



HALÓGENOS, UNA HISTORIA PERIÓDICA

Jocelyne Jacqueline Olvera Montalvo,¹ Alberto Segura Quezada y César R. Solorio-Alvarado*¹

¹ Universidad de Guanajuato, Campus Guanajuato, Dvisión de Ciencias Naturales y Exactas,
Departamento de Química. *e-mail: csolorio@ugto.mx

RESUMEN: Uno de los medios para organizar la disciplina de muchos científicos a lo largo de la historia y que continuará siendo la base de muchos argumentos, es la tabla periódica. Clasificando los elementos como metaloides, tierras raras, metales y no metales, entre los que destacan los “halógenos” uno de los grupos de elementos de dicha tabla más importantes en la química orgánica. Muchas de las propiedades químicas de los elementos se basan en su configuración electrónica, dando con ello similitud entre elementos adyacentes pertenecientes al mismo grupo. El esfuerzo de los científicos del siglo XIX para sistematizar la química de los elementos, era refutable pero acertado.

ABSTRACT: One of the main strategies to organize the chemistry areas by the scientist during the history and which it will be continuing the base of many arguments, es the periodic table. Classifying the elements as metalloids, rare earth, metals and non-metals, among the more representatives are the “halogens”, which is one of the more important group in organic chemistry. A lot of the chemical properties of the elements are based on their electronic configuration, which gives similarities among the contiguous elements in the same group. The effort of the scientists of the XIX century to organize the chemistry of the elements were refutable nevertheless successful.

Palabras Clave: Halógenos, Tabla Periódica, Descubrimiento de elementos



ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Propiedades periódicas de los halógenos	3
2.1 Propiedades del Flúor	3
2.2 Propiedades del Cloro	3
2.3 Propiedades del Bromo	3
2.4 Propiedades del Yodo	4
2.5 Propiedades del Astatato	4
3. Descubrimiento de los halógenos	4
3.1 Descubrimiento del Flúor	4
3.2 Descubrimiento del Cloro	5
3.3 Descubrimiento del Yodo	5
3.4 Descubrimiento del Bromo	6
3.5 Descubrimiento del Astatato	7
4. Fuentes naturales de los halógenos y sus aplicaciones	8
4.1 Presencias en la naturaleza del Flúor	8
4.2 Presencias en la naturaleza del Cloro	8
4.3 Presencias en la naturaleza del Bromo	9
4.4 Presencias en la naturaleza del Yodo	9
4.5 Presencias en la naturaleza del Astatato	9
5. Los halógenos como hoy los conocemos	10
6. Referencias	10, 11



1. INTRODUCCIÓN

Los halógenos correspondientes al grupo 17 o 7A son uno de los elementos de mayor importancia en la química orgánica, siendo estos los partícipes de reacciones y síntesis orgánica en los laboratorios [Petrucci y Bissonnette, 2011]. Organizándose acorde a su masa molar y electronegatividad, nos ayudan a entender el porqué de las reacciones, por ende, la manera en la que estos participan para que la reacciones se lleven a cabo.

2. PROPIEDADES PERIÓDICAS DE LOS HALÓGENOS

Flúor

- Punto de ebullición (pe): 85°K.
- Punto de fusión (pf): 53°K
- Configuración electrónica:
 $[\text{He}]2s^22p^5$
- Radio atómico (Å): -
- Radio iónico (Å): 1,36
- Radio covalente (Å): 0,72
- 1.ª Energía de ionización: 1681,0 KJ·mol⁻¹
- Electronegatividad: 4.0
- Afinidad Electrónica: 328 KJ·mol⁻¹

Cloro

- Configuración electrónica:
 $[\text{Ne}]3s^23p^5$
- Radio atómico (Å): -
- Radio iónico (Å): 1,81
- Radio covalente (Å): 0,99
- Energía de ionización: 1251,2 KJ·mol⁻¹
- Electronegatividad: 3.0
- Afinidad electrónica: 349 KJ·mol⁻¹

Bromo

- Configuración electrónica: $[\text{Ar}] 3d^{10} 4s^2 4p^5$
- Radio atómico (Å): -
- Radio iónico (Å): 1,95 (-1), 0,39 (+7)
- Radio covalente (Å): 1,14
- Energía de ionización: 1140 KJ·mol⁻¹
- Electronegatividad: 2.96
- Afinidad electrónica: 325 KJ·mol⁻¹



Yodo

- Configuración electrónica:
 $[\text{Kr}]4d^{10}5s^25p^5$
- Radio atómico (Å): -
- Radio iónico (Å): 2,16
- Radio covalente (Å): 1,33
- Energía de ionización: 1008,4
 $\text{Kj}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Electronegatividad: 2.5
- Afinidad electrónica: 295,2
 $\text{Kj}\cdot\text{mol}^{-1}$

