

## Revisión

### Estudio teórico del grupo VIII-A de la tabla periódica.

Theoretical study the group VIII-A from the periodic table Grupo viii-a de la tabla periódica

**Est. Lianneis Bring Rivero**, Universidad de Granma, Cuba <sup>(1)</sup>

**Est. Yolanda Moreno Arévalo**, Universidad de Granma, Cuba <sup>(2)</sup>

**Est. Darlin Yanet Beatón Castillo**, Universidad de Granma, Cuba <sup>(3)</sup>

**M. Sc. Niurka Magaly Vázquez De Dios**, Universidad de Granma, Cuba <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Estudiantes de 4<sup>to</sup> Año. Carrera Licenciatura en Educación. Química. Facultad de Educación Media. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba. [lianneisbring@gmail.com](mailto:lianneisbring@gmail.com)

<sup>(2)</sup> Estudiantes de 4<sup>to</sup> Año. Carrera Licenciatura en Educación. Química. Facultad de Educación Media. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba. [yolandamorenoarevalo89@gmail.com](mailto:yolandamorenoarevalo89@gmail.com)

<sup>(3)</sup> Estudiantes de 4<sup>to</sup> Año. Carrera Licenciatura en Educación. Química. Facultad de Educación Media. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba. [darlinyanetbeatoncastillo@gmail.com](mailto:darlinyanetbeatoncastillo@gmail.com)

<sup>(4)</sup> Profesora Auxiliar. Master en Investigación Educativa. Licenciada en Educación Especialidad Química. Docente. Departamento Química, Universidad de Granma, Granma, Cuba. [nvazquezd@udg.co.cu](mailto:nvazquezd@udg.co.cu). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1708-5210>.

## Resumen

El tema del presente trabajo se ha explicado en diferentes bibliografías de forma simplificada y general. No obstante, el colectivo de autores realiza un análisis teórico en el que sistematizan aspectos importantes de la periodicidad química, se profundiza, se amplía y se particulariza en algunos aspectos indicados en la asignatura del currículo Periodicidad Química como relación con las propiedades periódicas, tanto atómicas como de las sustancias simples y complejas. Muchas de las relaciones periódicas estudiadas a través del grupo de los gases nobles se convierten en reglas que sirven como



herramientas para predecir y explicar propiedades de las sustancias y sus transformaciones. Para todo ello se hace un estudio teórico y práctico. Es resultado del proceso docente educativo en la carrera, constituye trabajo extracurricular de la asignatura Periodicidad Química.

**Palabras claves:** gases nobles; periodicidad; propiedades periódicas; química

**Abstract:**

The topic of this research work has been explained in different bibliographies is a simplify and general. However, the collective of authors perform a theoretical analysis in which they systematize important aspects related to the chemical periodicity, is which, we deep, expand and particutirize in some aspects related to the periodic properties, not only atomics but the simple and complex. The noble gases turning to ruler that serve as tools to predict and explain properties of the substances and its transformation. That 's why it 's important the realization of this theoretical and practice study. This article is made through the teaching learning process of the career and it is part of the extracurricular work presented and defend in the subject Chemical Periodicity.

**Key words:** noble gases; periodicity; periodic properties; chemistry.

**Introducción**

La Ley Periódica formulada por Mendeleiev en el siglo XIX así como su clasificación periódica de los elementos y la Tabla Periódica (TP) correspondiente pusieron en orden muchos aspectos de la Química conocidos en aquella época. Además, permitió hacer predicciones acerca de elementos y sustancias desconocidos o no suficientemente estudiados en aquel momento y sentó las bases para impulsar el posterior desarrollo de investigaciones trazando rutas definidas y más seguras en medio de todo el material existente.

El descubrimiento de los gases nobles constituye uno de los episodios más interesantes en el curso de las investigaciones realizadas por los científicos en todas las épocas. Todo comenzó cuando Cavendish 1785 hizo pasar una descarga eléctrica a través de una mezcla



de oxígeno (O) y aire en presencia de disolución alcalina. Todo el nitrógeno (N) de la mezcla se convirtió en óxido nítrico ( $\text{NO}_x$ ), siendo absorbido este por la disolución alcalina, pero una parte del aire quedó sin reaccionar ni ser absorbido. Él estimó que dicho residuo era diferente del nitrógeno (N), así como del oxígeno (O). Esta observación permaneció ignorada por más de un siglo (Blanco y Pereyra, 2001, p. 277).

