

ELEMENTOS DE QUÍMICA BÁSICA

*Ángel Fortunato Bernal Álava
Lucy Maritza García Lucas
Julio Dagoberto Cevallos Villamar
Mercedes del Rosario Acuña Acebo
Tayron Omar Manrique Toala
Tania Maricela Macías Parrales*

ELEMENTOS DE QUÍMICA BÁSICA

Ángel Fortunato Bernal Álava

Lucy Maritza García Lucas

Julio Dagoberto Cevallos Villamar

Mercedes del Rosario Acuña Acebo

Tayron Omar Manrique Toala

Tania Maricela Macías Parrales



Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L.

Quedan todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, distribuida, comunicada públicamente o utilizada, total o parcialmente, sin previa autorización.

© del texto: **los autores**

ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L.

C/ Els Alzamora, 17 - 03802 - ALCOY (ALICANTE) info@3ciencias.com

Primera edición: **noviembre 2018**

ISBN: **978-84-949535-1-4**

DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/CcyLI.2018.32>

ÍNDICE

PRÓLOGO	11
CAPÍTULO I: HIDRÓGENO	13
1.1. Introducción	13
1.2. Isótopos de Hidrógeno	13
1.3. Estado natural y abundancia	14
1.4. Propiedades del hidrógeno	14
1.5. Carácter reductor	15
1.6. Método de obtención industrial	16
1.7. Método de obtención en el laboratorio.....	17
1.8. Hidruros	18
1.8.1. Hidruros iónicos o salinos.....	18
1.8.2. Hidruros que contienen hidrógeno enlazado covalentemente	19
1.8.3. Hidruros poliméricos	20
1.8.4. Hidruros intersticiales o metálicos	21
1.9. Aplicaciones del hidrógeno	21
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE LOS HALÓGENOS.....	23
2.1. Introducción	23
2.2. Fluoruros.....	27
2.2.1. Compuestos del flúor con el oxígeno	30
2.2.2. Aplicaciones del flúor y de sus compuestos	31
2.3. El cloro, el bromo y el yodo	31
2.3.1. Propiedades del cloro, el bromo y el yodo	32
2.4. Por combinación directa de hidrógeno y bromo.....	37
2.5. Propiedades de los haluros de hidrógeno.....	38
2.6. Disoluciones de los haluros de hidrógeno (hidrácidos de los halógenos).....	38
2.7. Aplicaciones de los halógenos y de sus compuestos.....	39
CAPÍTULO III: ESTUDIO DEL GRUPO VI A DE LA TABLA PERIÓDICA	41
3.1. Introducción	41
3.2. El oxígeno.....	44
3.3. La combustión	48
3.4. Los óxidos	49
3.5. Aplicaciones del oxígeno	50
3.6. El ozono	50
3.6.1. Aplicaciones del ozono	54
3.7. El agua.....	54
3.7.1. Purificación del agua	59
3.8. El peróxido de hidrógeno	60
3.8.1. Propiedades del peróxido de hidrógeno.....	61
3.8.2. Aplicaciones del peróxido de hidrógeno	63
3.9. El azufre	63
3.9.1. Propiedades del azufre.....	64
3.9.2. Compuestos binarios del azufre con el hidrógeno	66
3.10. Sulfuros.....	67
3.10.1. Óxidos de azufre.....	67
3.10.2. Ácido sulfuroso	69