Astato

- Configuración electrónica:
 $[\text{Xe}]4f^{14}5d^{10}6s^26p^5$
- Radio atómico (Å): -
- Radio iónico (Å): -
- Radio covalente (Å): -
- Energía de ionización: 920
 $\text{Kj}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Electronegatividad: 2.0
- Afinidad electrónica: 270,2
 $\text{Kj}\cdot\text{mol}^{-1}$

3. DESCUBRIMIENTO DE LOS HALÓGENOS

Flúor

Muchos fueron los intentos de obtener el flúor en su forma más pura, pero no se tuvo éxito alguno, debido a su alta reactividad que cobró la vida de varios químicos, a los cuales se les conoce como “mártires del flúor” [Quiñones y Estrada, 2014]. Esto no fue motivo suficiente como para que científicos predecesores analizaran las técnicas empleadas para su obtención, tal es el caso de Edmond Frémy quien en 1884 intentó aislarlo mediante electrólisis y fue el primero en obtener ácido fluorhídrico puro, pero no cumpliendo el objetivo principal.

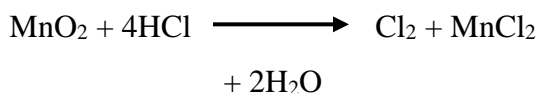
Dos años más tarde, el aprendiz de Edmon Frémy, Henri Moissan continuó con el intento mediante técnicas de electrólisis del fluoruro de hidrógeno combinado con KF, mediante el uso de una celda electrolítica, para ello colocó un cátodo de cobre y ánodo de níquel, logrando aislar el elemento flúor (Fig. 1.) en su forma pura [Quiñones y Estrada, 2014].



Figura 1. Fluorita fuente natural del flúor.

Cloro

Carl Wilhelm Scheele siendo el descubridor del oxígeno y con el fin de seguir trabajando en su obtención mediante otros métodos químicos, hizo reaccionar pirolusita MnO_2 con ácido clorhídrico;



Sin embargo, al realizar dicha reacción en 1774 obtuvo al elemento cloro (Fig. 2.) sin darse cuenta [Quiñones y Estrada, 2014]. Como muchos de los científicos investigadores, Scheele trabajaba bajo condiciones muy peligrosas y tenía el hábito de probar las sustancias que

descubría, por lo que al estar trabajando con mercurio sufrió intoxicación, lo que causó su muerte.



Figura 2. Salmuera fuente natural del cloro.

Yodo

Para el año 1811, Bernardo Courtois era hijo de un fabricante de salitre (sal obtenida del $NaNO_3/KCl$ usado en la fabricación de pólvora negra), el cual ayudaba a su padre recolectando residuos de algas con el fin de obtener KNO_3 [Quiñones y Estrada, 2014]. Al quemar estas mismas, extraía sus cenizas con agua y posteriormente las purificaba por cristalización fraccionada, al terminar quedaban impurezas de azufre las cuales eliminaba calentándolas con H_2SO_4 , pero al ser un joven innovador y curioso añadió un exceso de ácido y observó que



se desprendían vapores que condensaban como cristales en forma de agujas violetas y con un brillo un tanto metálico [Quiñones y Estrada, 2014].

Quizá se pregunten... ¿Por qué usaba algas?

Estas tenían la particularidad de extraer iones del yodo (Fig. 3.) que se encontraba presente en el mar.

Como se trataba de un joven que ayudaba en las labores de su padre, no pudo continuar con su investigación por lo que cedió a sus amigos Desormes y Clément su descubrimiento, los cuales en 1813 anunciaron el descubrimiento de dicha sustancia sin desacreditar a su verdadero descubridor y amigo. Dicha noticia llega a oídos de Davy y Gay Lussac los cuales demostraron que se trataba de un nuevo elemento químico [Quiñones y Estrada, 2014]. Lussac al observar los vapores violetas que habían llamado la atención del joven Courtois nombra a dicho elemento como “Iodine” del griego (violeta).



Figura 3. Yodo puro.

Bromo

Simplemente una historia peculiar...

Como se darán cuenta, al prestar atención al descubrimiento del Yodo, comprenderán mejor la siguiente anécdota.

En 1825 Antonio Balard quiso perfeccionar el trabajo hecho por Courtois, obteniendo el yodo de manera diferente. A partir de los residuos de ceniza salina, empleaba extracción fraccionada, pero en ciertas fracciones se encontraba con un líquido rojizo con un aroma fuerte similar al cloro y desagradable, por lo que a su mente llegó que se trataba de una mezcla de yodo y cloro [Anónimo, 2016].

