

King of Dumbs

el rey de los tontos

Nivel: ♠ Técnico

¿De qué está hecho un muro? Átomos y elementos sin miedo

Protones, neutrones y electrones, elementos e isótopos, diamante frente a grafito y el mol, explicados con piezas de construcción y en tres niveles.

Español Publicado 15 de octubre de 2026



Escanea para abrir la lección interactiva

<https://kingofdumbs.com/es/lecciones/atomos-y-elementos>

Qué vas a aprender

- Qué hay dentro de un átomo
- Elemento, isótopo e ion
- Molécula y enlace: diamante frente a grafito
- El mol

Símbolos que aparecen

Δ incremento: cuánto ha cambiado (♠) · E_a subíndice: la etiqueta de abajo (♦♠) · H° ° de estándar, no de grados (♠) · Σ sumatorio: súmalos todos (♠) · x_i índice i: el elemento número i (♠) · $\approx$ aproximadamente igual (♦♠) · $\sim$ del orden de / se reparte como (♠) · $\rightarrow$ flecha: se convierte en / tiende a (♠) · 10^{-3} exponente negativo: dividir (♦♠) · J/(mol·K) unidades compuestas (♦♠) · α alfa: ritmo de aprendizaje o partícula (♦♠)

Mira una pared. Está hecha de ladrillos, y cada ladrillo, de barro cocido. Ahora imagina que sigues partiendo: el ladrillo en trozos, los trozos en granos, los granos en trocitos cada vez más pequeños. Si sigues y sigues, al final llegas siempre a lo mismo: **átomos**.

La pregunta tonta de esta lección es: **¿de qué está hecho un muro?** La respuesta sorprende: de solo tres tipos de pieza. Son las mismas que forman tu mano y el aire que respiras. Lo que cambia es cuántas pones y cómo las juntas, igual que con una caja de piezas de construcción.

Esta lección enseña cuatro ideas: qué hay dentro de un átomo, qué hace que un átomo sea de un elemento o de otro, cómo las mismas piezas dan cosas muy distintas, y cómo se cuentan los átomos por montones.

Elige tu carta: ♣ si empiezas de cero, ♦ si no te asusta una fórmula sencilla, ♠ si quieres la notación. Puedes cambiarla en cualquier momento.

Dentro del átomo

♦ → ♠ Del intermedio al técnico

En ♦ decíamos	En ♠ se escribe
del orden de 10^{-15} m	$R = r_0 A^{(1/3)}$, $r_0 \approx 1,2$ fm (1 fm = 10^{-15} m)
protones y neutrones del núcleo	A: número de nucleones
unidad de masa atómica (u)	$u = m(^{12}\text{C})/12 = 1,660\,539\,068\,92(52) \times 10^{-27}$ kg
un protón pesa como 1836 electrones	$m_p/m_e = 1836,152\,673\,426(32)$
carga positiva	$q = +e$, $e = 1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$ C (exacta)
casi todo vacío	$V_{\text{núcleo}} / V_{\text{átomo}} \sim (10^{-15} / 10^{-10})^3 = 10^{-15}$
casi toda la masa en un punto diminuto	densidad nuclear $\rho \approx 2,3 \times 10^{17}$ kg/m ³

$$R = r_0 \cdot A^{(1/3)}, r_0 \approx 1,2 \text{ fm}$$

$$\rho \approx u / (4/3 \pi r_0^3) \approx 2,3 \times 10^{17} \text{ kg/m}^3$$

$$m_p / m_e = 1836,152\,673\,426(32)$$

$$(10^{-15} \text{ m} / 10^{-10} \text{ m})^3 \approx 10^{-15} \text{ (volumen)}$$

Las medidas de dispersión dan un radio nuclear $R = r_0 A^{(1/3)}$, con $r_0 \approx 1,2$ fm y A el número de nucleones (OpenStax, *University Physics* vol. 3, 10.1). Que R crezca como $A^{(1/3)}$ quiere decir que el volumen crece como A: los nucleones se empaquetan a **densidad constante**, como gotas de un líquido que no se comprime.

Esa densidad sale de poner una masa u en una esfera de radio r_0 : $\rho \approx u / (4/3 \pi r_0^3) \approx 2,3 \times 10^{17} \text{ kg/m}^3$, el mismo valor que OpenStax calcula para el hierro-56 (HyperPhysics da 2×10^{17}). Un centímetro cúbico de materia nuclear pesaría unos $2,3 \times 10^{11}$ kg.

Con $m_p/m_e = 1836,15$ (CODATA 2022), en un átomo con tantos neutrones como protones los electrones son un 0,03 % de la masa. El volumen va al revés: con $R_{\text{átomo}}/R_{\text{núcleo}} \sim 10^5$, el núcleo ocupa $\sim 10^{-15}$ del volumen.