3.10.3. Ácido sulfúrico	69
3.10.4. Aplicaciones del azufre y de sus componentes	73
CAPÍTULO IV: ESTUDIO DEL GRUPO VA DE LA TABLA PERIÓDICA.....	75
4.1. Introducción	75
3.2. El nitrógeno	78
4.2.1. Aplicaciones del nitrógeno	79
4.3. Amoníaco.....	79
4.4. Óxidos de Nitrógeno.....	83
4.4.1. Monóxido de dinitrógeno u óxido nitroso, N_2O	84
4.4.2. Óxido de nitrógeno u óxido nítrico, NO	85
4.4.3. Trióxido de dinitrógeno u óxido de nitrógeno (III), N_2O_3	86
4.4.4. Dióxido de nitrógeno u óxido de nitrógeno (IV), NO_2	87
4.4.5. Pentóxido de dinitrógeno u óxido de nitrógeno (V), N_2O_5	88
4.5. Oxácidos de nitrógeno.....	89
4.6. El fósforo	95
4.6.1. Propiedades del fósforo.....	96
4.6.2. Aplicaciones del fósforo.....	98
4.6.3. Óxidos de fósforo.....	99
4.6.4. Óxido de fósforo (III).....	99
4.6.5. Óxido de fósforo (V).....	100
4.6.6. Oxácidos de fósforo	100
4.6.7. Ácido hipofosforoso.....	101
4.6.8. Ácido fosforoso	101
4.6.9. Ácido hipofosfórico.....	102
4.6.10. Ácidos fosfóricos y sus sales.....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Equipo de obtención de hidrógeno.....	17
Figura 2. Hidruros poliméricos.	21
Figura 3. Estructura del HF al estado sólido, forma simplificada.	28
Figura 4. Estructuras del Of_2 y el O_2F_2	31
Figura 5. Equipo de obtención de HBr.....	37
Figura 6. Máquina de fabricación de aire líquido.....	47
Figura 7. Estructura del O_3	51
Figura 7.1. Estructura del O_3	51
Figura 8. Ozonizador. Propiedades del ozono.....	52
Figura 9. Dependencia de la temperatura de fusión con el número del período de los H_E del grupo VI. El círculo blanco representa el valor extrapolado correspondiente al agua.	55
Figura 10. Representación gráfica de la dependencia de la densidad del agua con la temperatura. Se han incluido también, con fines comparativos, los casos del H_2 18 °, D_2O y T_2O al estado líquido.	56
Figura 11. Estructura del hielo.	57
Figura 12. Diagrama de equilibrio de fases del agua	58
Figura 13. Peróxido de hidrogeno.	61

Figura 14. Representación de la molécula de H_2O_2 .	62
Figura 15. Diagrama de estado del azufre, simplificado.	64
Figura 16. Estructura de la molécula de azufre.	65
Figura 17. Estructura del SO_2 .	68
Figura 18. Estructura del SO_3 .	69
Figura 19. Estructura del ion piro sulfato.	71
Figura 20. Esquema de obtención industrial de NH_3 .	80
Figura 21. Isómeros del N_2O_4 ; O_2NNO_2 ; (b) torcida y (c).	87
Figura 22. Estructura del N_2O_5 .	89
Figura 23. Estructura del HNO_3 al estado vapor, simplificada.	93
Figura 24. Estructura del ion nitrato.	95
Figura 25. Estructura del fósforo.	96
Figura 26. Estructuras del (a) P_4O_6 y (b) P_4O_{10} .	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de algunas propiedades del hidrógeno y el deuterio.	14
Tabla 2. Algunas propiedades del hidrógeno.	15
Tabla 3. Algunas propiedades de los halógenos.	24
Tabla 4. Configuración electrónica del yodo en varios compuestos.	26
Tabla 5. Reacciones del flúor.	27
Tabla 6. Algunas propiedades de los haluros de hidrógeno.	28
Tabla 7. Reacciones de los halógenos.	34
Tabla 8. Algunas propiedades de los elementos del grupo del oxígeno.	42
Tabla 9. Algunas propiedades del ozono.	53
Tabla 10. Propiedades del agua.	55
Tabla 11. Densidad absoluta del agua (a 1 atm).	56
Tabla 12. Temperatura de ebullición y de fusión de los hidruros de los elementos del grupo del oxígeno.	56
Tabla 13. Disociación del vapor de agua.*	59
Tabla 14. Algunas propiedades del peróxido de hidrógeno.	61
Tabla 15. Reacciones más importantes del azufre.	66
Tabla 16. Propiedades importantes de Isótopos más importantes.	76
Tabla 17. Óxido de nitrógeno.	83
Tabla 18. Propiedades del fósforo.	97
Tabla 19. Algunos oxácidos de fósforo.	100

AUTORES

Ángel Fortunato Bernal Álava, Profesor en Educación Primaria, Licenciado en Ciencias de la Educación, Diploma en Innovaciones Educativas, Magister en Gerencia Educativa y Doctorante de la Universidad Católica Andrés Bello de Caracas; docente del magisterio fiscal 16 años de servicios, docente de instituto técnico superior de transporte, Secap- Manabí, universidad estatal de Guayaquil, Universidad Técnica de Manabí, Docente habilitado por el Sistema Nacional de Nivelación y Admisión SNNA, actualmente docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí en la Facultad de Ciencias Económicas, Carrera de Administración de Empresas, y en la Facultad de Ciencias Naturales y de la agricultura, Carrera de Agropecuaria además encargado del departamento de convenios Internacionales e Investigador del proyecto de Investigación “ Indicadores de sostenibilidad para la gestión ambiental, enfocada al turismo. Fase I y II. Referentes teóricos metodológicos”.