En 1882, John Willian Strutt, Lord Rayleigh, comenzó una investigación sobre la densidad de los gases. En sus experimentos le sorprendió que la densidad del nitrógeno (N) obtenido a partir del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) siempre era alrededor de un 0,4-1% menos denso que el de eliminar del aire, el oxígeno (O), el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ).

Pocos años después se determinó que al reaccionar el nitrógeno (N) obtenido a partir del aire con magnesio rojo, quedaba un residuo, este gas tenía una densidad algo mayor que la del nitrógeno (N) inicial. Analizando aspectos de este gas residual se descubrió grupos de líneas rojas y verdes no observadas anteriormente en los espectros de otras sustancias gaseosas (Blanco y Pereyra, 2001, pp. 277-278).

En agosto de 1894 anunciaron el descubrimiento del primer gas noble, al que llamaron argón (Ar) del griego, inerte, inactivo. En 1960, al realizarse un estudio de un eclipse solar se descubrió una línea amarilla que no correspondía con la de los elementos hasta entonces conocidos, se descubrió entonces el elemento helio (He), del griego helios, sol. En 1895 se descubrió que el mineral de uranio contenía no solo argón (Ar) sino también helio (He).

Al descubrirse el argón (Ar) y el helio (He) se llegó a la conclusión de que debía existir una familia de esos elementos. Continuando sus trabajos, Ramsay partió del aire al estado líquido y por laboriosas técnicas de destilación y Liquefacción logró obtener neón (Ne), kriptón (Kr), y xenón (Xe), en 1898.

Los esposos Curie habían observado que cuando el aire se ponía en contacto con compuestos de radio se volvía radiactivo. Se demostró que uno de los productos de la desintegración del radio (Ra) era un



gas al que le dio nombre de nitón, actualmente se le denomina radón por haberse encontrado por primera vez en los compuestos de radio (Ra).

En química, se denomina gases nobles o gases inertes a un conjunto de elementos químicos que conforman el grupo 18 (VIIIA) de la tabla periódica de los elementos químicos. El descubrimiento de la Ley periódica a partir de la ubicación de los elementos químicos en la TP constituyó una verdadera revolución en la Química, y en las Ciencias Naturales, permitió ordenar y sistematizar los conocimientos acumulados hasta el momento acerca de los elementos químicos, sus sustancias simples y compuestas. Por ello se desarrolla este artículo, en el que se expone los resultados del estudio teórico de la familia gases nobles orientado y defendido en el currículo a través de la asignatura Periodicidad Química.

### **Desarrollo**

El trabajo investigativo se realiza a partir de métodos teóricos de la investigación que sustentan los resultados de la sistematización teórica y práctica, permiten emitir criterios y valoraciones, así como arribar a conclusiones. Se explica y resumen las características generales de los elementos químicos gases nobles y de los átomos de los elementos químicos del grupo objeto de estudio y de sus sustancias simples, así como la variación de sus propiedades en la TP de 18 columnas, a partir de la relación causa-efecto en su vinculación con la naturaleza y la vida cotidiana, la salud y el medio ambiente, a partir de la elaboración y la interpretación de tablas, esquemas.

Gases nobles: un grupo de elementos químicos de la TP

Inicialmente, a estos elementos se les bautizó “gases nobles” o “gases raros”, dado que se pensaba en la época que eran elementos totalmente inertes químicamente y, por lo tanto, muy raros en el universo. Ambas características resultaron ser falsas. Hoy en día se prefieren gases nobles, traducción de Edelgas, término alemán que el químico Hugo Erdmann los bautizó en 1898.



Los gases nobles son un grupo de elementos químicos con propiedades muy similares. Se sitúan en el grupo 18 (VIIIA) de la tabla periódica (anteriormente llamado grupo 0). Los seis gases nobles son helio (He), neón (Ne), argón (Ar), Kriptón (Kr), xenón (Xe), y el radiactivo radón (Rn). Bajo condiciones normales, son gases monoatómicos inodoros, incoloros y presentan una reactividad química muy baja. Los gases nobles constituyen el grupo menos reactivo de la tabla periódica.

Los puntos de fusión y de ebullición tan bajos de los gases nobles indican que las fuerzas de dispersión que mantienen los átomos unidos en las fases sólida y líquida son muy débiles. Hasta la fecha, sólo se han aislado compuestos químicos de los tres miembros más pesados del grupo: kriptón, xenón y radón. Se conocen pocos compuestos del kriptón, pero el xenón tiene una química extensa. El estudio de la química del radón es muy difícil porque todos los isótopos de radón son altamente radiactivos.