Años antes el científico Liebig había estudiado este líquido, pero jamás le dio



la mínima importancia y lo dejó en un armario.

Balard prosiguió con su investigación ya que, al actuar agua y almidón sobre la disolución procedente de las cenizas de algas marinas, se formaban dos capas: la inferior de color azul (haciendo la suposición de que se trataba del yodo) y la superior (líquida y de tono rojizo). El informe acerca del nuevo descubrimiento llega a la Academia de Ciencias y nombraron al nuevo elemento como Bromo (Fig. 4) el cual se deriva del griego “Bromos (mal olor)” [Anónimo, 2016].

Liebig al saber del nuevo elemento de Balard corrió a su armario donde había quedado en el olvido aquel líquido, del cual hubiera sido el descubridor si no se hubiera anticipado a conclusiones, por lo que a dicho armario lo llamo “armario de las equivocaciones”. Tiempo después Liebig redactó la siguiente frase “No fue Balard quien descubrió el bromo, sino el bromo lo descubrió a él”.



Figura 4. Bromo

Astato

Este elemento es el más joven de los halógenos, ya que su descubrimiento fue en 1940 por los científicos Dale R. Corson, Ross Mackenzie y Gino Segré, los cuales mediante un ciclotrón bombardearon fragmentos de Bi con partículas alfa aislando dicho elemento [Fernando Pino, 2015]. Sus descubridores le otorgaron el nombre hoy conocido “Astato (inestable)” (Fig. 5.) en base a que se trata del halógeno más pesado y de los más inestables, por ende, es altamente radioactivo y poco se sabe de él.

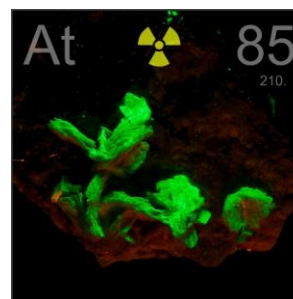


Figura 5. Astato



4. FUENTES NATURALES DE LOS HALÓGENOS Y SUS APLICACIONES

Previo a ello, es necesario recordar que debido a la alta reactividad de los halógenos, estos se encuentran en la naturaleza únicamente formando compuestos [Shriver y Atkins, 2008].

Flúor

El flúor se encuentra presente en la corteza terrestre en minerales como la fluorita (CaF_2), criolita (Na_3AlF_6) y las fluoroapatitas ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$). Como sabemos, el flúor es el elemento oxidante de mayor fuerza, por lo que su obtención a partir de sus compuestos no podría realizarse con una oxidación con otro elemento [Shriver y Atkins, 2008].

Usos industriales

- Fabricación del sólido UF_6 empleado para procesar combustible nuclear.
- SF_6 usado como gas aislante en dispositivos eléctricos de alto voltaje.
- HF empleado para el grabado de vidrios y la producción de teflón.
- $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$ como refrigerante en el

aire acondicionado (no contaminante).

- Presente en pastas dentales.

Cloro

Se encuentran principalmente como NaCl en mares y lagos salinos, para obtenerlo de manera pura se requiere de métodos como la electrólisis, en el cual se implementa sal de roca fundida o mejor conocida como “salmuera” [Albert y Geoffrey, 2000].

Usos industriales

- Empleado en productos blanqueadores (papel, textiles) y desinfectantes.
- El KClO_3 se usa en la cabeza de los cerillos junto con otros compuestos que generan fricción.
- Producción de plásticos como el PVC y PVDC.
- En la química orgánica empleado como catalizador para la obtención de polietileno y polipropileno.
- En la metalurgia se emplea para la fabricación de Ti (cohetes), Al, Mg, Ni y Si en forma pura.



Bromo

Naturalmente se encuentra formando bromuros alcalinos y alcalinotérreos [Albert y Geoffrey, 2000].

- Empleado en la síntesis orgánica.
- Los bromuros orgánicos son usados como pesticidas y los inorgánicos son empleados en la revelación de fotografías.
- En la industria farmacéutica, tal como en el tratamiento contra la epilepsia y como sedante.
- Usado como aditivo en la gasolina que tenían como antidetonante $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}$.

Yodo

Se encuentra formando los yodatos de sodio (NaIO_3) y de potasio (KIO_3) en lugares con nitratos de metales alcalinos [Shriver y Atkins, 2008]. Recordando también su presencia en las algas marinas como se había mencionado en su descubrimiento. Sin embargo, la manera actual de obtenerlo es mediante salmueras¹ de pozos petrolíferos [Atkins y Jones, 2012].