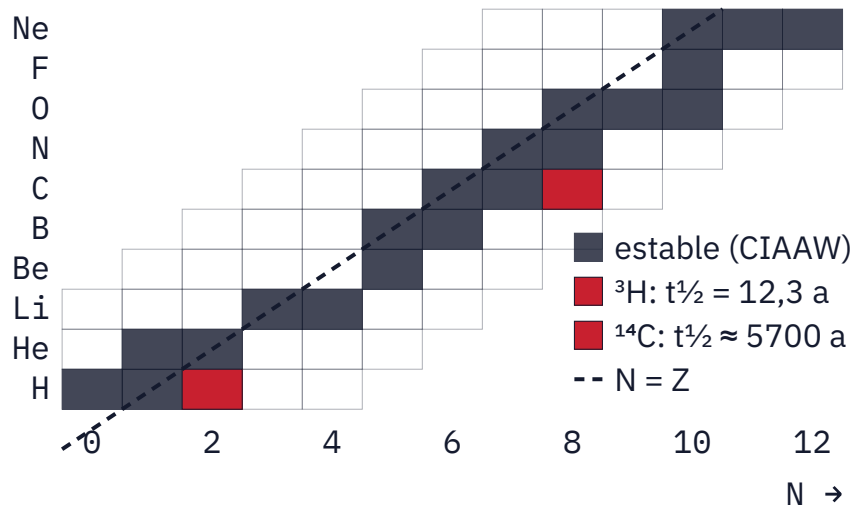
El núcleo lo dedujo Rutherford (*Phil. Mag.* 21, 669, 1911) a partir de la dispersión de partículas α a ángulos grandes, imposible en un átomo con la carga repartida. El neutrón lo identificó Chadwick (*Nature* 129, 312, 1932). Desde 2019, m_p es exacta por definición; m_n es, por definición, la doceava parte de la masa de un átomo de ^{12}C .



Elementos e isótopos

♦ → ♠ Del intermedio al técnico

En ♦ decíamos	En ♠ se escribe
número atómico (Z)	Z
los neutrones son A – Z	$N = A - Z$
número másico (A)	$A = Z + N$; nucleido $^A_Z X$
si el núcleo aguanta	carta de nucleidos: estables y radiactivos según (Z, N)
abundancia	fracción de átomos x_i , con $\sum x_i = 1$
semivida	$t_{1/2}$: $N(t) = N_0 \cdot 2^{(-t / t_{1/2})}$
carga	$q = (Z - n_e) \cdot e$



Un nucleido queda fijado por (Z, N). La carta de nucleidos los ordena con N en abscisas y Z en ordenadas. Entre $Z = 1$ y 10, la CIAAW da **20 nucleidos estables**, todos con N entre $Z - 1$ y $Z + 2$: en los núcleos ligeros, la estabilidad está pegada a la diagonal $N = Z$. El berilio y el flúor tienen uno solo (^9Be y ^{19}F).

Estar en la franja no basta: los nucleidos que no están en esa lista, dentro o fuera de ella, se desintegran. Cada núcleo lo hace con una probabilidad por unidad de tiempo constante, así que el número de núcleos sigue $N(t) = N_0 \cdot 2^{(-t/t_{1/2})}$. Dos ejemplos, los dos dentro de la franja:

- **^3H (tritio):** $t_{1/2} = 12,32$ años (OpenStax, tabla 10.1); TUNL recomienda $12,323 \pm 0,020$ años. Se convierte en ^3He .
- **^{14}C :** OpenStax da 5730 años y TUNL recomienda 5686 ± 40 (media de las medidas recientes, 5699 ± 20). Con unos 5700 años, tras 11 400 queda un cuarto.

Las abundancias x_i no son constantes universales: dependen del origen de la muestra. La CIAAW da para el ^{13}C un intervalo de 0,0096 a 0,0116 en material terrestre normal.

La carga de un ion es $q = (Z - n_e) \cdot e$. Cambiar n_e es química (ionizar); cambiar Z es física nuclear.

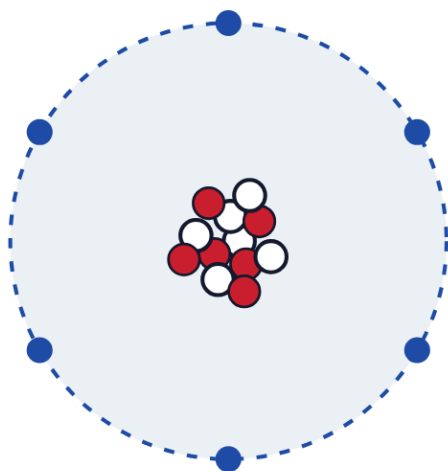
El Rey de los Tontos dice:

Ponle neutrones a un carbono y sigue siendo carbono. Para cambiar de elemento hay que tocar los protones, y eso ya no es química.



