



Química de la Materia y sus Transformaciones

Cuadernillo de preparación para el examen local de la OATec

Este cuadernillo reúne los conceptos básicos de materiales, cambios físicos y químicos, estructura de la materia y química ambiental. El objetivo no es memorizar definiciones aisladas, sino comprender relaciones: cómo se organizan las partículas, por qué cambian los materiales, qué variables aceleran una reacción y cómo ese conocimiento se aplica a la vida cotidiana, a la industria y al ambiente.



Autora: Dra. Laura E. De Angelis

Índice

1. Materia, materiales y propiedades
 2. Estados de agregación de la materia y cambios de estado
 3. Sistemas materiales: sustancias puras, compuestos y mezclas
 4. Transformaciones físicas y químicas
 5. Velocidad de las transformaciones químicas
 6. Teoría atómico-molecular: átomos, moléculas e iones
 7. Reacciones nucleares: fisión y fusión
 8. Tabla periódica y lenguaje de la química
 9. Propiedades de los materiales y transformación de materias primas en productos
 10. Síntesis integradora
- Bibliografía e imágenes utilizadas

1. Materia, materiales y propiedades

La materia es todo aquello que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio. Esta definición, que parece muy simple, es la puerta de entrada a toda la química y a buena parte de la tecnología. Un cable, una carcasa plástica, el vidrio de una ventana, una batería, un fertilizante o una pintura son materiales distintos porque están formados por sustancias diferentes y porque responden de manera diferente frente al calor, la presión, la electricidad, el agua o el paso del tiempo.

Cuando en tecnología hablamos de materiales, no nos referimos únicamente a aquellos que están disponibles en la naturaleza, sino también a aquellos que fueron transformados, modificados o diseñados para cumplir una función. El acero para una estructura, el aluminio de una lata, el silicio de un sensor o el polímero de una jeringa son el resultado de una selección técnica: se elige el material cuya combinación de propiedades es la más adecuada para el uso esperado.

Por eso, estudiar materiales implica observar dos niveles al mismo tiempo. El primero es el nivel macroscópico, es decir, aquello que se ve y se mide: color, dureza, densidad, brillo, conductividad, resistencia. El segundo es el nivel submicroscópico, en el que se analizan átomos, moléculas, iones y enlaces. Muchas propiedades visibles dependen, en realidad, de cómo están organizadas las partículas que constituyen la materia.

Las propiedades de la materia se pueden clasificar en intensivas y extensivas.

Propiedades intensivas: son aquéllas que no dependen de la cantidad de materia considerada. Por ejemplo: olor, sabor, temperatura de ebullición.

Propiedades extensivas: son las que dependen de la cantidad de materia considerada. Por ejemplo: volumen, peso.

Para elegir un material que realice una determinada función, es muy importante poder relacionar la estructura y composición del mismo con las propiedades que tendrá. No alcanza con decir que un material “sirve” para algo; hay que poder justificarlo. Por ejemplo, el cobre se usa en cables porque conduce bien la electricidad; el vidrio se usa en ventanas porque es rígido, transparente y relativamente estable; el acero inoxidable se usa en instrumental o utensilios porque resiste la corrosión. Comprender estas relaciones mejora tanto la resolución de problemas como el diseño de productos.

2. Estados de agregación de la materia y cambios de estado

La materia puede presentarse en distintos estados de agregación. Los más conocidos son el sólido, el líquido y el gaseoso. La diferencia entre ellos no está en “qué sustancia es”, sino en cómo se mueven y se ordenan sus partículas y en cuánta energía poseen. En un sólido, las partículas permanecen muy próximas y con poca libertad de movimiento; en un líquido siguen estando próximas, pero pueden deslizarse unas sobre otras; en un gas se encuentran mucho más separadas y con movimiento libre.

Este modo de describir la materia mediante partículas permite explicar propiedades observables. Los sólidos suelen conservar forma y volumen porque sus partículas ocupan posiciones relativamente fijas. Los líquidos conservan el volumen, pero adoptan la forma del recipiente que los contiene. Los gases, en cambio, no conservan ni forma ni volumen: se expanden hasta ocupar todo el espacio disponible y pueden comprimirse con más facilidad.

Cuando una sustancia gana o pierde energía, puede pasar de un estado a otro. Si un sólido absorbe suficiente energía, puede fundirse y transformarse en líquido. Si el líquido sigue absorbiendo energía, puede hervir o evaporarse y pasar a gas. Si el proceso ocurre en sentido inverso, se produce condensación o solidificación. También existe la sublimación, en la que una sustancia pasa directamente de sólido a gas, y la sublimación inversa o deposición.

Estos cambios de estado son transformaciones físicas porque no aparece una sustancia nueva. El agua líquida, el hielo y el vapor de agua siguen siendo agua. Lo que cambia es la energía del sistema y la organización de las partículas. En tecnología, controlar cambios de estado es central en refrigeración, cocción, destilación, secado, climatización y conservación de materiales.

