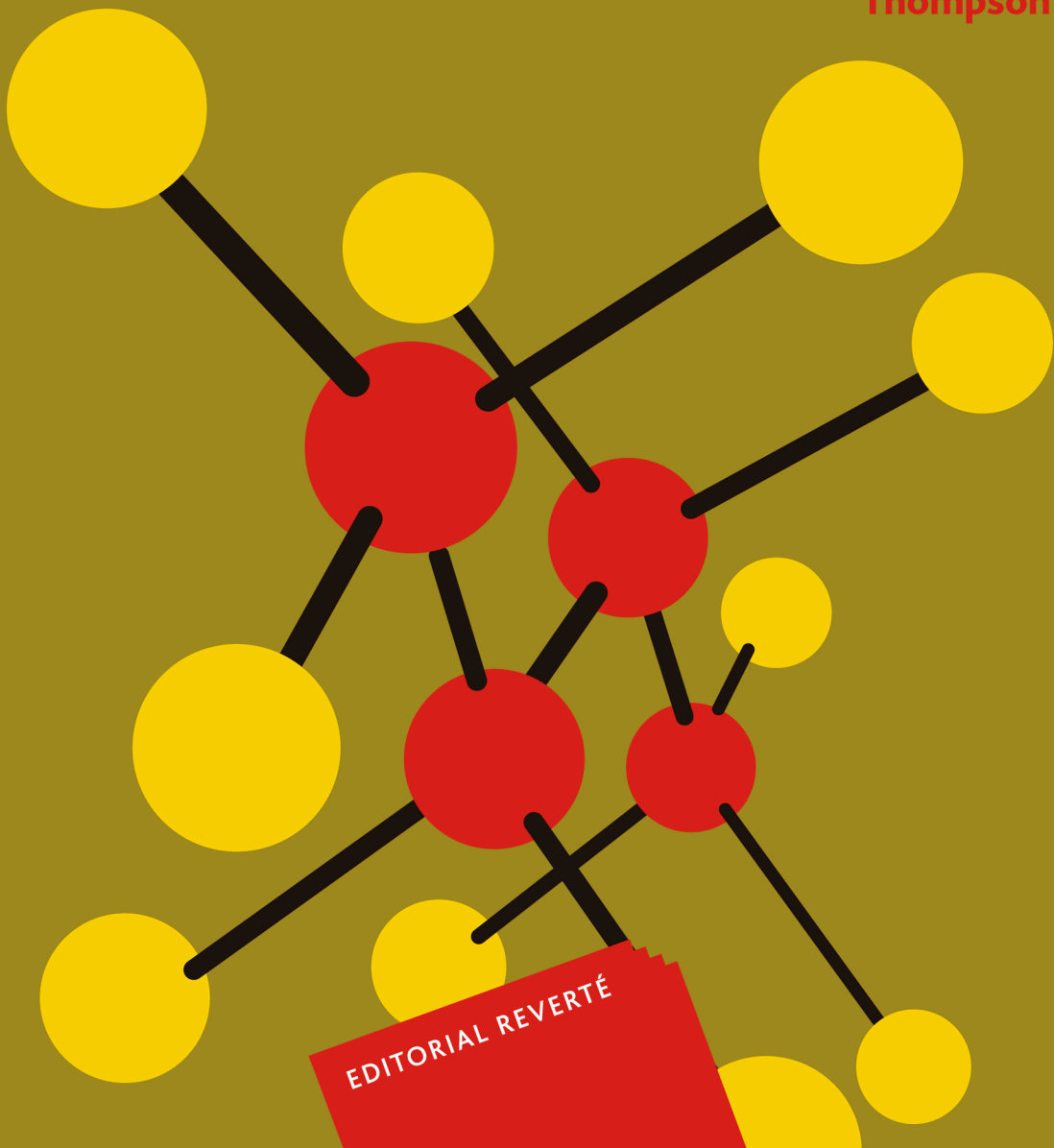


# Química comprensible

CANTIDADES QUÍMICAS

Barrow  
Kenney  
Lassia  
Litle  
Thompson



# QUÍMICA COMPRENSIBLE

## Volumen I / CANTIDADES QUÍMICAS: ÁTOMOS-GRAMO Y MOLES

Átomos y átomos-gramo • Moléculas y moles • Leyes de los gases ideales y volúmenes molares • Estequiometría • Estequiometría de disoluciones.

