

King of Dumbs

el rey de los tontos

Nivel: ♠ Técnico

¿Se puede crear algo de la nada? Conservación sin miedo

Masa, energía y carga no se crean ni se destruyen: se transforman. Lavoisier, el tobogán, el globo y $E = mc^2$, con dos widgets y en tres niveles.

Español Publicado 15 de octubre de 2026



Escanea para abrir la lección interactiva

<https://kingofdumbs.com/es/lecciones/leyes-de-conservacion>

Qué vas a aprender

- Conservación de la masa y de los átomos (Lavoisier)
- Conservación de la energía
- Conservación de la carga y del número de protones y neutrones
- $E = mc^2$: la masa también es energía

Antes de esta lección

Si algo te suena a chino, estas lecciones lo explican desde cero:

1. [¿De qué está hecho un muro? Átomos y elementos sin miedo](#)
2. [¿Julios, vatios o calorías? Energía y potencia sin miedo](#)

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 (♠) · $\bar{x}$ barra encima: la media (♠) · · punto: multiplicar (o producto escalar) (♦♠) · $\rightarrow$ flecha: se convierte en / tiende a (♦♠) · 10^{-3} exponente negativo: dividir (♦♠) · J/(mol·K) unidades compuestas (♠) · ν nu: coeficiente o neutrino (♠) · τ tau: un tiempo característico (♠) · π pi: 3,14159... (o un pion) (♠) · γ gamma: un fotón (♠)

Echa un tronco a la chimenea. Una hora después queda un puñado de ceniza que pesa mucho menos que el tronco. ¿Dónde está el resto? ¿Se ha convertido en nada?

La pregunta tonta de esta lección es: **¿se puede crear algo de la nada?** O al revés: ¿se puede hacer que algo desaparezca del todo? La respuesta corta es que no. El universo lleva unas cuantas cuentas que nunca fallan. Las cosas cambian de forma, de sitio o de aspecto, pero las cuentas siempre cuadran.

Esta lección enseña cuatro de esas cuentas: la de los átomos, la de la energía, la de la carga eléctrica y la que une masa y energía, la famosa $E = mc^2$.

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

Nada se pierde: la masa

♦ → ♠ Del intermedio al técnico

En ♦ decíamos	En ♠ se escribe
número delante de cada sustancia	coeficiente estequiométrico v_j (negativo en los reactivos)
$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	$\sum_j v_j X_j = 0, v = (-1, -2, 1, 2)^T$
los mismos átomos de cada elemento a cada lado	$A \cdot v = 0$, con A_{kj} los átomos del elemento k en la especie j
ajustar la reacción	hallar el núcleo de A : $\dim = n^\circ$ de especies - $\text{rango}(A)$
masa de un mol	masa molar $M_j = \sum_k m_k A_{kj}$, con m_k la masa de un átomo del elemento k
sistema cerrado	sistema sin intercambio de materia con el entorno

$$A = \begin{matrix} & \text{CH}_4 & \text{O}_2 & \text{CO}_2 & \text{H}_2\text{O} \\ \begin{matrix} \text{C} \\ \text{H} \\ \text{O} \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 4 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \cdot v = 0$$

$$v = (-1, -2, 1, 2)^T \text{ (reactivos } < 0)$$

$$\sum_j v_j M_j = \sum_k m_k (Av)_k = 0$$

Una reacción se escribe como $\sum_j v_j X_j = 0$, con v_j negativo para los reactivos y positivo para los productos. Que se conserve cada elemento k es $\sum_j A_{kj} v_j = 0$ para todo k : $A \cdot v = 0$. Ajustar una reacción es buscar el núcleo de A .

