

Estructura de la materia: átomo, tabla periódica, enlace y nomenclatura

La sal y el azúcar de la cocina parecen casi iguales: blancos, cristalinos, solubles en agua. Pero la sal funde a unos 800 °C y el azúcar se descompone antes de llegar a 190 °C, y el agua con sal conduce la corriente mientras que el agua con azúcar no. La diferencia no se ve: está en cómo se unen sus átomos.

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria

Material en revisión por el autor. Si ves un error, [avísanos](#).



Duración: 9 sesiones · Saberes: B.3, B.4 · Criterios: 2.2, 2.3, 5.2 ·

Requisitos previos: unidad 2 (modelo de partículas, elemento y compuesto); no se presupone Física y Química de 1.º. En la unidad 2 la materia se describió como un conjunto de partículas en movimiento, sin preguntar qué son esas partículas por dentro.



Esta unidad abre la partícula. Un átomo tiene un núcleo diminuto con casi toda la masa y, alrededor, electrones cuya disposición decide cómo se comporta el elemento: con quién se une, cuántos enlaces forma y qué propiedades tendrán las sustancias que resulten. El recorrido tiene cuatro etapas.



§ 1

El átomo y sus partículas

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Núcleo y corteza

Un átomo está formado por tres tipos de partículas: | Partícula |
Dónde está | Carga eléctrica | Masa (CODATA 2022) | |---|---|---|---|
-| | Protón | Núcleo | +e | $1,672\ 62 \times 10^{-27}$ kg | | Neutrón | Núcleo | 0 |
 $1,674\ 93 \times 10^{-27}$ kg | | Electrón | Corteza | -e | $9,109\ 38 \times 10^{-31}$ kg | La
carga elemental vale exactamente $e = 1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ C...



El protón tiene unas 1836 veces la masa del electrón, así que casi toda la masa del átomo está en el núcleo. El núcleo es, a la vez, muchísimo más pequeño que el átomo: un átomo mide del orden de 10^{-10} m, y su núcleo, del orden de 10^{-15} a 10^{-14} m. Un átomo aislado es neutro: tiene tantos electrones como protones.



El átomo no es un sistema solar en miniatura

Los electrones no giran en órbitas como planetas. Esa imagen corresponde a los primeros modelos (el de Bohr usaba órbitas circulares) y sigue en muchos logotipos, pero el modelo actual no asigna al electrón una trayectoria. En esa escala, el protón y el neutrón tienen masas cercanas a 1 u (1,007 28 u y 1,008 66 u).



3.1 • Masa atómica media del cobre

Enunciado El cobre natural tiene dos isótopos estables. Según la CIAAW, el ^{63}Cu tiene una masa de 62,929 597 u y una abundancia de $0,6915 \pm 0,0015$ (fracción de átomos), y el ^{65}Cu , una masa de 64,927 790 u y una abundancia de $0,3085 \pm 0,0015$. a) Calcula la masa atómica media del cobre.

1. Comprobación de los datos: las abundancias suman $0,6915 + 0,3085 = 1,0000$. No falta ningún isótopo.
2. Contribución de cada isótopo: $0,6915 \times 62,929\,597 = 43,515\,816$; $0,3085 \times 64,927\,790 = 20,030\,223$.
3. Media ponderada: $A_r(\text{Cu}) = 43,515\,816 + 20,030\,223 = 63,546\,04$.
4. Efecto de la incertidumbre: si la abundancia del ^{65}Cu aumenta 0,0015, la del ^{63}Cu disminuye lo mismo, y la media cambia en $0,0015 \times (64,927\,790 - 62,929\,597) \text{ u} = 0,0030 \text{ u}$.
5. Resultado: $A_r(\text{Cu}) = 63,546 \pm 0,003$. La masa molar del cobre es, por tanto, 63,546 g/mol.



Hay elementos cuya composición isotópica varía tanto de una muestra a otra que la CIAAW ya no da un único valor, sino un intervalo. El cloro (^{35}Cl y ^{37}Cl) es el ejemplo clásico: su masa atómica estándar se expresa como [35,446;



35,457], notación que la Comisión introdujo en 2009, y para el uso diario se recomienda el valor abreviado $35,45 \pm 0,01$. El hidrógeno, el carbono, el nitrógeno, el oxígeno y el azufre también tienen intervalo. Para los cálculos de este curso se usan los valores abreviados ($H = 1,0080$; $C = 12,011$; $O = 15,999$; $Cl = 35,45$).



§ 2

La tabla periódica

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



La configuración electrónica

Los electrones de un átomo se distribuyen en niveles de energía ($n = 1, 2, 3\dots$) y, dentro de cada nivel, en subniveles s, p, d y f, que admiten como máximo 2, 6, 10 y 14 electrones.



