
QUÍMICA

J. Morcillo Rubio
M. Fernández González

C. O. U.

ANAYA

PRÓLOGO

La enseñanza tradicional de la Química, cuyo objetivo prioritario ha sido la asimilación memorística por parte del alumno de un sinnúmero de conceptos y propiedades de las sustancias, ha dado paso, hoy en día, a un tipo de enseñanza cada vez más deductivo y razonado, impuesto además por el crecimiento explosivo que han experimentado todos los campos de la Química en los últimos años.

De acuerdo con esta nueva línea educativa, en el presente libro, intentamos que el estudiante aprenda a razonar en Química, para que pueda comprender los procesos químicos, se pregunte su porqué y hasta sea capaz por sí solo de redescubrir algunos de ellos. La poca o mucha Química que aprenda ha de tener su base más en la razón que en la memoria.

El objetivo principal, pues, que nos proponemos, más aún que enseñar Química, es capacitar al estudiante para que pueda entender y aprender Química por su cuenta, si así lo desea. Hemos prescindido casi por completo de la enseñanza de tipo informativo, procurando sustituirla por una enseñanza deductiva y formativa, que desarrolle la capacidad creativa.

El esquema dado al texto, por su flexibilidad, permite adaptarse a la diferente capacidad intelectual de los estudiantes, así como a sus distintos grados de afición por la Química. Por otra parte, se brinda al profesor la posibilidad de orientar a sus estudiantes —o a alguno de ellos— hacia determinados temas de ampliación de los ya considerados, siempre a la vista de los resultados obtenidos en éstos.

Cada capítulo consta de un núcleo principal o texto básico, dividido en varios apartados, en los que se exponen, de forma razonada, los contenidos fundamentales. Cada apartado suele ir precedido de una motivación, con la que se intenta interesar al alumno en su contenido. Asimismo, se insertan algunos problemas resueltos y cuestiones, a fin de consolidar y aclarar los conocimientos adquiridos.

Aunque los contenidos que constituyen el núcleo principal son, a nuestro juicio, los justos para un nivel que es introductorio a una Química superior, se dan a continuación apéndices, dirigidos fundamentalmente a aquellos estudiantes que aún no hubieran visto satisfechas sus inquietudes.

Merecen también mencionarse las notas a pie de página, repartidas con profusión, que tienen como misión aclarar y ampliar el texto principal.

Al final de cada capítulo se proponen una serie de cuestiones y problemas, así como unos ejercicios de autoevaluación, que tienen la misión de que el propio alumno compruebe por sí mismo hasta qué punto ha asimilado el tema.

Otro elemento destacable, por su valor formativo, lo constituyen las lecturas —de tipo histórico o histórico-filosófico— seleccionadas en relación con el contenido de cada capítulo. Las lecturas sirven de acicate para que el futuro científico sea también un humanista.

Hacen comprender, además, que las leyes de la Química no están ahí desde siempre, sino que representan el fruto de muchos esfuerzos y equivocaciones de los hombres.

Dado el carácter eminentemente experimental de la Química, no es concebible aislar la teoría de la práctica, por lo que, en cada capítulo, se exponen unas experiencias prácticas para ser realizadas por los estudiantes en el laboratorio —o incluso en su casa—, al mismo tiempo que se explica la teoría correspondiente.

PRÓLOGO A LA SEGUNDA EDICIÓN

La tarea de revisión de un libro que, como el presente, ha gozado de muy amplia y favorable acogida no es nunca labor fácil. El temor a empeorar por el afán de mejorar, siempre está presente. Pero la experiencia acumulada invita a reelaborar determinadas partes del mismo y el paso de los años hace necesaria la puesta al día de otras.

Así, manteniendo intactas las directrices y esquemas fundamentales de la primera edición, se ha procurado en esta segunda establecer vínculos más estrechos con la experiencia química de laboratorio y con la química de la vida cotidiana. Con esta idea, se ha procedido a la ampliación y revisión de las prácticas de laboratorio, a ofrecer prácticas de casa, a insertar noticias de prensa relacionadas con la química y a seleccionar nuevas ampliaciones y complementos (apéndices y lecturas en la 1ª edición). Mención especial merece la parte gráfica, donde las figuras aparecen con aspecto más sugestivo gracias a la magia del color. Aquí también se ha procedido a una notable ampliación, incorporando nuevos esquemas y fotografías.

En cuanto a los contenidos fundamentales, salvo algunos retoques más o menos importantes, se han mantenido en su línea original, excepto los capítulos de inorgánica (15 y 16), que se han rehecho para darles mayor coherencia.

Es también de destacar la revisión de las cuestiones y problemas, que ha dado como resultado un incremento en la variedad de dichos elementos. Un nuevo apéndice recoge pruebas de Selectividad recientemente propuestas.

La excelente y cuidada presentación del libro dice mucho del celo y profesionalidad del equipo de personas que forman la editorial ANAYA, la cual, además, no ha escatimado medio técnico alguno en la edición de la obra.