1. Salmueras: Agua saturada de sal.

Usos industriales

- El yodo como tal cuenta con pocos usos, sin embargo, disuelto en EtOH es empleado como antiséptico.
- Yoduros agregados a la sal de mesa “sales yodadas” esto debido a que el yodo es un elemento esencial para los seres vivos.

Astato

Se obtiene mediante la desintegración de U y Th. Este elemento posee alrededor de 20 isótopos, por lo que su tiempo de vida es de aproximadamente 7.5 horas, desintegrándose debido a la captura electrónica y por emisiones alfa [Shriver y Atkins, 2008]. Debido a su corto tiempo de vida, resulta imposible obtener grandes cantidades de este elemento.

Usos industriales

Como se ha mencionado previamente el At tiene un tiempo de vida media corto, por lo que aún no se han denotado usos implementados con certeza, caso de ello es su empleo para atacar células cancerosas.



5. LOS HALÓGENOS COMO HOY LOS CONOCEMOS

Si bien se recuerda en el año de 1869 Dmitri Mendeleev y Lothar Meyer propusieron la ley periódica, los trabajos realizados por Mendeleev fueron de mayor impacto que los de Meyer, el motivo era muy claro, este primero, dejó espacios en blanco al realizar la tabla periódica los cuales correspondían a elementos aún no descubiertos, además de que realizó la corrección de las masas atómicas del In y U [Petrucci y Bissonnette, 2011]. Lo sorprendente era el hecho de que Mendeleev sabía que aún había elementos por descubrir, lo que ocurrió al poco tiempo, por lo que científicos de la época no tardaron en reconocer y aceptar dicha tabla [Petrucci y Bissonnette, 2011].

A pesar de sus acertadas incertidumbres, Mendeleev, no llegó a considerar un espacio para los gases nobles ni halógenos [Petrucci y Bissonnette, 2011]. Estos últimos fueron clasificados por el químico Döbereiner, el cual, al observar similitudes en la masa atómica de algunos de los halógenos como Cl, Br y I, los denomina “triadas” argumentando que la

masa de la triada es intermedia entre la de los otros dos [Chang y Goldsby, 2013].

¿algún comentario final?

REFERENCIAS

Libros:

Ralph H. Petrucci, F. Geoffrey Herring, Jeffrey D. Madura y Carey Bissonnette. Química General. Décima edición PEARSON EDUCACIÓN, S. A., Madrid, 2011

Páginas consultadas: 360 a 386

Raymond Chang y Kenneth A. Goldsby Química. Undécima edición, 2013. MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Páginas consultadas: 328 a 349, 356 a 358.

Catherine E. Housecroft y Alan G. Sharpe Química Inorgánica. Segunda edición PEARSON EDUCACIÓN, S. A., Madrid, 2006

Páginas consultadas: 468 a 477

Peter Atkins y Loretta Jones Principios de Química *Los caminos del descubrimiento*. Quinta edición Médica Panamericana, 2012

Páginas consultadas: 654 a 659



Shriver y Peter Atkins
Química Inorgánica. Cuarta edición
McGraw – Hill Interamericana, 2008
Páginas consultadas: 400 a 425

F. Albert Cotton y Geoffrey Wilkinson,
F.R.S.
Advanced Inorganic Chemistry 2000
LIMUSA, S. A.
Páginas consultadas: 587 a 593

Brown, Lemay y Bursten
Química: La ciencia central, 7ª Ed.
PRENTICE HALL
Páginas consultadas: 832 a 833

Artículos, pdf.:

Saúl Holguín Quiñones J. M. Daniel Estrada Guerrero. (2014). El hidrógeno, los gases nobles y los halógenos. En Halógenos UAM (1 - 53). México, D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana (División de Ciencias Básicas e Ingeniería Departamento de Ciencias Básicas).

José Antonio Bustelo Lutzardo, Javier García Martínez, Pascual Román Polo. (Recibido: 08/04/2011. Aceptado: 07/06/2011.). Los elementos perdidos de la tabla periódica: sus nombres y otras curiosidades. En Historia de la Química

(1 - 8). Real Sociedad Española de Química 2012: Real Sociedad Española de Química.

Sitios Web:

Anónimo. (2016). EL ORIGEN DE LOS NOMBRES DEL YODO Y DEL BROMO. 10 de mayo de 2019, de Heurema Sitio web: <http://www.heurema.com/Origenes/Origenes23-IBr/I-Br.pdf>

Fernando Pino. (noviembre de 2015). Características del astato. 10 de mayo de 2019, de VIX Sitio web: <https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/5283/caracteristicas-del-astato>

Anónimo. (2018). Propiedades Químicas. 2019, de Lenntech Sitio web: <https://www.lenntech.es/services/services.htm>