

Revisión Recibido: 24 de mayo de 2023
 Aceptado: 20 de junio de 2023

Estudio Teórico Del Grupo Zinc, Cadmio, Mercurio.

Study of the Zinc, Cadmium, Mercury Group of the Periodictable

Est. Odelay Yaqui Viltres, Universidad de Granma, Bayamo, Blas Roca Calderío. Cuba ⁽¹⁾

Est. Beatriz Bernis Trenal, Universidad de Granma, Bayamo, Blas Roca Calderío. Cuba ⁽²⁾

Est. Aylín Idielsi Aguilar Domínguez, Universidad de Granma, Bayamo, Blas Roca Calderío. Cuba ⁽³⁾

M. Sc. Niurka Magaly Vázquez De Dios, Universidad de Granma, Bayamo, Blas Roca Calderío. Cuba ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Estudiantes de 4º Año. Carrera Licenciatura en Educación. Química. Alumno ayudante. Facultad de Educación Media. Universidad de Granma. Bayamo. Campus Blas Roca Calderío. Cuba. odelay2411@nauta.cu

⁽²⁾ Estudiantes de 4º Año. Carrera Licenciatura en Educación. Química. Alumno ayudante. Facultad de Educación Media. Universidad de Granma. Bayamo. Campus Blas Roca Calderío. Cuba. bbernist@estudiantes.udg.co.cu

⁽³⁾ Estudiantes de 4º Año. Carrera Licenciatura en Educación. Química. Alumno ayudante. Facultad de Educación Media. Universidad de Granma. Bayamo. Campus Blas Roca Calderío. Cuba. aylinaguilardominguez@gmail.com

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

Resumen

El tema del artículo ha sido explicado en disímiles bibliografías de forma abreviada y completa. No obstante, el colectivo de autoras realiza un análisis teórico en el que concretan aspectos importantes de la periodicidad química, se profundiza, se desarrolla y se especifican algunos aspectos indicados en la asignatura del currículo Periodicidad Química como la relación entre las propiedades periódicas, tanto atómicas como de las sustancias simples y compuestas. Muchas de las reglas periódicas estudiadas a través



del grupo 12 de la Tabla Periódica se convierten en regulaciones que sirven como herramientas para predecir y explicar propiedades de las sustancias y sustransformaciones. 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: periodicidad química; propiedades periódicas; química; sustancias simples; sustancias compuestas.

Abstract:

The subject of the article has been explained in dissimilar bibliographies in an abbreviated and complete way. However, the group of authors carries out a theoretical analysis in which important aspects of chemical periodicity are specified, deepened, developed and specified in some aspects indicated in the subject of the Chemical Periodicity curriculum such as the relationship between periodic properties, both atomic as well as simple and compound substances. Many of the periodic rules studied through group 12 of the Periodic Table become regulations that serve as tools to predict and explain properties of substances and their transformations. For all this, a theoretical and practical study is carried out. It is the result of the educational teaching process in the career, it constitutes extracurricular work of the Chemical Periodicity subject.

Key words: chemical periodicity; periodic properties; chemistry; simple substances; compound substances

Introducción

La Tabla Periódica (TP) de los elementos es un registro de todos los elementos químicos conocidos por la humanidad. Es una herramienta fundamental para la química, la biología y otras ciencias naturales, se actualiza con el pasar de los años, conforme se conoce más sobre las propiedades de la materia y las relaciones entre los elementos químicos.



La primera versión de la TP fue publicada en 1869 por el profesor de química ruso Dimitri Mendeléyev, y contenía 63 de los 118 elementos hoy conocidos en la naturaleza y estaba organizada basándose en sus propiedades químicas. Por otra parte, el profesor de química alemán Julius Lothar Meyer publicó una versión ampliada pero basándose en las propiedades físicas de los átomos (Citada por Educación, 2019).