#### Características generales

- Presentan poca o nula reactividad química, o sea, no reaccionan fácilmente. Esto se debe a que su última capa electrónica o nivel de energía se encuentra siempre completo.
- Están carentes de olor, color y sabor.
- Presentan puntos de fusión y ebullición muy próximas y muy bajas, con apenas 100 °C de diferencia, por lo que casi siempre están en estado gaseoso, aunque se pueden transformar a líquido solo en rangos de temperatura muy precisos.
- Se comportan como gases ideales bajo condiciones normales de presión y temperatura (1atm y 0 °C), es decir, se puede considerar que sus partículas no interactúan y cumplen con la ecuación de los gases ideales.

En el caso del helio, presenta propiedades muy particulares: posee puntos de fusión y ebullición más bajos que cualquier sustancia conocida, es el único elemento que presenta súper fluidez (estado del fluido que no presenta viscosidad, es decir, que fluye sin fricción), y no puede transformarse en sólido en condiciones de presión estándares. Dichas propiedades y otras se fundamentan en las propiedades



atómicas de cada uno de elementos que conforman el grupo objeto de estudio, que aparecen en la tabla que sigue.

Tabla 1.

Propiedades atómicas.

Propiedad	Gases nobles					
Número atómico	2	10	18	36	54	86
Nombre del elemento	Helio	Neón	Argón	Kriptón	Xenón	Radón
Densidad(kg/m <sup>3</sup> )	0,1785	0,9002	1,7818	3,708	5,851	9,970
Radio atómico(nm)	0,050	0,070	0,094	0,109	0,130	0,152
Punto de ebullición(°C)	-268,83	-245,92	-185,81	-151,70	-106,60	-62
Punto de fusión (°C)	-272	-248,52	-189,6	-157	-111,5	-71

Nota. Esta tabla muestra la variación de propiedades con el aumento del número atómico.

El radio atómico de los gases nobles aumenta de un período a otro debido al incremento del número de electrones. El tamaño del átomo se relaciona con varias propiedades. Por ejemplo, el potencial de ionización disminuye a medida que aumenta el radio ya que los electrones de valencia en los átomos más grandes se encuentran más alejados del núcleo y, por lo tanto, no se encuentran ligados tan fuertemente por el átomo. Los gases nobles tienen los mayores potenciales de ionización de cada período, lo cual refleja lo estable que es su configuración electrónica y que genera su falta de reactividad química. Ellos no pueden aceptar un electrón para formar aniones estables, esto quiere decir que poseen una afinidad electrónica negativa.

Los gases nobles tienen el mayor potencial de ionización de cada período como se observa en el gráfico que sigue:

Figura 1.

Gráfico del potencial de ionización de los gases nobles.





Nota. El gráfico representa el Helio como el gas noble de mayor potencial de ionización y el Radón con menor potencial de ionización en el grupo.

#### Variación de las propiedades periódicas

- Elemento de mayor radio atómico el Rn: con el aumento del número atómico el radio atómico aumenta. Aumentan los niveles de energía, disminuye la carga nuclear efectiva y la distancia que existe del núcleo a los electrones de valencia se hace mayor.
- Elemento de mayor electronegatividad He: en el grupo con el aumento del número atómico el radio atómico aumenta, la carga nuclear disminuye, disminuyendo en consecuencia el poder de atracción que ejerce el núcleo sobre los electrones del enlace.
- Elemento de mayor energía de ionización He: En el grupo con el aumento del número atómico como consecuencia directa del aumento del tamaño del átomo con el consecuente debilitamiento de la atracción que el núcleo ejerce sobre los electrones del enlace, la carga nuclear efectiva no cambia apreciablemente de un elemento a otro.
- Elemento de mayor electroafinidad He en el grupo con el aumento del número atómico, el radio atómico aumenta y la carga nuclear disminuye, disminuyendo la electroafinidad o sea, la tendencia de un átomo de adquirir un electrón adicional y formar un ión monovalente negativo se hace menor.
- Elemento de mayor carácter metálico (carácter reductor) Rn: En el grupo con el aumento del número atómico el radio atómico aumenta y la carga nuclear disminuye, aumentando el carácter metálico por lo que ceden los electrones de valencia con mayor facilidad.



- Elemento de mayor carácter oxidante (carácter no metálico) He: en el grupo con el aumento del número atómico, el radio atómico aumenta y disminuye la carga nuclear efectiva de igual forma el carácter oxidante o sea la capacidad de un núcleo de atraer se hace menor.