Para el metano, A es 3×4 y de rango 3, así que el núcleo tiene dimensión 1 y la reacción queda fijada salvo un factor: $v = (-1, -2, 1, 2)$. En la fermentación de Lavoisier, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{CO}_2$, hay tres elementos y tres especies, pero el rango es 2 y vuelve a salir una sola solución. Cuando el núcleo tiene dimensión mayor que 1 (más especies que $\text{rango}(A) + 1$), hay varias reacciones posibles, y la química, no el álgebra, decide cuál pasa.

La conservación de la masa es un corolario. Con $M_j = \sum_k m_k A_{kj}$:

$$\sum_j v_j M_j = \sum_k m_k (A \cdot v)_k = 0$$

Esto supone que cada átomo pesa lo mismo dentro y fuera de una molécula. No es exacto: la energía de los enlaces también tiene masa (bloque 4), pero el error es de una parte en 10^{10} y ninguna balanza lo ve. OpenStax lo enuncia así: no hay cambio *detectable* en la cantidad total de materia (*Chemistry 2e*, 1.2).

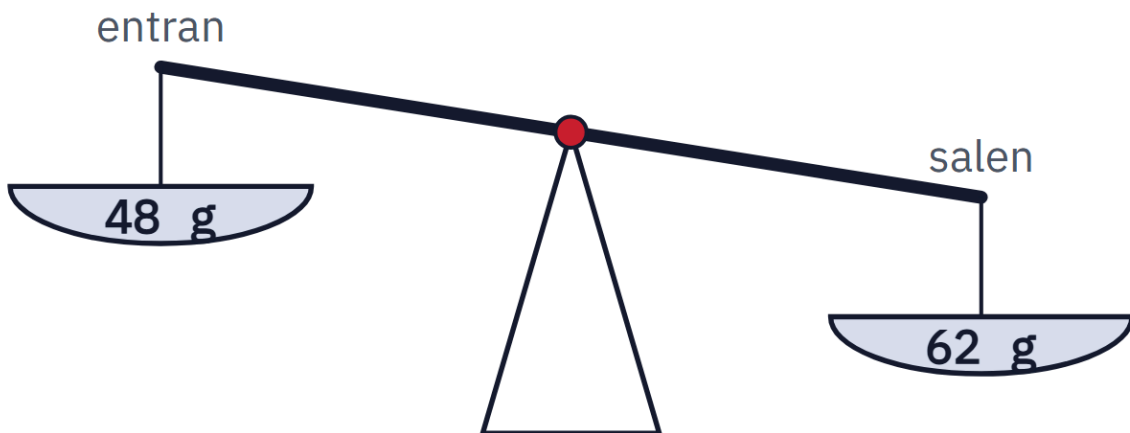
El Rey de los Tontos dice:

La ceniza pesa poco porque el resto se fue por la chimenea. Nada desaparece: se va a otro sitio.



Prueba tú: cuadra la receta

Pon un número delante de cada sustancia hasta que salgan los mismos átomos de cada elemento a cada lado. Mira la balanza: cuando los átomos cuadran, la masa también. Empieza con el gas de la cocina y prueba después a oxidar el hierro.



Receta

- ☒ Quemar el gas de la cocina
- ☐ Hacer agua con hidrógeno
- ☐ Oxidar el hierro
- ☐ Fermentar el mosto (Lavoisier)



Átomos de cada elemento

	entran	salen	
C	1	1	✓
H	4	2	✗
O	2	3	✗

Cada número es un mol; la masa va en gramos.

No cuadra: H (4 → 2), O (2 → 3).