Lucy Maritza García Lucas, Ingeniera Forestal, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Magister en Manejo y Aprovechamiento Forestal en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Asistente técnico en la formulación y socialización del proyecto de fomento productivo en varias comunidades de Jipijapa, Asesora de proyecto de vinculación con la comunidad en laboratorio clínico de la Unesum, auxiliar administrativo de servicios en la Unesum, Analista de gestión académica de la carrera de ingeniería forestal, Actualmente Técnico I del área de convenio y docente de la carrera de Ingeniería Forestal de la universidad Estatal del Sur de Manabí.

Tayron Omar Manrique Toala, Ingeniero forestal, Universidad Técnica de Manabí, Master en Docencia Universitaria e investigación Educativa, Universidad Nacional de Loja, 15 años de experiencia en la docencia dictando las asignaturas de Ecología, Flora y Fauna del Ecuador, Administración de Áreas Protegidas, Gestión Ecológica Ambiental, Impacto Ambiental y Proyecto de Tesis. Docente extensionista y de vinculación con la comunidad de la Carrera de Ingeniería en Ecoturismo de la UNESUM y de la UCL Universidad Cristiana Latinoamericana ,2 años de Técnico- Promotor Fiscalizador en el MAGAP-PROFORESTAL , 2 años de Coordinador Provincial –Manabí MAGAP-PROFORESTAL de plantaciones forestales comerciales actualmente Docente de la Carrera de Ingeniería Forestal, de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, dictando asignaturas como Botánica General, Biología Forestal, Química Inorgánica, Industria Forestal, Suelo I, Vinculación con la colectividad, anatomía de la madera III, Gerencia de empresas forestales, Responsables del CECADEL Paján , Coordinador del Área de educación y CECADEL de la UNESUM y Director de Vinculación (e) de la UNESUM.

Julio Dagoberto Cevallos Villamar, Médico Cirujano, Universidad Técnica de Manabí, Estudiante de Especialidad En Orientación Familiar Integral, Universidad Técnica de Manabí, Actualmente Docente de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa – Ecuador.

Mercedes del Rosario Acuña Acebo, Licenciada en Ciencias de la Educación, Universidad Técnica de Manabí, Master en Enseñanza del Idioma Inglés, Go Teacher, en Kansas State University. Actualmente docente titular en la Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Enfermería en la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Tania Maricela Macías Parrales, Licenciada en Ciencias de la Educación mención Inglés, de la Universidad Técnica Particular de Loja y Técnica Superior en Secretariado Ejecutivo Contable en el Instituto Dr. Alfonso Aguilar Ruilova, docente de la Unidad Educativa Particular “Redemptio”, Unidad Educativa “ Cecilia Velásquez Murillo”, Unidad Educativa “24 de Julio” Jardín de Infantes “Gotitas del Saber”, Jardín de Infantes “Los Pitufos”; actualmente estudiante de la Facultad de Ciencias Técnicas carrera de Ingeniería Civil y Asistente Administrativo de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

PRÓLOGO

Por medio de este libro usted obtendrá conocimientos acerca de una serie de elementos químicos, que por medio de la química y la utilización de fórmulas podremos llegar a determinar su comportamiento al estar solo y también al estar conjunto con otro elemento.

El estudio de estos elementos implica analizar profundamente su historia, aplicaciones, utilización, comportamiento y compuestos que se puedan obtener con el estudio de ellos, para poder hacer lo antes mencionado tenemos que tener conocimientos básicos e intermedios de química.

La importancia que tienes el estudio de estos elementos es muy relevante dentro de la creación de compuestos y también en la parte académica porque este libro tiene más fines académicos que otro tipo de propósitos. En la actualidad este tipo de metodologías son muy usadas en el campo de la educación porque tienen una gran aceptación por parte de los lectores y estudiantes.

Por consecuente los autores de este libro ofrecen una visión desde su perspectiva y su experiencia para explicar de una manera didáctica y sencilla los conceptos y teorías del estudio de elementos químicos que son fundamentales para un profesional de estas características.

