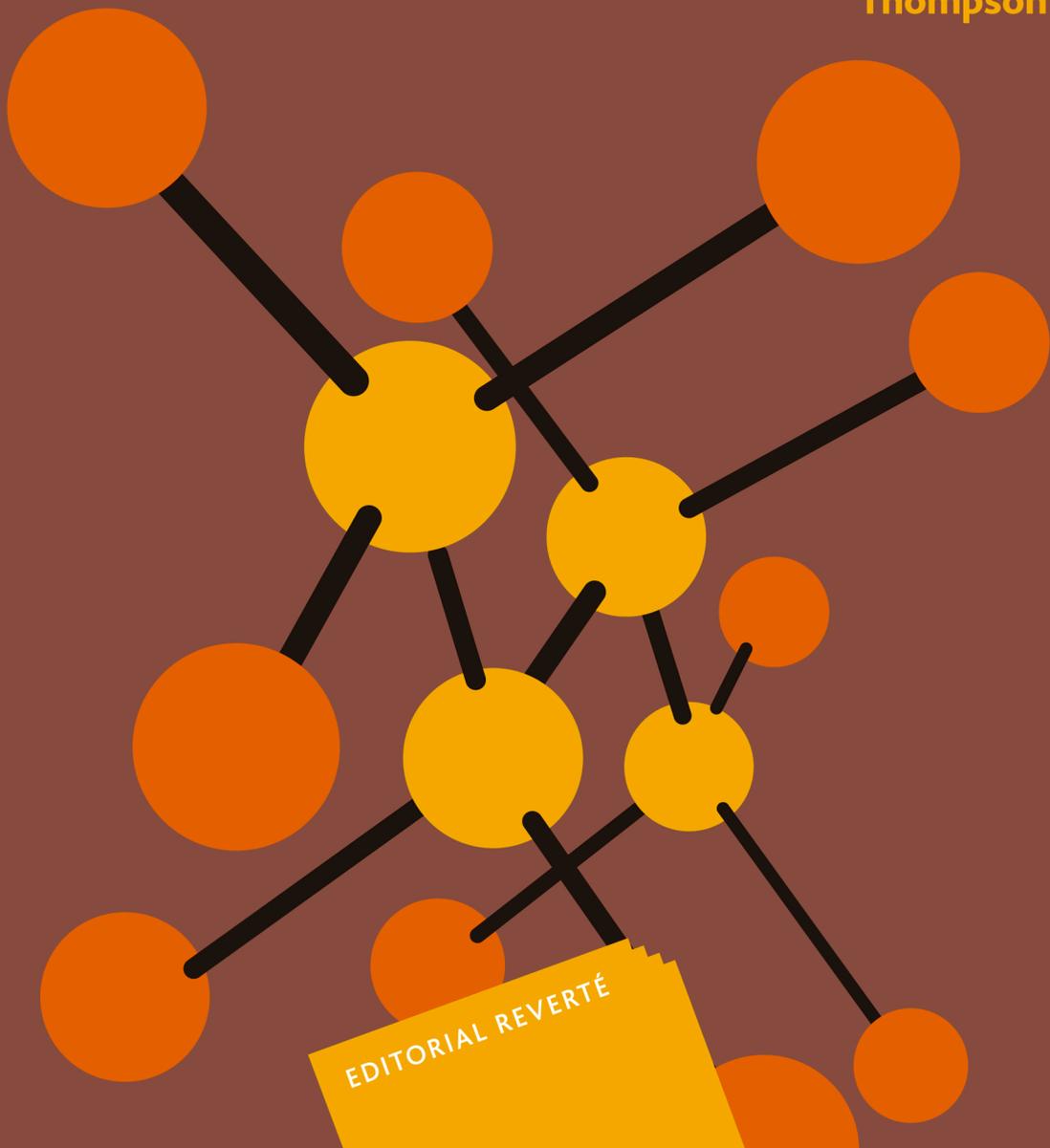


Química comprensible

ENLACES QUÍMICOS

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 II

Enlace químico

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 bonding

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 978-84-291-7292-8

Edición e-book (PDF):

© Editorial Reverté, S. A., 2022

ISBN 978-84-291-9233-9

Propiedad de:

EDITORIAL REVERTÉ, S. A.

Loreto, 13-15. Local 8

08029 Barcelona - España

Tel: (34) 93 419 33 36

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

I	Electrones en los átomos	1
2	Diagramas de Lewis	43
3	Estructura de las moléculas: diagramas orbitales	79

Introducción

Los dibujos que representan la localización y papel de los electrones en los átomos y moléculas juegan un papel muy importante en la química. Tales descripciones son la base para muchas correlaciones de estructuras, propiedades y reacciones. Además, es importante saber cómo describir las configuraciones electrónicas de los átomos más pequeños y cómo dibujar los diagramas orbitales para átomos y moléculas que se usan generalmente.