Prueba tú: monta un átomo

Mueve los protones, los neutrones y los electrones. Mira qué elemento sale, si el núcleo aguanta y si el átomo se queda con carga. Prueba con 6 protones y 8 neutrones.



^{12}C

carbono-12

- protón
- neutrón
- electrón

Protones (deciden el elemento) 6

Neutrones 6

Electrones 6

Elemento Carbono (C)

Isótopo carbono-12

Se escribe ^{12}C

Núcleo Estable: no se deshace.

Carga Neutro: tantos electrones como protones.

Carbono-12. Estable: no se deshace. Neutro: tantos electrones como protones.



Widget interactivo. Pruébalo en la web: <https://kingofdumbs.com/es/lecciones/atomos-y-elementos>

Las mismas piezas, montadas distinto

♦ → ♠ Del intermedio al técnico

En ♦ decíamos	En ♠ se escribe
enlaces químicos	enlace sencillo C-C (1,54 Å) y doble C=C (1,34 Å)
4, en los vértices de un tetraedro	hibridación sp^3 , ángulo $\arccos(-1/3) \approx 109,5^\circ$
3, en láminas planas	hibridación sp^2 , ángulo de 120°
$1,4 \times 10^{-10}$ m	$d = 1,4 \text{ Å}$ ($1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$)
fuerzas débiles	interacciones no covalentes entre capas
la forma más estable	$\Delta G^\circ < 0$: $\Delta_r G^\circ(\text{diamante} \rightarrow \text{grafito}) = -2,9 \text{ kJ/mol}$
romper sus enlaces	energía de enlace C-C $\approx 345 \text{ kJ/mol}$
no se convierte	metaestable (estabilidad cinética)



C-C sencillo: 1,54 Å, 345 kJ/mol
 diamante → grafito: $\Delta G^\circ = -2,9 \text{ kJ/mol}$

En el diamante, cada carbono es sp^3 y se une a 4 carbonos en los vértices de un tetraedro; en el grafito es sp^2 y se une a 3 en el plano (UW–Madison, Chem 109). El ángulo del tetraedro sale de dos vectores a vértices opuestos, (1, 1, 1) y (1, -1, -1): $\cos \theta = -1/3$, $\theta \approx 109,47^\circ$. Los tres enlaces de un plano hexagonal forman 120° .

La tabla 7.3 de OpenStax da para el enlace C–C sencillo una longitud media de 1,54 Å y 345 kJ/mol, y para el doble C=C, 1,34 Å. La distancia entre vecinos en la lámina de grafito, ~1,4 Å, cae entre las dos. Las láminas se sujetan solo por interacciones no covalentes, y por eso el grafito mancha el papel.

Termodinámica a 25 °C: la energía de Gibbs del diamante está 2,90 kJ/mol por encima de la del grafito (OpenStax, apéndice G), así que $\Delta_r G^\circ(\text{diamante} \rightarrow \text{grafito}) = -2,9 \text{ kJ/mol}$, lo mismo que da UW–Madison. El signo dice que el grafito es más estable. La cinética dice otra cosa: para recolocar la red

hay que romper enlaces C–C de unos 345 kJ/mol, unas 120 veces más que lo que se gana por mol. El diamante es **metaestable**.



Contar átomos: el mol

♦ → ♠ Del intermedio al técnico

En ♦ decíamos	En ♠ se escribe
exactamente 6,022 140 76×10 ²³	N_A = 6,022 140 76×10 ²³ mol ⁻¹
un número de cosas	cantidad de sustancia n = N / N_A
gramos por mol	masa molar M = m / n
las mismas cifras que la masa de una partícula en u	M = A_r · M_u, M_u = 1,000 000 001 05(31) g/mol
mezcla de isótopos	A_r(C) = Σ_i x_i · A_r(ⁱ C)

$$A_r(C) = \sum_i x_i \cdot A_r(^iC)$$
$$= 0,9893 \cdot 12 + 0,0107 \cdot 13,0034$$
$$\approx 12,0107 \in [12,0096; 12,0116]$$

$$M = A_r \cdot M_u, M_u \approx 1 \text{ g/mol}; n = N / N_A$$

La cantidad de sustancia es $n = N / N_A$, con N_A fijada exactamente desde la redefinición del SI de 2019. La masa molar es $M = A_r \cdot M_u$. Antes de 2019, M_u valía 1 g/mol por definición. Ahora es una medida: $M_u = 1,000\,000\,001\,05(31)$ g/mol (CODATA 2022). La diferencia, de una parte en mil millones, no se nota fuera de la metrología. Con ese valor, $M(^{12}\text{C}) = 12 M_u \approx 12,000\,000\,013$ g/mol.