## Volumen II / ENLACE QUÍMICO

Electrones en los átomos • Diagramas de Lewis • Estructura de moléculas: Diagramas orbitales.

## Volumen III / REACCIONES QUÍMICAS

Ácidos y bases de Brönsted: Teoría y reacción estequiométrica • Números de oxidación • Ajuste de las ecuaciones redox.

## Volumen IV / EQUILIBRIO QUÍMICO

Cálculos de equilibrio: Reacciones gaseosas homogéneas • Cálculos de equilibrio: Producto de solubilidad • Cálculos de equilibrio: Ionización de ácidos y bases.

## Volumen V / SISTEMAS QUÍMICOS

Termoquímica • Velocidad de las reacciones químicas • Fracción molar y molalidad • Propiedades coligativas.

*Química comprensible* I

# **Cantidades químicas: átomos-gramo y moles**

Gordon M. Barrow  
Malcolm E. Kenney  
Jean D. Lassila  
Robert L. Litle  
Warren E. Thompson



EDITORIAL  
REVERTÉ

Barcelona · Bogotá · Buenos Aires · México

*Título de la obra original*

UNDERSTANDING CHEMISTRY. Chemical quantities

Editada por

W. A. BENJAMIN, INC. NEW YORK

Versión española del

**Prof. Dr. FRANCISCO BERMEJO MARTINEZ**

Catedrático y Director del Departamento de Química Analítica,  
Universidad de Santiago de Compostela

Edición en papel:

© Editorial Reverté, S. A., 1968

ISBN 978-84-291-7291-1

Edición e-book (PDF):

© Editorial Reverté, S. A., 2022

ISBN 978-84-291-9237-7

**Propiedad de:**

**EDITORIAL REVERTÉ, S. A.**

Loreto, 13-15. Local 8

08029 Barcelona - España

Tel: (34) 93 419 33 36

[www.reverte.com](http://www.reverte.com)

Reservados todos los derechos. La reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, queda rigurosamente prohibida, salvo excepción prevista en la ley. Asimismo queda prohibida la distribución de ejemplares mediante alquiler o préstamo públicos, la comunicación pública y la transformación de cualquier parte de esta publicación (incluido el diseño de la cubierta) sin la previa autorización de los titulares de la propiedad intelectual y de la Editorial. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal). El Centro Español de Derechos Reprográficos (CEDRO) vela por el respeto a los citados derechos.

# Preámbulo

Cualquier curso de introducción a la química general debe de tener como uno de sus objetivos la eficaz presentación de una amplia variedad de materias. Una vista de conjunto de la química a este nivel es considerada generalmente como deseable tanto por los estudiantes que no van a profundizar más en la química como por aquéllos que continuarán con estudios más detallados y especializados de los varios campos de la ciencia. El curso de química general debe presentar a sus estudiantes las teorías actuales y conceptos unificantes de su contenido. Para que el estudiante alcance una verdadera familiaridad con el tema, debe adquirir también destreza en la resolución de muchos problemas químicos típicos; entonces, él puede, por ejemplo, apreciar mejor la base experimental de la química a causa de que también puede hacer alguno de los cálculos que relacionan cantidades experimentales con propiedades y relaciones derivadas.

El profesor en un curso de este tipo, por otra parte, se enfrenta con el problema de dividir su tiempo utilizable entre dos clases de materias. De una parte, puede limitar sus lecciones en mayor extensión a los principios generales corriendo el riesgo de dejar al estudiante medio incapaz de aplicar los principios a los casos específicos. Por otro lado, puede incluir en sus lecciones los detalles de los procedimientos de la resolución de problemas afrontando la pérdida de interés que a menudo acompaña a esta materia.