Con el material de este volumen el lector aprenderá cómo hacer tales descripciones de estructuras electrónicas de algunas de las moléculas más sencillas. Debe advertirse claramente, que los fundamentos para las descripciones y diagramas usados no se tratan aquí. Aunque es muy valioso adquirir alguna comprensión de estos fundamentos, el alcance de este volumen no va más allá y solamente se trata en él de las descripciones y diagramas de uso más frecuente. El lector encontrará, sin embargo, que un dominio de tales representaciones de las estructuras electrónicas permite tratar adecuadamente muchos aspectos de la química.

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 cuestión. La comprensión de cada cuestión depende de la propia comprensión de las ideas de las 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 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 medió para completar cada capítulo es de una a dos horas.

I *Electrones en los átomos*

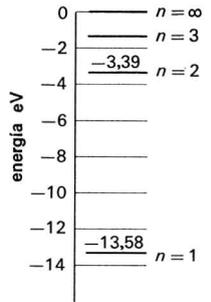
Uno de los mayores éxitos de la ciencia física en el siglo veinte fue el desarrollo de un modelo para la estructura electrónica del átomo. El modelo se derivó de la información obtenida por el estudio de los espectros atómicos y mediante largos cálculos de la mecánica cuántica, ninguno de cuyos temas serán tratados aquí. El lector, sin embargo, aprenderá algo de los resultados de estos cálculos que son particularmente importantes para la comprensión del comportamiento químico de los átomos.

Cuando el lector haya terminado el capítulo, será capaz de predecir algunas de las ordenaciones espaciales de los electrones de un átomo e indicar las energías de estos electrones. El conocimiento de estos detalles de la estructura atómica es, como se verá en el capítulo siguiente, básico para la comprensión de la manera en la cual se unen los átomos para formar moléculas.

2 Electrones en los átomos

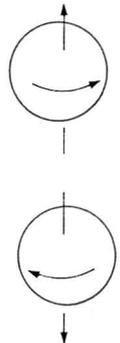
I Aunque un electrón de un átomo no ocupa una posición fija con relación al núcleo, hay una región del espacio en las proximidades del núcleo en donde la probabilidad de encontrar un electrón de un átomo es relativamente alta. Decimos, por ejemplo, que hay alguna «distancia más probable» entre el electrón y el _____ de un átomo.

2I Las únicas energías que puede tener un electrón de un átomo de hidrógeno son las calculadas por medio de la fórmula $\epsilon = -13,58/n^2$ eV en la que n , se conoce como el _____, es un número entero. De este modo la cantidad más pequeña de energía que puede absorber un átomo de hidrógeno en estado fundamental es _____.

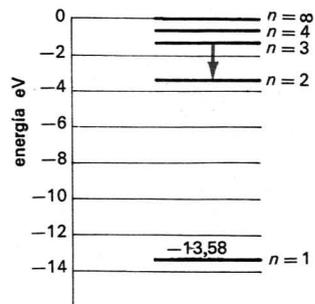


4I La energía de un electrón depende principalmente de su distancia del núcleo, y la distancia está determinada por el valor de _____, el número cuántico _____.

6I Un electrón es representado algunas veces como girando alrededor de un eje que pasa por su centro. Con esta representación, él puede girar en el sentido contrario de las agujas del reloj, representado convencionalmente por una flecha curvada, y otra que apunta hacia arriba, o puede girar _____ lo que se representa por ↓.



20



40

azimutal
 l
 0, 1, 2, ... $n-1$

60

principal
 azimutal
 magnético

4 *Electrones en los átomos*

2 Además, un electrón tiene cierta cantidad de energía—la energía cinética de su movimiento más la energía potencial proveniente de la fuerza electrostática de atracción entre él y el _____ cargado positivamente.

22 Utilizando la fórmula $\epsilon = -13,58/n^2$ eV para las energías admisibles de un electrón de un átomo de hidrógeno, calcular la energía emitida cuando un electrón cambia desde un estado con $n = 4$ a uno con $n = 2$.

42 Cuando en un átomo están presentes muchos electrones, sus orbitales penetran unos en otros. La extensión en la cual un electrón es influenciado por el núcleo depende entonces del tamaño y forma de su orbital. Además, para átomos de muchos electrones, la energía de un cierto electrón está determinada no sólo por el valor de n , sino también por el valor de _____ .

62 Debido a que un electrón sólo puede tener dos estados de spin diferentes, el número cuántico m_s , que identifica estos estados, puede tener solamente _____ valores.

I núcleo

2I número cuántico principal
10,19 eV

4I ⁿ
principal

6I en el sentido de las agujas del reloj