Widget interactivo. Pruébalo en la web: <https://kingofdumbs.com/es/lecciones/leyes-de-conservacion>

La energía cambia de forma, pero no se gasta

♦ → ♠ Del intermedio al técnico

En ♦ decíamos	En ♠ se escribe
energía interna	U (función de estado)
calor	$Q > 0$ si entra en el sistema
trabajo	$W > 0$ si lo hace el sistema
la energía total es constante	$\Delta U = Q - W$ (primer principio)
energía de movimiento	energía cinética K ($\frac{1}{2}mv^2$ si $v \ll c$)
la masa	masa m , con energía en reposo mc^2 (c , la velocidad de la luz)
ninguna máquina da energía sin sacarla de algún sitio	no hay móvil perpetuo de primera especie
en cualquier proceso	invariancia bajo $t \rightarrow t + \tau \Rightarrow dE/dt = 0$ (teorema de Noether)

$$\Delta U = Q - W$$

$$E = mc^2 + K$$

$$t \rightarrow t + \tau \Rightarrow dE/dt = 0$$

(Noether, 1918)

En termodinámica la conservación se escribe como el primer principio, $\Delta U = Q - W$, con Q el calor que entra y W el trabajo que hace el sistema. OpenStax lo llama “la ley de conservación de la energía en la forma más útil para la termodinámica” (*College Physics 2e*, 15.1). Una máquina que, en cada ciclo ($\Delta U = 0$), diera $W > 0$ con $Q = 0$ lo violaría: es el móvil perpetuo de primera especie.

En relatividad la energía sigue conservándose si se cuenta bien: un cuerpo de masa m tiene, además de la cinética K , una energía en reposo mc^2 (OpenStax, 28.6). Así, $E = mc^2 + K$. El bloque 4 saca las consecuencias.

¿Por qué se conserva? Por una simetría. Emmy Noether demostró en 1918 que cada simetría continua de las leyes trae una cantidad conservada. Si las leyes no cambian al pasar de t a $t + \tau$ (un experimento da lo mismo hoy que mañana), la energía se conserva. Feynman lo cuenta en sus *Lectures* (I, 52-3),

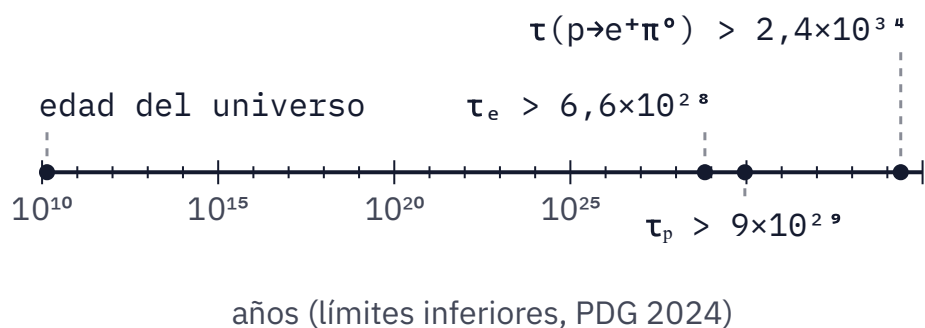
junto con las otras dos simetrías clásicas: la del espacio y la de rotación.



Cuentas que nunca fallan: carga, protones y neutrones

♦ → ♠ Del intermedio al técnico

En ♦ decíamos	En ♠ se escribe
carga total	Σq , la suma de las cargas q_i , conservada
protones + neutrones	número bariónico B (bariones +1, antibariones -1)
el electrón y el antineutrino	número leptónico electrónico L_e (e^- y ν_e : +1; e^+ y $\bar{\nu}_e$: -1)
antineutrino	$\bar{\nu}_e$
un neutrón del núcleo se ha convertido en un protón	$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$ (desintegración β^-): Z pasa de 6 a 7
tarda en promedio	vida media τ
un protón o un electrón desapareciera	canales $e \rightarrow \nu_e \gamma$ (neutrino y fotón) y $p \rightarrow e^+ \pi^0$ (positrón y pión neutro)
no se ha visto nunca	límite inferior de τ al 90 % de confianza
Se ha buscado durante décadas	carga: simetría gauge de la QED; B: simetría accidental, que las GUT (teorías de gran unificación) predicen rota



En física de partículas se comprueban tres números por separado (OpenStax, *University Physics* vol. 3, 11.2). En $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$:

	Antes	Después
Σq	0	$+1 - 1 + 0 = 0$
B	1	$1 + 0 + 0 = 1$
L_e	0	$0 + 1 - 1 = 0$

La reacción $n \rightarrow e^+ + e^-$ conserva la carga y la energía, pero no B (1 frente a 0), y no ocurre.