Ambos estudiosos organizaron los elementos químicos en filas, teniendo la previsión de dejar espacios en blanco en donde intuían que habrían elementos aún por descubrir. En 1871 Mendeléyev publicó otra versión de la TP que agrupaba los elementos según sus propiedades comunes en columnas enumeradas desde la I hasta la VIII conforme al estado de oxidación del elemento. Finalmente, en 1923 el químico americano Horace Groves Deming publicó una TP con 18 columnas identificadas que constituye la versión utilizada actualmente (Citada por Educación, 2019).

Los elementos químicos están ordenados en forma de tabla según su número atómico (número de protones), su configuración electrónica y sus propiedades químicas. En esta tabla están organizados en filas y columnas los elementos químicos, que muestran cierta periodicidad o sea los elementos químicos que pertenecen a una misma columna tienen propiedades similares.

La TP actual está estructurada en siete filas (horizontales) denominadas períodos y en 18 columnas (verticales) llamadas grupos o familias. Los elementos químicos están ordenados en orden creciente de sus números atómicos, es decir, el número atómico aumenta de izquierda a derecha en el período y de arriba hacia abajo en el grupo.

Teniendo en cuenta dichos aspectos se elabora el presente trabajo el que tiene como objetivo el estudio del subgrupo del cinc y explicar las periodicidades químicas de los elementos químicos aplicando los conocimientos sobre el sistema y la Ley Periódica. Además de explicar la relación estructura – propiedad – aplicación de las sustancias inorgánicas sobre la base de los conocimientos de la estructura de estos.

Desarrollo

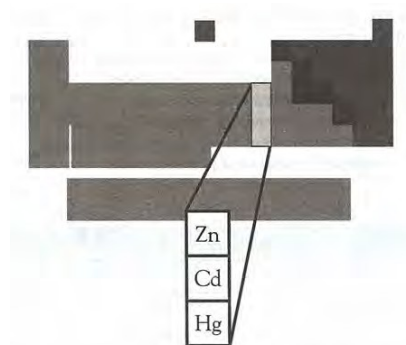


El trabajo se realiza a partir de métodos teóricos como: análisis-síntesis, inducción-deducción y revisión de documentos que sustentan los resultados de la sistematización teórica y práctica, permiten emitir criterios y valoraciones, así como arribar a conclusiones. A partir del estudio teórico se explica y resumen las características generales de los elementos químicos del grupo II B de la TP aplicando los conocimientos sobre el sistema y la Ley Periódica. Además de explicar la relación estructura – propiedad – aplicación de las sustancias inorgánicas del grupo objeto de estudio sobre la base de los conocimientos de la estructura de estos. De la misma manera se tienen en cuenta la relación causa-efecto en la vinculación de estos con la naturaleza y la vida cotidiana, la salud y el medioambiente, a partir de la elaboración y la interpretación de tablas, esquemas.

Elementos químicos del grupo 12 de la TP.

Los elementos del grupo 12, aunque a veces se incluye en entre los metales de transición, tienen una química muy diferente de la de esa serie; por tanto, el grupo 12 se considerará por separado. Aunque están al final de la serie de los metales de transición, se comportan como metales de los grupos representativos; de hecho, se parecen mucho a los metales del grupo 2. El zinc es el miembro más común del grupo, tanto química como bioquímicamente.

Figura 1. Gráfico de la ubicación del grupo 12 en la TP.



Fuente. Rayner-Canham, (2000).

Configuración electrónica más externa: $(n-1) d^{10} ns^2$

Enlace químico: enlace metálico



Tipo de partícula: atómica




Número de oxidación más probable:

- Zinc: Prácticamente el único estado de oxidación que presenta es el 2+
- Cadmio: Su estado de oxidación más común es el 2+. Puede presentar el estado de oxidación 1+, pero es muy inestable.
- Mercurio: 1+ 2+

Poseen los estados de oxidación 2+ ya que tienen tendencia a perder los 2 electrones del último orbital s para quedarse con la última capa completa adquiriendo la configuración del gas noble correspondiente.

Serie química: metal de transición. Porque estos metales siempre mantienen una configuración electrónica d^{10} .

