar	9.34×10^6	0.934	0.0012	39.95	0.048
Kr	1.0×10^3	0.0001	0.14	83.8	11.73
Xe	9×10^1	0.000009	0.92	131.3	120.8
Rn		10^{-19}		(222)	

¹ La autora agradece la información proporcionada por Ted Soderlund, de Nova Gas Technologies, Charleston, South Carolina, US.

² ppb es una unidad de concentración que se lee "partes por billón". Dada la confusión entre el billón inglés y el billón hispano hay que aclarar que por convención se acepta que 1 ppb = 1 microgramo/1L.

* Departamento de Química Inorgánica y Nuclear, Facultad de Química, UNAM, México.

Correo electrónico: gasquel@servidor.unam.mx

Recibido: 5 de marzo de 2005; aceptado: 15 de mayo de 2005.

Neón

Aunque es el cuarto elemento más abundante en el Universo, en la Tierra es bastante escaso, ya que apenas constituye el 0.00182% de la atmósfera. Se obtiene de la licuefacción y destilación fraccionada del aire.

El neón es conocido principalmente por su utilización en anuncios luminosos. El ingeniero e inventor francés Georges Claude fue el primero en producir la "luz de neón" a principios del siglo XX, aplicando una descarga en un tubo sellado lleno de este gas. El llamativo color rojo de la luz que producían estos tubos, los hacía poco prácticos para la iluminación común, pero la idea de Claude, de utilizarlos en anuncios publicitarios, resultó tan buena que hasta la fecha son ampliamente aprovechados para este fin. Al mezclar neón con otros gases nobles y/o mercurio, y usando diversos recubrimientos fluorescentes sobre el vidrio, en la actualidad pueden producirse "luces de neón" de hasta 150 colores distintos (Van der Krogt, 2005).

El neón líquido tiene propiedades únicas entre otros líquidos criogénicos, ya que su calor latente de vaporización es más del triple que el del hidrógeno y 41 veces mayor que la del helio. También tiene la mayor de las razones gas/líquido, 1445:1, lo que significa que un litro de líquido produce 1,445 litros de gas, a temperatura ambiente. Debido a estas propiedades, sus usos como un refrigerante más económico que el Helio, han venido en aumento. El programa espacial utiliza neón líquido como refrigerante para crear temperaturas semejantes a las del espacio durante la prueba de satélites (Neon Applications, 2005 Praxair).

El Ne es, después del helio, el elemento más inerte de la tabla periódica. No se han logrado aislar compuestos de Ne, aunque se han logrado detectar los iones NeH^+ , HeNe^+ , NeAr^+ por espectrometría de masas.

Argón

El argón es por mucho el más abundante de los gases nobles, constituyendo casi un 1% del aire que respiramos, razón por la cual fue el primero en aislarse (Gasque, 2006) y es el más empleado de todos.

Su principal uso es como gas inerte, en aquellas aplicaciones en las que el nitrógeno sí reacciona,

como es en la obtención de algunos metales que a altas temperaturas forman nitruros, principalmente el aluminio, magnesio y titanio. También con el tungsteno de los filamentos de los focos reacciona el nitrógeno, por lo que éstos se llenan con argón. Otro uso de la atmósfera de argón es en la producción de cristales de silicio y germanio usados en la industria de los semiconductores.

En comparación con los gases comunes, los gases nobles tienen una muy baja capacidad calorífica, que como su nombre lo indica, es una medida de la capacidad de la materia para almacenar calor. Esta baja capacidad calorífica se debe a que, por ser monoatómicos, estos gases no poseen —y por lo tanto no pueden almacenar—, ni energía vibracional ni rotacional, sino sólo energía traslacional (Specific heat capacity, 2005). El argón por ser el más abundante y económico de los gases nobles se utiliza como aislante térmico en las ventanas de doble vidrio, ampliamente utilizadas en los países con climas extremos.