Los límites experimentales (PDG 2024, revisión de Pich y Ramsey-Musolf):

- **Carga:** $\tau(e \rightarrow \nu_e \gamma) > 6,6 \times 10^{28}$ años, del experimento Borexino (*PRL* 115, 231802, 2015). Son unas $4,8 \times 10^{18}$ edades del universo. El PDG asocia la conservación de la carga a la simetría gauge de la electrodinámica cuántica.
- **Número bariónico:** $\tau_p > 9 \times 10^{29}$ años en cualquier canal, y $\tau(p \rightarrow e^+ \pi^0) > 2,4 \times 10^{34}$ años. Las teorías de gran unificación predicen que B se viola, pero no se ha visto ninguna señal.

La conservación “de los elementos” de la química es, entonces, un caso particular: sin reacciones nucleares, cada núcleo conserva su Z. Con ellas, lo que se conserva es la carga y B.

E = mc²: la masa también es energía

♦ → ♠ Del intermedio al técnico

En ♦ decíamos	En ♠ se escribe
$E = mc^2$	$E_0 = mc^2$ y, en general, $E^2 = (pc)^2 + (mc^2)^2$, con p el momento
Quemar un mol de metano suelta 890 kJ	entalpía de combustión $\Delta cH^\circ = -890,7$ kJ/mol
velocidad de la luz	$c = 299\,792\,458$ m/s (exacta)
la masa que desaparece	defecto de masa $\Delta m = \Sigma m_{\text{antes}} - \Sigma m_{\text{después}}$
energía liberada	$Q = \Delta m \cdot c^2$
un rayo de luz	fotón γ , con $m = 0$ y $E = pc$
al pasar cerca de un núcleo atómico	$\gamma + N \rightarrow e^- + e^+ + N$: el núcleo N se lleva el momento sobrante
par electrón-positrón	$e^- + e^+$, con $E_\gamma \geq 2m_e c^2$
MeV	$1 \text{ MeV} = 1,602\,176\,634 \times 10^{-13} \text{ J}$; $1 \text{ u} \cdot c^2 = 931,494 \text{ MeV}$

$$E^2 = (pc)^2 + (mc^2)^2$$

$$\gamma + N \rightarrow e^- + e^+ + N, \quad E_\gamma \geq 1,022 \text{ MeV}$$

$$Q = \Delta m \cdot c^2$$

$$^2\text{H} + ^3\text{H} \rightarrow ^4\text{He} + n, \quad Q = 17,6 \text{ MeV}$$

$$Q / (m_D + m_T)c^2 \approx 0,38 \%$$

La relación general es $E^2 = (pc)^2 + (mc^2)^2$; en reposo ($p = 0$) queda $E_0 = mc^2$, y para un fotón ($m = 0$), $E = pc$ (OpenStax, 28.6). Einstein la propuso en 1905, en un artículo de tres páginas cuyo título pregunta si la inercia (la masa) de un cuerpo depende de la energía que contiene (*Ann. Phys.* 323, 639). Él la escribió con otras letras: un cuerpo que emite una energía L en forma de radiación pierde una masa L/V^2 , con V la velocidad de la luz.