La tabla que sigue muestra como varían las propiedades periódicas en el grupo objeto de estudio.

Tabla 2.

Variación propiedades periódicas.

Propiedades periódicas	Variación en el grupo con el aumento del número atómico
Tamaño de los átomos	Aumenta
Carácter metálico	Aumenta
Electronegatividad	Disminuye
Reductoras de las sustancias simples	Aumenta
Oxidantes de las sustancias simples	Disminuye
Básicas de los óxidos e hidróxidos	Aumenta
Ácidas de los óxidos e hidróxidos	Disminuye
Electroafinidad	Disminuye

#### Usos y aplicaciones

Todos los gases nobles estables se encuentran en la atmósfera, aunque sólo el argón (Ar) está presente en cantidades considerables. El helio (He) se encuentra en concentraciones altas en algunos depósitos subterráneos de gas natural, donde se ha estado acumulando por la desintegración de elementos radiactivos de la corteza terrestre. Los yacimientos de gas del suroeste de Estados Unidos se cuentan entre los más grandes del mundo, y ese país es el principal productor de helio (He) del planeta. De hecho, cuando se descubrieron esos depósitos el precio del helio (He) bajó de 88 dólares por litro (1915) a 0.05 centavos de dólar por litro (1926) (Rayner, G. 2000, p.410). Puesto que el helio (He) es el gas con la segunda densidad más baja [la más baja es la del dihidrógeno (H<sub>2</sub>)], se le usa para inflar globos.

Hoy en día, el público sólo piensa en los dirigibles como vehículos de publicidad, pero la Guardia Costera estadounidense los ha estado usando también como estaciones de radar aéreas de larga permanencia, para identificar los vuelos ilegales que transportan drogas. Además, se ha usado el



dirigible para estudiar las copas de los árboles de la selva amazónica, tarea vital que sería muy difícil realizar por otros medios.

El helio (He) se usa en las mezclas de gases para la inmersión en alto mar como sustituto del nitrógeno gaseoso del aire, que es más soluble en la sangre. La velocidad del sonido es mucho mayor en el helio, por su baja densidad, que en el aire. Como mucha gente sabe, esto hace que quienes respiran helio (He) tengan voz como de "ardillita". Cabe añadir que la combinación de helio seco y la frecuencia más alta de las vibraciones en la laringe pueden dañar la voz de quienes usan a menudo el gas como diversión.

El helio (He) líquido tiene gran importancia científica porque es la única forma segura de enfriar aparatos científicos a temperaturas muy bajas. Muchos equipos usan imanes superconductores para obtener campos magnéticos muy intensos, pero actualmente las bobinas sólo se vuelven superconductoras a temperaturas cercanas a 0° K. Todos los demás gases se obtienen como subproductos de la producción de di oxígeno (O) a partir del aire.

También se obtiene un poco de argón (Ar) de la síntesis industrial del amoníaco (NH<sub>3</sub>), donde se acumula durante el reciclaje de los gases atmosféricos no utilizados. La producción de argón (Ar) es considerable, y se acerca a las 106 toneladas anuales. Su principal uso es como atmósfera inerte para procesos metalúrgicos a altas temperaturas. Tanto el argón (Ar) como el helio (He) se usan como atmósfera inerte en soldadura; el neón (Ne), argón (Ar), kriptón (Kr) y xenón (Xe) se usan para obtener diferentes colores en las luces de "neón".

Los gases nobles más densos, sobre todo el argón (Ar), se han usado para llenar el espacio entre las capas de vidrio de ventanas aislantes térmicas. Este uso se basa en la baja conductividad térmica de estos gases; por ejemplo, la del argón a 0°C es de  $0.017 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  (Rayner, G. 2000, p.411).

El aire seco a la misma temperatura tiene una conductividad térmica de  $0.024 \text{ J}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ . La gran abundancia del argón (Ar) en la atmósfera es el resultado de la desintegración radiactiva del potasio 40



$^{40}\text{K}$ ), el isótopo radiactivo natural del potasio (K). Este isótopo captura un electrón interno para formar argón 40 ( $^{40}\text{Ar}$ ) (Rayner, G. 2000, p.411)

Debido a su baja reactividad es posible usarlos como aislantes para contener sustancias muy reactivas o peligrosas. En refrigerantes criogénicos, mediante procesos que extraen calor y disminuyen la presión, se transforman los gases en líquidos, y estos líquidos son ideales para mantener funcionando maquinarias delicadas como imanes super-productores o equipos de resonancia magnéticas nucleares.