También se utiliza como aislante térmico en los trajes de buceo (Taylor, 2005), pues además de ser un mejor aislante que el aire, tiene la ventaja adicional de que por ser más denso, es menos comprimible, lo que a las elevadas presiones del fondo del mar se vuelve muy importante.

En cuanto a la existencia de compuestos de Argón, hasta la fecha sólo existe la descripción hecha en el año 2000 por científicos finlandeses, del HArF. Este compuesto se obtuvo mediante fotólisis de HF en una matriz de argón sólido y su identidad fue esclarecida mediante espectroscopía vibracional apoyada por cálculos mecánico-cuánticos (Khriachtchev, 2000).

Existen también informes de la existencia de compuestos de inclusión, o clatratos, en los el argón ha sido atrapado en una red de moléculas como el agua o la hidroquinona.

Kriptón

Casi diez mil veces más escaso que el argón, el kriptón tiene pocas aplicaciones. Fue descubierto por Ramsay y Travers en 1898, cuando en realidad buscaban un elemento de la nueva familia de gases inertes que se situara en la tabla periódica entre el Argón y el Helio. Encontraron antes al Kriptón, que es el que sigue en peso al Argón.

Se utiliza en algunas lámparas fluorescentes, y en un tipo de flash utilizado en fotografía de alta

velocidad. Para la cirugía ocular se utilizan rayos láser producidos con una mezcla de kriptón y flúor

A semejanza con el argón, el kriptón se utiliza como aislante térmico en ventanas de doble vidrio. Tiene mejores propiedades que el argón, pero es considerablemente más caro, por lo que recientemente los fabricantes han empezado a comercializar una mezcla de estos dos gases que produce la mejor relación costo/beneficio.

El kriptón sirvió por un poco más de dos décadas como patrón para la definición del metro. En octubre de 1960, la Undécima Conferencia General de Pesos y Medidas, definió al metro como 1,650,763.73 longitudes de onda (en el vacío) de la luz correspondiente a la línea naranja del espectro atómico del ^{86}Kr . Esta definición quedó obsoleta cuando en 1983 se optó por definir al metro como la distancia que viaja la luz en el vacío durante $1/299792458$ de segundo (Penses, 2003).

En cuanto a la existencia de compuestos químicos de kriptón, el mejor estudiado es el KrF_2 , del cual se conoce bien su estructura cristalina. También existen clatratos de kriptón en fenol y/o hidroquinona.

Xenón

Probablemente debido a su escasez y elevado precio, son realmente pocas las aplicaciones del xenón. Se emplea en la fabricación de lámparas de muy alta intensidad, como las de los aviones o las pistas de aterrizaje.

Recientemente se ha propuesto el uso del xenón como anestésico, pues posee excelentes cualidades y muy baja toxicidad, pero con el serio inconveniente de costar 2000 veces más que el N_2O empleado actualmente (The worldwide anaesthetist, 2000).

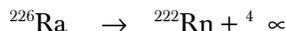
Tal vez lo más interesante del xenón, es que es el menos inerte de los gases nobles. En 1962, gracias a los experimentos de Neil Bartlett, se derrumbó el paradigma de la inercia de esta familia de la tabla periódica. El primer compuesto conteniendo un gas noble, fue el hexafluoroplatinato de xenón, con fórmula $\text{Xe}(\text{PtF}_6)_n$, donde $n = 1$ ó 2 , que es un sólido cristalino de color rojo. Más tarde se encontró que el xenón puede combinarse directamente con el flúor para producir una serie de fluoruros, XeF_2 , XeF_4 y XeF_6 , los cuales, a pesar de ser relativamente estables, tienen como principal aplicación la de actuar como agentes fluorantes. El XeF_2 se encuentra disponible comercialmente, por aproximadamente 100 dólares el gramo. También se ha descrito en la

literatura la preparación y propiedades de dos óxidos, el XeO_3 y el XeO_4 , y algunas sales como el $\text{Na}_4\text{XeO}_6 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ y el Cs_2XeF_8 (Cotton, F.A, 1999).