CAPÍTULO I: HIDRÓGENO

1.1. Introducción

El hidrógeno es menos denso de todos los elementos. Su masa y número atómicos lo sitúan al inicio de las series del sistema periódico. Desde un punto de vista formal, el hidrógeno podría considerarse relacionado con los metales alcalinos y también con los halógenos. Esto se debe a que se parece, por ejemplo, a los metales alcalinos por cuanto tiene un solo electrón de valencia, presenta el estado de oxidación $1+$ y, a su vez puede sustituir algunos metales de sus óxidos y sales. En cambio, se diferencia de los metales alcalinos en que es un gas, forma moléculas compuestas de dos átomos y no tiene la actividad química que poseen los alcalinos. A su vez, el hidrógeno tiene semejanzas con los halógenos en cuanto a ser un no metal, ser gaseoso, constar sus moléculas de dos átomos, presentar el estado de oxidación $1-$ y ganar electrones. También, la energía necesaria para disociar la molécula en átomos disminuye en la secuencia H_2 , Cl_2 , Br_2 , F_2 , I_2 ; su energía de afinidad electrónica es negativa, los compuestos en que el hidrógeno está a un estado de oxidación negativo tienen el mismo tipo de estructura y el mismo carácter del enlace que los compuestos correspondientes a los halógenos, etc. En cambio, el hecho de que el átomo de hidrógeno contenga un solo electrón, se hace que este difiera de los halógenos en muchas de sus propiedades. Así, si el hidrógeno pierde su único electrón, quedaría el protón, lo que lo diferencia de los halógenos, pues la cantidad de energía desprendida al unir este protón a un ión negativo, es particularmente grande. Lo mismo ocurre en la formación del ion hidronio $[H_3O]^+$ en disoluciones acuosas por la adición de un protón a una molécula de agua. Esto explica el que, a pesar de su elevada energía de ionización, el hidrógeno se comporte como un elemento de electronegatividad baja.

Todo esto junto al hecho de que gran parte de la química del hidrógeno es muy singular, hace que merezca que se haga su estudio en una discusión independiente, prescindiendo de su clasificación como tal en el grupo de los metales alcalinos o en el de los halógenos.

1.2. Isótopos de Hidrógeno

El hidrógeno corriente o propio constituye el 99 % del total de átomos de hidrógeno.

En 1932 Murphy, Urey y Brickwedde, descubrieron el primer isótopo del hidrógeno, el deuterio, D, dos veces más denso que este, o sea, con masa atómica 2. En 1934 se descubrió el tercer isótopo del hidrógeno, que recibió el nombre de tritio, símbolo T o $3H$, con una proporción de 6 gramos en toda la atmósfera terrestre. Recientemente los científicos lograron tener sistemáticamente otros dos isótopos del hidrógeno, $4H$ e $5H$, lo que son sumamente inestables.

Debido a que su masa isotópica; en el caso del hidrógeno, se duplica, se triplica, etcétera, al pasar de un isótopo a otro, su posibilidad de detección por un espectrógrafo de masa es muy fácil, lo que permite la utilización de estos isótopos

como trazadores en la investigación química y biológica. Este efecto isotópico influye notablemente en algunas propiedades, como se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Comparación de algunas propiedades del hidrógeno y el deuterio.

	Hidrógeno	Deuterio
Masa atómica	1,00797	2,0015
Entalpía de fusión (kJ/mol)	0,117	0,196
Temperatura de fusión (K)	13,95	18,65
Temperatura de ebullición (K)	20,38	23,6
Energía de disociación de la molécula biatómica (kJ/mol)	434,006	437,228
Potencial normal de oxidación (volt)	+ 0,0000	+ 0,0034

Si se cuentan, pues, los tres primeros isótopos del hidrógeno, se pueden tener seis formas de presentarse la molécula de hidrógeno, a saber: H_2 , D_2 , T_2 , HD, HT y DT.

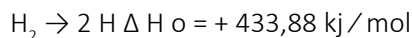
1.3. Estado natural y abundancia

El hidrógeno se encuentra en la corteza terrestre como sustancia simple en muy pequeña cantidad. Los gases volcánicos y otros gases naturales lo contienen en escasas proporciones.

La atmosfera contiene menos de una parte de hidrógeno en un 1 millón de partes de aire. En cambio, combinado, el hidrógeno constituye el 11,9 % (en masa) del agua; se encuentra en todos los ácidos, en el petróleo, en tejidos de los seres vivos y en otras muchas sustancias, como almidones, azúcares, alcoholes, grasas, proteínas, etc, conformando el 17 % de los átomos de la corteza terrestre. Se sabe que hay hidrógeno en las nebulosas, en las estrellas y en el Sol, de los cuales es su principal componente.

1.4. Propiedades del hidrógeno

El hidrógeno puede y, de hecho, adquiere la configuración $1s_2$ al formar un enlace covalente con otro átomo de hidrógeno, originando la molécula de hidrógeno, la cual es muy estable. Como se puede inferir, su disociación es muy endotérmica:



El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro, insípido, inflamable y poco soluble en agua (1,8 volúmenes en 100 volúmenes de agua a 20 °C. Es la sustancia molecular menos densa que se conoce, por lo que se puede usar para inflar globos, siempre y cuando no se disponga de helio, pues este último no es inflamable. El hidrógeno líquido es igualmente incoloro y hierve a $- 252,62$ °C a presión normal.