Cálculos del defecto de masa, con $Q = \Delta m \cdot c^2$:

- **Combustión del metano:** $\Delta cH^\circ = -890,7 \pm 0,4 \text{ kJ/mol}$ (NIST WebBook; OpenStax da $-890,8$). $\Delta m = 8,907 \times 10^5 \text{ J} / c^2 = 9,9 \times 10^{-12} \text{ kg}$ por mol, sobre 80,04 g de reactivos: $1,24 \times 10^{-10}$.
- **Fisión inducida del ^{235}U :** $Q \approx 200 \text{ MeV}$ (OpenStax UP3, 10.5). $\Delta m/m = 200 / [(235,0439 + 1,0087) \times 931,494] = 9,1 \times 10^{-4}$.
- **$^2\text{H} + ^3\text{H} \rightarrow ^4\text{He} + n$:** $Q = 17,6 \text{ MeV}$ (OpenStax UP3, 10.6). Con las masas del NIST, $\Delta m/m = 17,6 / (5,0302 \times 931,494) = 3,8 \times 10^{-3}$.

La creación de pares conserva Q ($0 = -1 + 1$) y L_e ($0 = 1 - 1$). Un fotón solo no puede hacerla en el vacío: en el sistema de referencia del par, el momento total es cero, y un fotón no tiene momento cero en ningún sistema ($E = pc \neq 0$). Hace falta un tercer cuerpo que se lleve el momento sobrante, normalmente un núcleo: $\gamma + N \rightarrow e^- + e^+ + N$. Las tablas XCOM del NIST calculan la creación de pares «en el campo del núcleo» y en el de los electrones. Es el mismo motivo por el que, al revés, un electrón y un positrón no se aniquilan en un solo fotón (OpenStax UP3, 11.2). Como el núcleo pesa mucho, apenas se lleva energía, y el umbral queda en $2m_e c^2 = 2 \times 0,510\,998\,950\,69 \text{ MeV} = 1,022 \text{ MeV}$ (CODATA 2022; HyperPhysics da el mismo umbral). Por eso “crear de la nada” no es posible: la energía se paga entera y las cuentas de carga, B y L siguen a cero.

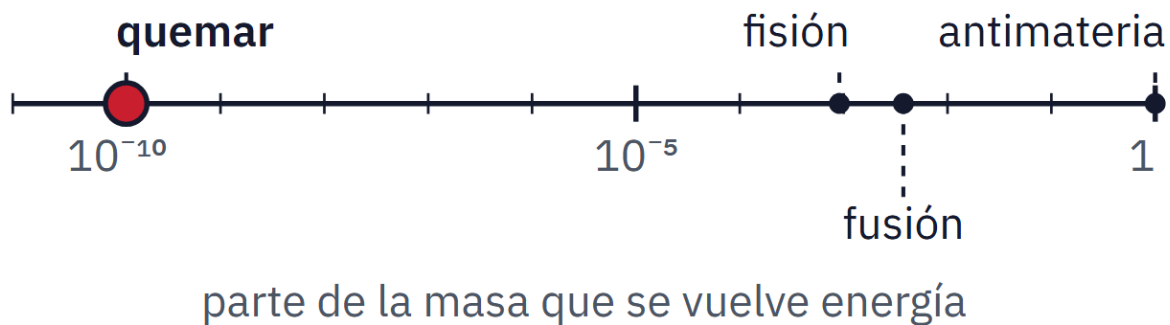
El Rey de los Tontos dice:

Fabricar materia se puede. Pero hay que pagarla entera en energía, y siempre sale con su gemela de carga contraria.



Prueba tú: ¿cuánta energía hay en la masa?

Elige qué haces con la masa y cuánta usas. Mira qué parte se convierte en energía y cuánto duraría esa energía en un hervidor o en comida. Prueba con un gramo de materia y antimateria.



Qué haces con la masa

- ☒ Quemarla, como el gas con su oxígeno
- ☐ Partir uranio-235 (fisión)
- ☐ Juntar deuterio y tritio (fusión)
- ☐ Juntarla con antimateria

Masa que reacciona  1 kg

Parte de la masa una parte en $8,1 \times 10^9$

Masa que se vuelve energía 120 ng

Energía $1,1 \times 10^7$ J

Hervidor de 2 kW encendido 1,5 h

Comida para una persona 1,3 días

De 1 kg, 120 ng se convierten en energía (una parte en $8,1 \times 10^9$).