Tabla 1. Elementos químicos que forman el grupo 12

| Elemento químico | Símbolo químico | Número o atómico | Configuración electrónica simplificada | Imagen natural de la sustancia química |
|------------------|-----------------|------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Zinc o Cinc | Zn | 30 | [Ar] 3d ¹⁰ 4s ² |  |
| Cadmio | Cd | 48 | [Kr] 4d ¹⁰ 5s ² |  |
| Mercurio | Hg | 80 | [Xe] 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² |  |

Fuente. Elaborada por las autoras.

Características destacadas del grupo zinc, cadmio, mercurio.



Los elementos del grupo II-B cuyos átomos a los distintos estados de oxidación posibles tienen orbitales d llenos, no se consideran de transición pues tienen como configuración electrónica $(n-1)d^{10}ns^2$. Estos tienen una posición especial en la clasificación periódica, así si bien son análogos electrónicos parciales del subgrupo II-A (metales alcalinos –térreos), debido a su menor radio atómico y a la capa electrónica completa $(n-1)d^{10}$ de sus átomos son más electronegativos que los del II-A. Forman la llamada familia del zinc, todos los elementos poseen carácter metálico marcado.

Por otro lado se asemejan en algunos aspectos a los representativos. Los metales son bastante blandos, tienen temperaturas de fusión y especialmente de baja ebullición, forman iones diamagnéticos cuyas disoluciones son incoloras. Sin embargo forman complejos estables con los iones de cianuro, haluro y ligandos que tienen átomos de azufre y nitrógeno como donantes de electrones, aspecto en el cual son semejantes a los elementos de transición.

Una característica destacada en el grupo es la escala de disociación electrolítica de los haluros; esta propiedad es muy acentuada en el caso de los haluros de Hg (II). Además, el mercurio tiene características algo especiales en comparación con los restantes elementos del grupo, y en general con los metales. Así, es líquido a temperatura ambiente y al estado $1+$ forma iones Hg^{2+} en lugar de Hg^+ . Las abundancias relativas en la corteza terrestre del zinc, cadmio y mercurio son de 10^{-3} , $8 \cdot 10^{-6}$ y $6 \cdot 10^{-7}$ % en masa respectivamente. Los principales minerales en estos elementos son la esfalerita (o blenda de zinc), ZnS ; la smithsonita, $ZnCO_3$; franklinita, $(Zn, Mn)Fe_2O_4$; willemita, Zn_2SiO_4 ; cincita, ZnO ; calamina, $Zn_2(OH)_2SiO_3$; la greenockita, CdS y el cinabrio HgS , (Blanco y Pereyra, 2001).

El mercurio resulta ser una sustancia simple poco reactiva: no reacciona con el oxígeno en condiciones ambientales y sólo con gran lentitud a la temperatura de ebullición, originando HgO , que se descompone a temperaturas relativamente altas. La oxidación del metal al estado disvalente en disolución acuosa es también relativamente difícil, tal como puede inferirse de su potencial de oxidación.

Propiedades atómicas del grupo zinc, cadmio, mercurio



Elemento de mayor radio atómico Hg y el de menor radio atómico es el Zn: con el aumento del número atómico el radio atómico aumenta y la carga nuclear disminuye y la distancia que existe del núcleo a los electrones de valencia se hace mayor.

Elemento de mayor electronegatividad Zn y de menor electronegatividad Hg: en el grupo con el aumento del número atómico el radio atómico aumenta, la carga nuclear disminuye, disminuye además la electronegatividad disminuyendo el poder de atracción que ejerce el núcleo sobre los electrones del enlace y presenta menor energía de ionización.

Mayor energía de ionización Zn y menor energía de ionización Hg: en el grupo con el aumento del número, el radio atómico aumenta y la carga nucleara disminuye, disminuye la energía de ionización y se requiere de una menor energía los electrones menos fuertemente retenidos de un átomo gaseoso aislado no excitado y tiene menor electronegatividad.