En el curso de química de primer año del Instituto Case hemos intentado resolver este común problema usando este material de instrucción como suplemento de las lecciones y conferencias del curso. Hemos encontrado que tal material suplementario permite al estudiante, por sí mismo, adquirir técnicas fundamentales para aplicar a problemas específicos los principios generales desarrollados en las lecciones o lecturas asignadas. De este modo el estudiante adquiere la habilidad de manejar las manipulaciones y cálculos que son una parte necesaria de la química. Sin embargo, cuando esto se lleva a cabo con la ayuda de estos suplementos, el profesor queda liberado de la detallada exposición y repetición de los ejercicios pudiendo cumplir su propia función de la exposición de los fundamentos y principios generales, de mostrar los puntos de contacto de las materias estudiadas, y de ser el relator de la excitante historia que se puede contar, en este grado, acerca del evolucionante campo de la química. Nuestra experiencia, en el desarrollo y uso de este

## VI Preámbulo

*material, es que constituye un valioso curso suplementario que ayuda al estudiante y al profesor.*

*El material presentado, tal como en estos volúmenes se dice, está «programado». Instrucción programada, suministrada por libros o por artificios mecánicos, es usada ya ampliamente en un cierto número de áreas y a varios niveles; su utilización en la instrucción química, aunque de origen más reciente, está aumentando; y hay claros indicios que, cuando es usada de manera adecuada, es una activa y eficaz ayuda de la enseñanza. En pocas palabras, la instrucción programada consiste en una serie de preguntas cuidadosamente graduadas y ordenadas lógicamente. Cada párrafo suministra información que debe aprenderse y también solicita que el estudiante responda a una pregunta, lleve a cabo un cálculo, o inserte una palabra o un número. De este modo el estudiante puede alcanzar la meta de cada unidad programada.*

*Se observará, si se inspecciona el material programado por vez primera, que los párrafos aislados del contexto pueden parecer triviales, o sin objeto, o demasiado difíciles. Para evaluar el material programado se debe seguir una secuencia completa de preguntas, como hace el estudiante, para ver cuántas materias son desarrolladas. La finalidad de cada capítulo es establecida en la discusión inicial. Este establecimiento de objetivos sirve no solamente para describir el capítulo sino que también permite a los estudiantes que ya han dominado el material del capítulo recordar éste y proceder con otro trabajo. El material de este libro y el de sus volúmenes compañeros es suplementario. Las materias no son tratadas exhaustivamente, y se supone algún conocimiento de los conceptos y terminología concerniente a cada cuestión.*

*Es importante reconocer que estos suplementos programados no constituyen por sí solos un curso y que todo el material general necesario para el completo desarrollo del tema debe ser suministrado por el profesor o mediante lecturas escogidas. Lo mejor es dar alguna de esta información preparatoria antes de señalar un capítulo a los estudiantes, y es valiosa alguna discusión posterior de la materia después que los estudiantes han adquirido familiaridad con los tópicos que encontraron a lo largo del capítulo.*

*Procediendo como se ha indicado en la introducción, cada capítulo requiere una o dos horas para completarlo. De esta suerte cada capítulo constituye una conveniente unidad de trabajo.*

Cleveland, Ohio  
Agosto 1966

GORDON M. BARROW  
MALCOLM E. KENNEY  
JEAN D. LASSILA  
ROBERT L. LITTLE  
WARREN E. THOMPSON

# *Contenido*

*Preámbulo V*

*Introducción VIII*

<b>I</b>	<b>Átomos y átomos-gramo</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Moléculas y moles</b>	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>Leyes de los gases ideales y volúmenes molares</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>Estequiometría</b>	<b>81</b>
<b>5</b>	<b>Estequiometría de las disoluciones</b>	<b>95</b>





# Introducción

*La medida de las cantidades de materiales implicados en las reacciones químicas es un procedimiento fundamental* para la química. Para efectuar una reacción química, por ejemplo, se necesita saber las cantidades relativas de los varios reaccionantes que deben ser usadas, y si se desea obtener una cierta cantidad de un producto se debe saber cómo deducir cuánto se debe utilizar de estos reaccionantes. Estas cantidades pueden ser determinadas mediante pesadas o, lo que resulta más conveniente muchas veces, por medida de volúmenes de disoluciones.

Las relaciones entre las cantidades de reaccionantes y las cantidades de productos resultantes de una reacción química son dadas, sin embargo, por la ecuación de la reacción, en forma de número de moléculas o moles. No obstante, uno debe ser capaz de calcular el número de moles, o moléculas, en cantidades de material que son dadas como pesos o volúmenes de disoluciones.

Este volumen suministra el material necesario para aprender cómo hacer tales cálculos de manera lógica y bien organizada.