JESUS MORCILLO RUBIO

Catedrático de la Universidad Complutense. Madrid

MANUEL FERNANDEZ GONZALEZ

Catedrático del Instituto "Ganivet". Granada

ÍNDICE

1. Leyes fundamentales. Teoría atómica	6
2. Medida de la masa en química	26
3. Estados de agregación y teoría cinética	52
4. Estequiometría de las reacciones químicas	82
5. Estructura electrónica de los átomos	102
6. Sistema periódico	126
7. Enlace químico	142
8. Energía de las reacciones químicas	172
9. Cinética química	192
10. Equilibrio químico	212
11. Reacciones de transferencia de protones	230
12. Reacciones de precipitación	254
13. Reacciones de transferencia de electrones	272
14. Electroquímica	290
15. Elementos representativos	314
16. Hidruros, óxidos y oxoácidos	344
17. Características de los compuestos de carbono	372
18. Hidrocarburos	396
19. Funciones orgánicas y sus características	418
20. Algunos aspectos de bioquímica	446
Apéndice	468
Ejercicios de Selectividad	471
Soluciones a los ejercicios de autoevaluación	482
Bibliografía	487
Tablas	488
Índice analítico	490

© del texto: Jesús Morcillo Rubio y Manuel Fernández González, 1990

© de las ilustraciones: Grupo Anaya, S. A., 1990

© de esta edición: GRUPO ANAYA, S. A. - Telémaco, 43 - 28027 Madrid - Depósito Legal: B. 659 - 1992 - ISBN: 84-207-3646-5 - Printed in Spain - Imprime: Alvagraf, S. A. - Gerona, 6 - 08120 La Llagosta (Barcelona).

Reservados todos los derechos. De conformidad con lo dispuesto en el Art. 534-bis del Código Penal vigente, podrán ser castigados con penas de multa y privación de libertad quienes reprodujeren o plagiaran, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, fijada en cualquier tipo de soporte, sin la preceptiva autorización.

1

LEYES FUNDAMENTALES. TEORÍA ATÓMICA

En este tema se exponen, siguiendo el orden histórico, las leyes de las reacciones químicas, que, iniciadas por la ley de Lavoisier de conservación de la masa, condujeron a la teoría atómica. Esta teoría consiguió un sólido respaldo al acoger en su seno y explicar las leyes anteriores. No obstante, las primeras dificultades no se hicieron esperar y vinieron con la ley de Gay Lussac de los volúmenes de los gases que reaccionan, en aparente contradicción con la teoría atómica de Dalton. Felizmente el escollo fue superado por Avogadro al enunciar su hipótesis sobre los gases, apartado con el que se cierra el tema.

1. LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA MASA

Si pesamos una cierta cantidad de arena y otra de sal, y a continuación las mezclamos, comprobaremos que el peso de la mezcla es igual a la suma del de los componentes. Igual sucede con azúcar y agua, etc. El peso se conserva.

Pero en una reacción química donde, como se sabe, unas sustancias desaparecen y aparecen otras de distintas propiedades ¿se conserva también el peso?

Lavoisier respondió afirmativamente a esta pregunta⁽¹⁾: La materia ni se crea ni se destruye, sino que se transforma.

Esto quiere decir que el peso total de las sustancias que reaccionan (*reactivos*) es igual al peso total de las sustancias que resultan (*productos*).

Y como al pesar estamos midiendo también masas, ya que el peso de cualquier cuerpo es proporcional a su masa ($p = m \cdot g$), puede enunciarse la ley con más propiedad si la referimos a la masa⁽²⁾: La masa total de las sustancias que reaccionan (*reactivos*) es igual a la masa total de las sustancias resultantes (*productos*)⁽³⁾.

Es decir:

$$\Sigma m_{\text{reactivos}} = \Sigma m_{\text{productos}}$$

O con otras palabras: en un sistema cerrado (es decir, sin intercambio de materia con el exterior), la masa total de las sustancias existentes no cambia aunque se produzca cualquier reacción química entre ellas (figs. 1 y 2).