Mayor electroafinidad Zn y menor electroafinidad el Hg: en el grupo con el aumento del número atómico el radio atómico aumenta y la carga nuclear disminuye, disminuyendo la electroafinidad y la tendencia de un átomo de adquirir un electrón adicional y formar un ión monovalente negativo se hace menor.

Mayor carácter metálico Hg y menor carácter metálico Zn (carácter reductor): en el grupo en el grupo con el aumento del número atómico el radio aumenta y la carga nuclear disminuye y aumenta el carácter metálico y ceden los electrones de valencia con mayor facilidad.

Mayor carácter oxidante Zn y menor carácter oxidante Hg(carácter no metálico): en el grupo con el aumento del número atómico el radio aumenta y disminuye la carga nuclear de igual forma el carácter oxidante y la capacidad de un núcleo de atraer se hace menor.

Existe una semejanza de propiedades mayor entre el zinc y el cadmio que entre el mercurio algunas de estas son:

- Las primeras y segundas energías de ionización del cinc y del cadmio son relativamente parecidas, algo menores en el segundo a causa del aumento del radio iónico. El mercurio tiene valores mayores



a pesar de que el radio iónico del Hg^{2+} es mayor que el del Cd^{2+} o el Zn^{2+} , la primera energía de ionización del mercurio, en realidad, es mayor que la de cualquier otro elemento metálico, superándola solamente la del hidrógeno, las de las sustancias simples del grupo del helio y las de algunos elementos no metálicos de los grupos IV, V, VI, y VII.

- Son pocos electronegativos y se oxidan con bastante facilidad en medios ácidos, en tanto que sus óxidos se reducen con mayor dificultad, mientras que el mercurio es un metal poco reactivo, se oxida con dificultad en medio ácido y su óxido se descompone fácilmente por calentamiento.
- El zinc y cadmio forman hidróxido estables, no así el mercurio.
- Las sales de mercurio, por otra parte, se hidrolizan fácilmente con las sales del zinc y el cadmio.

Además existen diferencias entre el zinc y el mercurio:

Zinc:

1. Es poco electronegativo.
2. Se oxida con facilidad en medio ácido.
3. Forma hidróxidos estables.
4. Sus óxidos se reducen con mayor dificultad.

Mercurio:

1. Metal poco activo.
2. Sus óxidos se descomponen fácilmente por calentamiento.
3. Se oxida con dificultad en medio ácido.
4. Forman hidróxidos inestables.
5. Es el único metal de transición en estado líquido.

Métodos de obtención del zinc- cadmio-mercurio(Blanco y Pereyra, 2001).

Las menas más empleadas en la metalurgia del cinc son las del óxido, carbonato y sulfuro. La primera operación consiste en obtener el metal en forma de óxido para lo cual, en el caso del carbonato, se calienta



éste para descomponerlo: $ZnCO_{3(s)} = Zn_{(s)} + CO_{2(g)}$ mientras que los minerales sulfurados se concentran por flotación.

La esfalerita y la galena son dos minerales cuya superficie es predominantemente hidrófoba, es decir no es mojada fácilmente por el agua y ambos minerales pueden concentrarse, fácilmente por flotación. Usando xantatos como agentes de flotación para los minerales mixtos (polimetálicos) de cinc y plomo, es posible separar primeramente el PbS con gran pureza. La flotabilidad del ZnS disminuye agregando al baño de flotación pequeñas cantidades de cianuros. Una vez separado el PbS se logra la flotación del ZnS añadiendo pequeñas cantidades de sulfato de cobre (II) (Rayner-Canham, 2000).