Widget interactivo. Pruébalo en la web: <https://kingofdumbs.com/es/lecciones/leyes-de-conservacion>



Reto final

1. Quemas un tronco y quedan 200 gramos de ceniza. ¿Dónde está el resto?

- a. Se ha destruido al arder
- b. Se ha ido al aire en forma de gases, junto con el oxígeno que tomó
- c. Se ha convertido entero en energía

2. Una bici frena hasta pararse. ¿Qué ha pasado con su energía de movimiento?

- a. Ha desaparecido
- b. Se ha convertido en calor en los frenos y en las ruedas
- c. Ha vuelto a las piernas del ciclista

3. ¿Se puede crear un electrón?

- a. Sí, de la nada, en un laboratorio
- b. Sí, con energía suficiente, y siempre sale con su antipartícula de carga positiva
- c. No: la materia no se puede crear nunca



En tres frases

1. En una reacción química los átomos solo se recolocan: no se crea ni se pierde ninguno, y por eso lo que entra pesa lo mismo que lo que sale.
2. La energía tampoco se crea ni se destruye: cambia de forma (altura, movimiento, calor...), y “gastarla” es convertirla en calor que ya no sirve.
3. La carga y el número de protones y neutrones también cuadran siempre, y la masa es energía muy concentrada ($E = mc^2$): se puede fabricar materia, pero pagándola entera en energía.

Fuentes

- Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie*, t. 1 (París, Cuchet, 1789), cap. XIII: [Proyecto Gutenberg](#). Contraste: OpenStax, *Chemistry 2e*, [1.2](#). Ecuaciones ajustadas: [OpenStax](#), [4.1](#).
- Conservación de la energía y primer principio: OpenStax, *College Physics 2e*, [7.6](#) y [15.1](#). Simetrías: [Feynman, Lectures on Physics I, cap. 52](#); Noether (1918), [traducción en arXiv](#).
- Carga: OpenStax, *College Physics 2e*, [18.1](#). Reacciones nucleares: OpenStax, *Chemistry 2e*, [21.2](#) y [21.3](#). Números bariónico y leptónico: [OpenStax, University Physics vol. 3](#), [11.2](#).
- Límites experimentales: [PDG 2024, Tests of conservation laws](#); Borexino, *PRL* 115, 231802 (2015), [doi:10.1103/PhysRevLett.115.231802](#).
- $E = mc^2$: Einstein, *Ann. Phys.* 323, 639 (1905), [doi:10.1002/andp.19053231314](#); [OpenStax, College Physics 2e](#), [28.6](#). Velocidad de la luz y masa del electrón (CODATA 2022): [c](#) y [\$m_e c^2\$](#) . Creación de pares: [HyperPhysics](#) y [NIST XCOM](#).
- Combustión del metano: [NIST WebBook](#) y [OpenStax, Chemistry 2e](#), [5.3](#), [tabla 5.2](#). Fisión y fusión: OpenStax, *University Physics vol. 3*, [10.5](#) y [10.6](#). Masas atómicas: NIST, [hidrógeno](#) y [uranio](#).

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 el 15 de octubre de 2026. Las cifras sin enlace propio son cálculos a partir de ellas y de las lecciones de átomos y de energía. Los dibujos son propios.

Soluciones

1. **b)** Se ha ido al aire en forma de gases, junto con el oxígeno que tomó. Eso es. Los átomos no desaparecen: se van por la chimenea.
2. **b)** Se ha convertido en calor en los frenos y en las ruedas. Bien. La energía cambia de forma: aquí, a calor.
3. **b)** Sí, con energía suficiente, y siempre sale con su antipartícula de carga positiva. Exacto. Se paga en energía y la carga total sigue a cero.

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/leyes-de-conservacion>

Actualizada el 15 de octubre de 2026.