Las materias tratadas son las encontradas usualmente en un curso de introducción a la química general; pero el procedimiento para usar este libro—que es un libro de instrucción programada, no un tratado o un manual de problemas—puede ser nuevo para el lector. La materia está dividida en capítulos, y los objetivos de cada capítulo se establecen claramente a su comienzo. Dentro de cada capítulo, el material es presentado en párrafos cortos numerados (una o más frases) que requieren que el lector suministre una palabra que falta, que realice un cálculo, o que responda a una pregunta. De esta manera, como el lector es guiado a través de un tema, se ve obligado a participar en todo su desarrollo.

Para que este libro sea más valioso, el lector debe escribir su respuesta en los correspondientes espacios en blanco; solamente después debe volver la página para ver si ha sido correcta o no. Las instrucciones son sencillas: Leer y completar los párrafos en orden numérico. El lector encontrará en la página siguiente de la derecha la respuesta, o respuestas correctas, para cada tema. La comprensión de cada tema depende de la propia comprensión de las ideas de los temas precedentes; de esta manera no se debe proseguir a menos que la respuesta sea la misma o equivalente a la respuesta dada. (La respuesta del lector no necesita ser precisamente la misma con tal de que su significado sea esencialmente igual.) Si la respuesta del lector es incorrecta, no continuar al párrafo siguiente hasta averiguar por qué está equivocada y luego corregirla. Las respuestas a los problemas se pueden calcular con una regla de cálculo. Las respuestas dadas han sido redondeadas al número correcto de cifras significativas.

El lector encontrará que cada capítulo presenta preguntas las cuales son, en efecto, problemas sucintos que le ilustrarán cuando ha dominado la materia que maneja. El tiempo medio para completar cada capítulo es de una a dos horas.



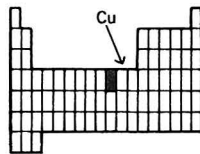
# I Átomos y átomos-gramo

*La medida de las cantidades de materiales implicados en las reacciones químicas es un procedimiento fundamental para la química.* Para hacer progresos satisfactorios en el estudio de la química, el lector debe, en una primera etapa, aprender a manejar con soltura y agrado las cantidades que se utilizan en los cálculos químicos. En este capítulo debe aprender lo que los símbolos químicos implican con relación a las cantidades o masas, y los fundamentos de cantidades tales como el átomo-gramo. La relación de pesos de sustancias químicas al número de átomos-gramo y al número de átomos en una muestra es desarrollada por medio de una serie de preguntas y ejercicios.

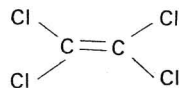
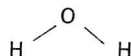
Un ejemplo de los problemas que el lector será capaz de resolver de manera fácil y organizada al concluir este capítulo es: «Dado que la masa atómica del bromo es 79,9 calcular el número de átomos en 30,0 g de bromo». Si el lector puede hacer este cálculo, fácil y *metódicamente*, y su resultado comienza con el número 53, es que tiene adecuado dominio de la materia tratada en este capítulo y puede pasar directamente al capítulo 2.

## 2 Átomos y átomos-gramo

I Para representar a los elementos químicos se utilizan símbolos. Por ejemplo, Cu es el símbolo químico para \_\_\_\_\_.



I 2 Cuando se utilizan los símbolos químicos en las fórmulas estructurales cada uno implica un \_\_\_\_\_ del elemento.



23 Las tablas de masas atómicas usadas por los químicos pueden ser interpretadas como dando las masas, en \_\_\_\_\_, de 1 átomo *medio* del elemento tal como se encuentra en la naturaleza.

34 Con este significado, C no solamente representa al elemento \_\_\_\_\_, sino que también implica \_\_\_\_\_ g de carbono.

45 Similarmente el símbolo O implica \_\_\_\_\_ g y \_\_\_\_\_ átomos de oxígeno.

56 ¿Cuántos gramos de azufre deben pesarse para tener una muestra que contenga 0,0250 átomos-gramo?

11 átomos

22 1  
pequeña

33 masa atómica-gramo  
(o átomo-gramo)

44 12,01  
 $6,02 \times 10^{23}$

55 número de átomos-gramo  
 $= \frac{72,2}{112,4} = 0,642$   
número de átomos =  $0,642 (6,02 \times 10^{23}) = 3,87 \times 10^{23}$