El peso atómico de un elemento es la media de las masas de sus isótopos, ponderada por su abundancia. Para el carbono, con las fracciones representativas del NIST, 0,9893 y 0,0107: $A_r(\text{C}) = 0,9893 \cdot 12 + 0,0107 \cdot 13,003\,355 \approx 12,0107$. Como la abundancia del ^{13}C varía según la muestra, la CIAAW no da un número sino un intervalo, [12,0096; 12,0116]. Para cálculos de rutina se usa el valor convencional 12,011.



Reto final

1. Un átomo tiene 6 protones y 8 neutrones. ¿Qué es?

- a. Nitrógeno, porque tiene 14 piezas en el núcleo
- b. Carbono-14: 6 protones es carbono
- c. Oxígeno, porque tiene 8 neutrones

2. ¿En qué se diferencian un diamante y la mina de un lápiz?

- a. El diamante lleva un elemento que el grafito no tiene
- b. Los dos son solo carbono, pero sus átomos se enganchan distinto
- c. El grafito es carbono sucio

3. Un mol de agua y un mol de hierro tienen...

- a. La misma masa
- b. El mismo número de partículas
- c. El mismo volumen



En tres frases

1. Todo lo que tocas está hecho de átomos, y cada átomo son tres piezas: protones y neutrones en un núcleo diminuto que tiene casi toda la masa, y electrones alrededor.
2. Los protones deciden el elemento, los neutrones el isótopo y los electrones la carga: cambiar neutrones o electrones no convierte el carbono en otra cosa.
3. Las mismas piezas montadas distinto dan cosas distintas (diamante y grafito son solo carbono), y para contarlas se usa el mol, una docena gigante de 6×10^{23} .



Fuentes

- Átomo, núcleo, partículas y tamaños: OpenStax, *Chemistry 2e*, [2.2](#) y [2.3](#) (tabla 2.2, el arándano y el estadio), contrastado con [OpenStax, University Physics vol. 1, 1.1](#). Moléculas: [OpenStax, 2.4](#).
- Radio y densidad nuclear, y semividas: [OpenStax, University Physics vol. 3, 10.1](#), contrastado con [HyperPhysics](#) y con TUNL, ^3H y ^{14}C . Carbono-14 en la atmósfera: [OpenStax, Chemistry 2e, 21.3](#).
- Historia: Rutherford, *Phil. Mag.* 21, 669 (1911), [doi:10.1080/14786440508637080](#); Chadwick, *Nature* 129, 312 (1932), [doi:10.1038/129312a0](#).
- Constantes (CODATA 2022): m_p/m_e , u , M_u y N_A . Definición del mol y de la carga elemental: [BIPM, folleto del SI](#).
- Isótopos estables y abundancias: [CIAAW](#). Pesos atómicos estándar (2024): [CIAAW](#). Masas y fracciones representativas del carbono: [NIST](#).
- Diamante y grafito: [OpenStax, Chemistry 2e, 10.5](#) y [UW–Madison, Chem 109, D26.1](#). Enlaces: [OpenStax, 7.5, tabla 7.3](#). Energías de formación: [OpenStax, apéndice G](#).
- El mol como docena y la masa molar: [OpenStax, Chemistry 2e, 3.1](#).

Cómo está hecha esta lección: investigada y redactada con ayuda de Claude a partir de las fuentes de arriba, comprobadas y contrastadas con una segunda fuente entre el 13 y el 15 de octubre de 2026. Las cifras sin enlace propio son cálculos a partir de ellas. Los dibujos son propios.

Soluciones

1. **b)** Carbono-14: 6 protones es carbono. Eso es. Los protones deciden el elemento; los neutrones, el isótopo.
2. **b)** Los dos son solo carbono, pero sus átomos se enganchan distinto. Bien. Mismas piezas, otro montaje: 4 vecinos en el diamante, 3 en el grafito.
3. **b)** El mismo número de partículas. Exacto. Un mol es un número, como una docena: 6×10^{23} . Pesan distinto: 18 g y casi 56 g.

Lección de King of Dumbs, kingofdumbs.com. Versión para leer sin conexión; la original, con widgets que se tocan, está en: <https://kingofdumbs.com/es/lecciones/atomos-y-elementos>

Actualizada el 15 de octubre de 2026.