Marguerite Perey, de ayudante a descubridora

El elemento 87 era uno de los huecos que seguían vacíos en el siglo XX. Lo encontró en 1939, en el Instituto Curie de París, Marguerite Perey, que había entrado diez años antes como ayudante de laboratorio de Marie Curie: purificó una muestra de actinio y dedujo que la radiactividad que quedaba solo podía deberse a un elemento nuevo, el f...



2016: la tabla periódica completa su séptimo periodo

El 28 de noviembre de 2016 la IUPAC aprobó los nombres y símbolos de los elementos 113, 115, 117 y 118, descubiertos en laboratorios de Japón, Rusia y Estados Unidos. Con ellos quedó completo el séptimo periodo.



§ 3

El enlace químico

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Por qué se unen los átomos

Dos átomos se enlazan cuando el conjunto unido tiene menos energía que los átomos separados. Una regla útil para predecir cómo lo hacen los elementos de los periodos 2 y 3 es la regla del octeto: muchos átomos tienden a ganar, perder o compartir electrones hasta quedar con ocho en la capa de valencia, como el gas noble más cercano (dos, e...



Moléculas que no existen y reglas que no son leyes

No hay «moléculas de NaCl» en la sal. Un cristal de sal es una red de iones Na^+ y Cl^- sin parejas privilegiadas: cada ion está igual de unido a sus seis vecinos. La fórmula de un compuesto iónico indica una proporción, la llamada unidad fórmula. La regla del octeto es una regla práctica, no una ley.



Fuerzas intermoleculares y el puente con la biología

Entre las moléculas actúan fuerzas intermoleculares, mucho más débiles que un enlace pero decisivas para las propiedades. La más intensa es el enlace de hidrógeno: un átomo de H unido a uno muy electronegativo (F, O o N) es atraído por un par de electrones libre de otra molécula.



Explica que el agua hierva a 100 °C, mientras que el sulfuro de hidrógeno, H₂S, de molécula parecida y más pesada, hierve en torno a -60 °C (PubChem): sin enlaces de hidrógeno entre sus moléculas, el agua sería un gas a temperatura ambiente. Aquí está el puente con la unidad 12 (Biomoléculas).



Nature, 25 de abril de 1953: la doble hélice y los enlaces de hidrógeno

El mismo número de la revista Nature publicó el modelo de la doble hélice del ADN de James Watson y Francis Crick y los datos de difracción de rayos X de Rosalind Franklin y Raymond Gosling, compatibles con una estructura helicoidal.



§ 4

Formulación y nomenclatura inorgánica

POR **Adrián Peinado**, profesor de Física y Química en Secundaria



Un idioma común: las recomendaciones de la IUPAC de 2005

Para que un mismo compuesto tenga el mismo nombre en cualquier laboratorio, la IUPAC publica recomendaciones de nomenclatura. Las vigentes para química inorgánica son las de 2005 (el «Libro Rojo»), con versión española de la propia IUPAC adaptada por Miguel A. Ciriano y Pascual Román Polo (2007).



Es la referencia de la nomenclatura que se enseña en secundaria en España. Admite tres maneras de nombrar los compuestos binarios: Nomenclatura de composición con prefijos multiplicadores (mono-, di-, tri-, tetra-, penta-, hexa-, hepta-): indica cuántos átomos de cada elemento hay. Fe_2O_3 , trióxido de dihierro.



3.2 · Formular y nombrar: un mineral de hierro y una sal de cobre

Enunciado a) Formula el óxido de hierro(III), componente principal del mineral hematites, y da su nombre con prefijos multiplicadores. b) Calcula su masa molar y el porcentaje en masa de hierro. c) Nombra CuCl_2 de dos maneras. Masas atómicas (IUPAC): Fe = 55,845; O = 15,999; Cu = 63,546; Cl = 35,45.

1. Números de oxidación: hierro(III) $\rightarrow +3$; oxígeno en un óxido $\rightarrow -2$.
2. Neutralidad: el mínimo común múltiplo de 3 y 2 es 6. Dos átomos de Fe aportan +6 y tres de O, -6: Fe_2O_3 .
Comprobación: $2(+3) + 3(-2) = 0$.
3. Nombre con prefijos: dos hierros y tres oxígenos $\rightarrow$ trióxido de dihierro.
4. Masa molar: $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \times 55,845 + 3 \times 15,999 = 111,690 + 47,997 = 159,687 \text{ g/mol} \approx 159,69 \text{ g/mol}$.
5. Porcentaje de hierro: $111,690 / 159,687 \times 100 = 69,94 \%$.
6. CuCl_2 : el cloro en un cloruro tiene -1; para que la suma sea cero, el cobre tiene +2. Nombres: cloruro de cobre(II) y dicloruro de cobre (también cloruro de cobre(2+)).

Hasta aquí la teoría

Continúa en el libro de la unidad.