Radón

Químicamente inerte, pero radiactivo, el radón es el más pesado de los gases nobles y uno de los gases más pesados que existen (el gas más pesado es el UF_6 con un peso molecular de 352). A condiciones normales de presión y temperatura el radón es incoloro, pero cuando se le enfría por debajo de su punto de fusión (202K), presenta una fosforescencia amarilla. Se han realizado algunos experimentos que sugieren que reacciona con el flúor elemental, pero no se han caracterizado los productos debido a la peligrosidad de las radiaciones emitidas.

Su nombre proviene de “*radium emanation*”, ya que inicialmente se le detectó precisamente como producto de la desintegración radiactiva del radio, que a su vez proviene del Uranio y del torio



Se conocen veinte isótopos del radón, de los cuales el más estable, el ^{222}Rn , tiene una vida media de 3.823 días; esto explica en parte su escasez. Se calcula que hay aproximadamente un átomo de Rn por cada 10^{21} moléculas de aire y se puede encontrar en algunos manantiales, algunos de ellos de aguas termales. El radón brota naturalmente del suelo si en el subsuelo hay yacimientos de minerales radiactivos y dependiendo del tipo de construcción y ventilación que tenga una casa, puede haber acumulación de radón en las partes bajas, principalmente en los sótanos. En los Estados Unidos se estima que una de cada quince casas habitación tiene un nivel de radiación elevado debido a la infiltración de gas radón. En nuestro país no hay estudios completos al respecto, pero como se sabe que la actividad volcánica generalmente va acompañada de emisión de radón, en la actualidad se mide sistemáticamente la radiactividad del aire en sitios potencialmente peligrosos para predecir terremotos o erupciones.

En la actualidad se sabe que la radiación producida por el radón es cancerígena; sin embargo, existen informes que le adjudican una actividad terapéutica en el tratamiento de enfermedades tan diversas como artritis reumatoide, asma, esclerosis múltiple

y fiebre del heno. Los defensores de estas terapias argumentan que a bajas dosis, la radiación promueve el correcto funcionamiento del sistema inmune, cuyas fallas originan las mencionadas enfermedades (Why radon therapy? 2004). ■

Referencias

- Cotton, F.A, Wilkinson, G., Murillo, C.A., Bochman, M. *Advanced Inorganic Chemistry 6th Ed.* Wiley-Interscience, New York, 1999.
- Neon Applications. Consultada por última vez el 14 de noviembre de 2005 en la URL <http://www.praxair.com/praxair.nsf/>
- Gasque, L. El descubrimiento de los gases nobles. *Educ. Quím.* 17[1], 84-86 (2005).
- Gasque, L. Helio, *Educación Química*, 11(3) 331-332 (2000).
- Khriachtchev, L., Pettersson, M., Runenberg, N., Lundell, J., Räsänen, M., *Nature*, 406, 874-876 (2000).
- Penses, W.B. Timeline for the definition of the meter. *National Institute of Standards and Technology*. Consultada por última vez el 14 de noviembre de 2005, en la URL <http://www.mel.nist.gov/div821/museum/timeline.htm>
- Specific heat capacities. Consultada por última vez el 14 de noviembre de 2005 en la URL http://encyclopedia.laborlawtalk.com/Heat_capacity
- Taylor, L. *Why Argon works*. Consultado por última vez el 14 de noviembre de 2005 en la URL <http://www.subaqua.co.uk/reference/why-argon.shtml>
- The world wide anaesthetist. *Drugs and volatiles*. Consultada por última vez el 14 de noviembre de 2005 en la URL <http://www.anaesthetist.com/anaes/drugs/index.htm>
- Van der Krogt, Peter. Neon. *Elementymology and element multidict*. Consultada por última vez el 14 de noviembre de 2005 en la URL <http://www.vanderkrogt.net/elements/element.html>
- Why radon therapy? Consultada por última vez el 14 de noviembre de 2005 en la URL <http://www.radonmine.com/why.html>