De esta forma se obtiene la separación de ambos minerales y se evita tener que realizar la separación de los dos metales después de la extracción conjunta, lo que es más difícil. El ZnS concentrado se somete a la tostación al aire $2ZnS_{(s)} + 3O_{2(g)} = 2ZnO_{(s)} + 2SO_{2(g)}$ Después el ZnO se mezcla con coque y se introduce en un horno, el cual consta de una serie de retortas cubiertas de material refractario situadas unas encima de las otras en los llamados hornos de retortas verticales. También se puede utilizar un horno recubierto interiormente de material refractario. El calor necesario para el proceso se obtiene por combustión del coque y el ZnO se reduce: $ZnO_{(s)} + C_{(s)} = Zn_{(l)} + CO_{(g)}$

El cinc se destila fácilmente a la temperatura del horno. Al condensar el vapor se obtiene el líquido que se recoge en moldes. El cinc se afina por vía electrolítica o por destilación fraccionada, lo que permite la obtención de valiosos subproductos como la plata, el selenio y el cadmio. El cadmio se recupera también en la purificación del cinc por destilación fraccionada.

Los minerales de mercurio suelen ser bastante pobres, ya que sólo contienen de 250 a 375 gramos de mercurio por tonelada. Sin embargo, el mineral se convierte fácilmente en mercurio que, aun cuando pobres, no es necesario concentrar los minerales por flotación. Así, el mineral se introduce directamente en hornos calentados mediante carbón o gas, en los que el sulfuro se descompone a unos 700°C: $HgS_{(s)} = Hg_{(g)} + 1/8S_{8(g)}$

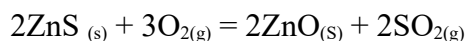


Los vapores de mercurio se condensan en recipientes refrigerados convenientemente y se filtra el producto a través de gamuzas, para eliminar las materias sólidas. Las impurezas disueltas como zinc, el estaño y el arsénico se separan por destilación fraccionada.

Un método de purificación del mercurio bruto consiste en verterlo en corriente de gotas muy pequeñas en un baño de ácido nítrico diluido y nitrato de mercurio (I), que reacciona con los metales más activos; después el mercurio; así purificando, se decanta y se seca.

Las menas empleadas en la metalurgia del cinc, y el cadmio son los óxidos, los carbonatos y los sulfuros.

El mineral se concentra y seguidamente su tuesta al aire:



Después se reduce por métodos pirometalúrgicos o electroquímicos. En los primeros (óxidos y carbonatos) se sintetiza y se calienta con carbón, con lo cual el mineral se reduce y se convierte en los metales, que se condensan posteriormente. La separación parcial del cadmio puede verificarse por adición de un cloruro al mineral tostado a fin de producir la volatilización del CdCl_2 durante la sinterización. También puede lograrse por destilación fraccionada de los metales aprovechando la temperatura de ebullición menor cadmio. (Rayner-Canham, 2000).

Con los sulfuros, el mineral, una vez tostado se lixivia con ácido sulfúrico separando los metales que puedan interferir, incluso el cadmio, por reducción o precipitación y depositando el cinc, electrolíticamente de la disolución del sulfato. El cadmio obtenido a partir de la disolución se refina disolviéndolo ácidos y volviéndolo a depositar electrolíticamente.

El mercurio se obtiene fácilmente por calentamiento del mineral:

$\text{HgS}_{(s)} + \text{O}_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} \text{Hg}_{(g)} + \text{SO}_{2(g)}$ $\Delta H = 194$ pues a las temperaturas utilizadas, el HgO es inestable y se descompone, recogiendo el mercurio por destilación.

Conclusiones

El análisis teórico realizado al subgrupo del zinc permitió:



1. Reafirmar, sistematizar y consolidar aspectos importantes de la Ley periódica.
2. Concebir las reglas periódicas estudiadas a través del subgrupo del zinc como herramientas para predecir y explicar propiedades de sustancias químicas y sus transformaciones.
3. Establecer la relación estructura – propiedad – aplicación de las sustancias inorgánicas del subgrupo objeto de estudio sobre la base de los conocimientos de la estructura de estos.

Referencias bibliográficas

Blanco Prieto J. y J. Pereyra Simón. (2001). Química Inorgánica Tomo II. 2da. La Habana: Pueblo y Educación.

Educación, M. (2019). Química 9no grado. La Habana: Pueblo y Educación.

Rayner-Canham, G. (2000). Química inorgánica descriptiva, 2da. ed. México: Pearson Educación.