Se usan como componente respirable: el helio (He) mezclado con otros gases, se usa en los tanques de astronautas y buzos, ya que reduce el efecto narcótico del llamado mal de profundidad, que es causado por una alta concentración de gases en la sangre y tejidos. En el relleno de globos inflamables o dirigibles: el helio (He) es más liviano que el aire y muy seguro, un perfecto reemplazo de hidrógeno (H), que es altamente inflamable.

Para la iluminación puede usarse el neón (Ne), argón (Ar), xenón (Xe) y kriptón (Kr). Para fabricar láseres, que se utilizan en cirugías o procedimientos industriales.

#### Aspectos biológicos

El radón (Rn), se acumula dentro de las construcciones. La radiación que libera al desintegrarse podría ser un peligro significativo para la salud. Los isótopos de radón (Rn) se producen durante la desintegración del uranio (U) y el torio (Th). Sólo un isótopo, el radón 222 ( $^{222}\text{Rn}$ ), tiene una vida media lo bastante larga (3.8 días) como para causar problemas importantes, y este isótopo en particular se produce durante la desintegración del uranio 238 ( $^{238}\text{U}$ ).

Este proceso ocurre continuamente en las rocas y suelos, y el radón (Rn) que se produce normalmente escapa hacia la atmósfera. Sin embargo, el radón (Rn) que se forma debajo de las casas penetra a través de grietas en los pisos de concreto y las paredes de los sótanos, proceso que se intensifica cuando la presión dentro de la casa es menor que la presión externa. Este diferencial de presión se presenta



cuando ventiladores, secadores de ropa y otros dispositivos mecánicos bombean aire hacia el exterior de la casa.

Además, la preocupación por ahorrar energía han llevado a construir casas más herméticas, lo que impide el intercambio de aire interior, rico en radón (Rn), y aire exterior fresco. En realidad no es el radón (Rn) el que constituye el problema, sino los isótopos radiactivos sólidos que produce su desintegración subsecuente. Estas partículas sólidas se adhieren al tejido pulmonar y posteriormente lo irradian con partículas alfas y betas, rompiendo células e incluso iniciando cánceres pulmonares (Rayner, G. 2000, p.415)

Tal problemática se detecta después de un incidente en la Estación Generadora Nuclear Limerick en Pennsylvania. Al salir de las instalaciones, los trabajadores tienen que pasar por un detector de radiación para comprobar que no se hayan contaminado con materiales radiactivos (este proceso se muestra en la película *Silkwood*). Por accidente, uno de los trabajadores, Stanley Watras, entró en la planta, pasó por el detector, y éste se activó. Los investigadores no entendieron lo que estaba pasando hasta que examinaron su casa, la cual mostró niveles muy altos de radiación a los que él y su familia estaban expuestos constantemente. La radiación era el resultado de niveles enormes de radón (Rn) y de sus productos de desintegración que se habían filtrado al interior de la casa (Rayner, G. 2000, p.415)

Existen pruebas concluyentes de que una exposición a niveles elevados de radón (Rn) incrementa la probabilidad de contraer cáncer pulmonar. Sin duda, el fumar representa un peligro mucho mayor que la exposición al radón (Rn) para una persona ordinaria. Sin embargo, los investigadores han descubierto casas en las que los niveles de radiación son cerca de 100 veces mayores que los normales. Por lo regular estas casas están construidas sobre depósitos geológicos que producen niveles altos de radón (Rn).



Es posible hacer que un técnico certificado examine una casa, o usar un proceso de ensayo aprobado, pero siempre es aconsejable tener bien ventilada la casa para evitar no sólo una posible acumulación de radón (Rn) sino también, en términos más generales, para expulsar continuamente todos los contaminantes del aire que están presentes en la mayor parte de los hogares y oficinas herméticas modernas.

### Conclusiones

1. El descubrimiento de los gases nobles constituye uno de los episodios más interesantes en el curso de las investigaciones realizadas por científicos en todas las épocas.
2. Muchas de las relaciones periódicas estudiadas a través del grupo de los gases nobles se convierten en reglas que sirven como herramientas para predecir y explicar propiedades de las sustancias y sus transformaciones.

### Referencias bibliográficas

- Blanco, J. y Pereyra, J. (2001). *Química Inorgánica. Enlace químico. Periodicidad química*. Tomo I. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación.
- Rayner, G. (2000). *Química inorgánica descriptiva*. 2da Ed. México: Pearson Educación.