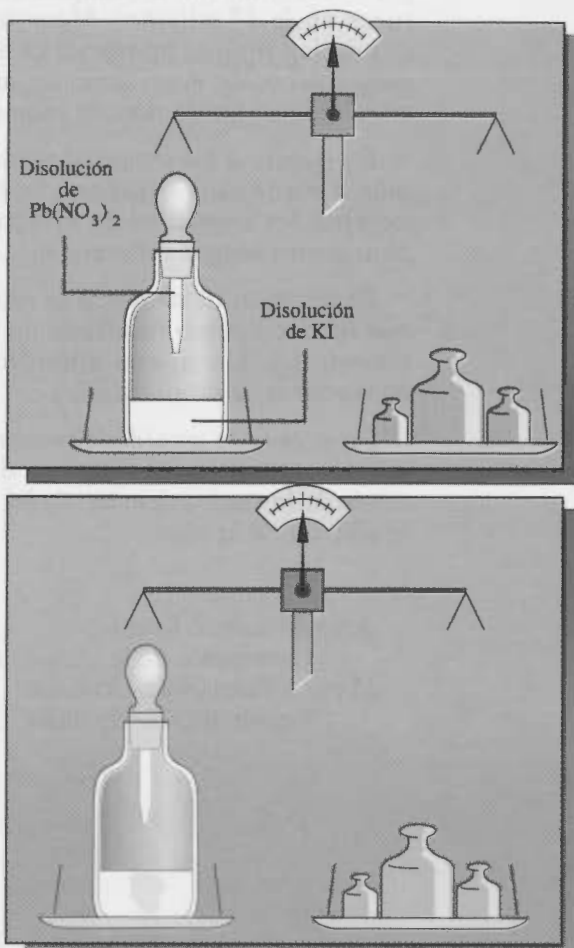


Fig. 1. Al mezclar las dos disoluciones se produce la reacción: nitrato de plomo (II) + yoduro potásico → yoduro de plomo (II) (amarillo) + nitrato potásico. Antes y después de la misma, la balanza no registra ninguna variación de masa.



Fig. 2. Las reacciones en las que intervienen gases parecen contradecir la ley de Lavoisier. Así, el contemplar las cenizas tras la combustión induce a pensar que la mayor parte de la materia ha desaparecido. Todo se explica si se consideran las masas del oxígeno consumido y del vapor de agua y dióxido de carbono desprendidos.

NOTAS ACLARATORIAS

(1) La ley de la conservación de la masa, que va enunciada en su *Traité Elementaire de Chimie* (1789), supuso un golpe mortal contra la teoría del flogisto (v. el primero de los Complemento del Tema 13), entonces dominante, para la que la variación de peso en una reacción química no tenía demasiada trascendencia. Era normal, según dicha teoría que hubiese pérdidas de peso (se citaba el ejemplo de la combustión de la madera), o ganancias del mismo (era señalado el caso de la calcinación —oxidación al aire— de un metal).

(2) El concepto de peso puede considerarse derivado del de masa y exige un campo gravitatorio para su puesta en evidencia. Así, por ejemplo, si la masa de un cuerpo es de 2 kg, este valor permanece inalterable con las circunstancias (excluidas las variaciones relativistas), en cambio su peso puede tomar cualquier valor, incluido el cero (peso nulo), según se encuentre en un punto u otro de la Tierra, del espacio, de la Luna, etc.

(3) Véase la Ampliación I de este tema.

CUESTIÓN 1

Al calentar un trozo de estaño éste se oxida. Si pesamos el estaño antes y después de la oxidación comprobaremos que se ha producido un aumento de peso. ¿Contradice esto la ley de conservación de la masa? (Véase el primero de los Complementos al final de este tema.)

2. LEY DE LA COMPOSICIÓN CONSTANTE

Para obtener cualquier compuesto como, por ejemplo, cloruro sódico, ¿es necesario que los pesos de sodio y cloro que reaccionan guarden siempre una misma proporción (p. ej., 0,65/1,00), o bien cabe cierta flexibilidad al respecto (p. ej., 0,52/1,00)?

¿No sería lógico esperar que el sodio y el cloro reaccionaran entre sí en cantidades iguales en peso, es decir, un gramo de uno con un gramo de otro (1/1)?

Si consideramos ahora varias muestras de cloruro sódico (sal común) de procedencia tan distinta como el agua del mar, la sangre y la reacción entre el ácido clorhídrico y la sosa ¿encontraremos al analizar dichas muestras siempre la misma relación en peso entre el sodio y el cloro que las componen?

Si se hacen reaccionar, en condiciones cuidadosamente controladas, por ejemplo, 10,00 g de cloro con 10,00 g de sodio⁽⁴⁾ podrá probarse que los 10,00 g de cloro no reaccionan con todo el sodio, sino con una porción de él, 6,48 g exactamente, quedándose el exceso sin reaccionar (fig. 3).

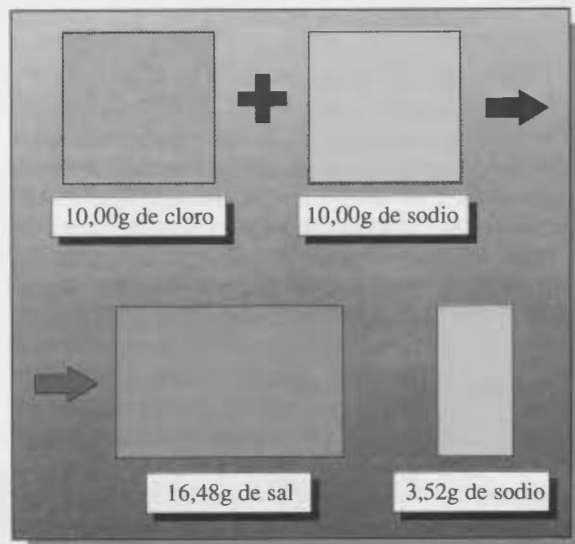


Fig. 3. Los 10,00 g de cloro reaccionan sólo con 6,48 g de sodio, quedándose el exceso de éste sin reaccionar.

Según la experiencia, el sodio y el cloro han reaccionado en la proporción en peso:

$$\frac{\text{sodio}}{\text{cloro}} = \frac{6,48}{10,00}$$