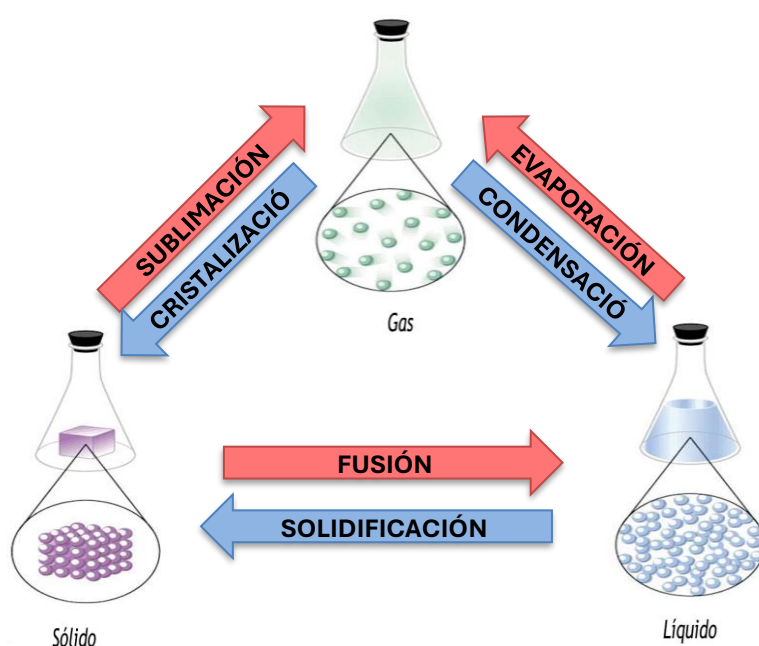


Figura 1. Cambios de estado de la materia.

| Cambio de estado | Sentido | Ejemplo cotidiano |
|--------------------------|------------------|----------------------------|
| Fusión | Sólido → líquido | Hielo que se derrite |
| Solidificación | Líquido → sólido | Agua que se congela |
| Vaporización/evaporación | Líquido → gas | Agua hirviendo |
| Condensación | Gas → líquido | Vapor sobre un vidrio frío |
| Sublimación | Sólido → gas | Naftalina / hielo seco |

Una forma muy clara de representar estos procesos es la curva de calentamiento. En ella se grafica la temperatura en función de la energía suministrada. A medida que se agrega energía, la temperatura aumenta mientras la sustancia permanece en el mismo estado. Sin embargo, durante la fusión y la ebullición aparecen mesetas: el sistema sigue absorbiendo energía, pero la temperatura se mantiene constante. Esa energía se emplea en vencer interacciones entre partículas y reorganizar la materia, no en aumentar la velocidad de agitación térmica.

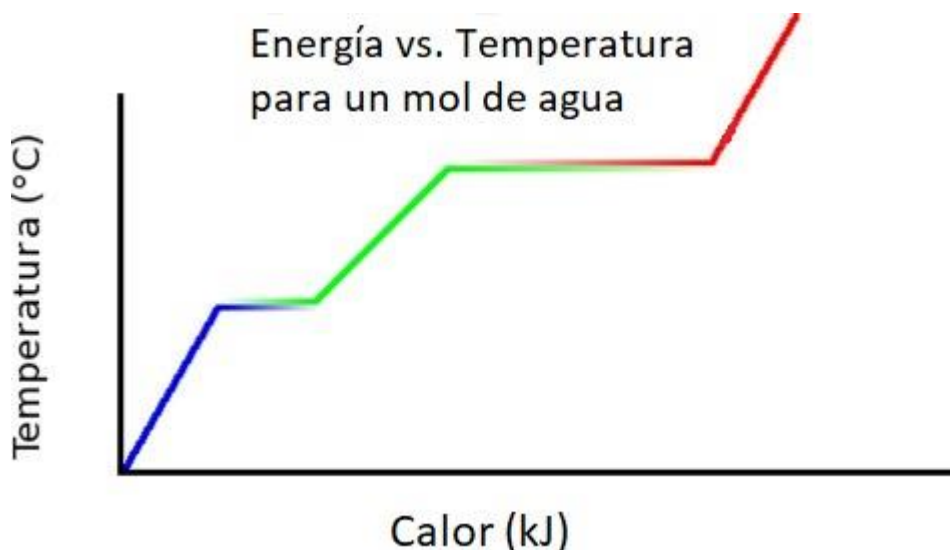


Figura 2. Curva de calentamiento de una muestra de agua. Las mesetas corresponden a los cambios de fase.

Fuente de la imagen: Wikimedia Commons, "Phase Heat Diagram.png" (dominio público).

3. Sistemas materiales: sustancias puras, compuestos y mezclas

Un sistema material es una porción de materia delimitada para su estudio. Puede ser tan simple como un vaso con agua o tan complejo como una aleación, un aerosol o una emulsión alimentaria. En química, la materia se clasifica en sustancias puras y mezclas.

Una sustancia pura tiene composición fija y propiedades características. Las sustancias pueden ser:

- Sustancias simples (elementos): son aquéllas que no se pueden descomponer, están formadas por el mismo elemento químico, por ejemplo: H_2 , O_2 , Fe, C.
- Sustancias compuestas (compuestos): se pueden descomponer en otras más simples. Tienen composición química definida, por ejemplo: el H_2O está compuesta por el 11,1% de hidrógeno y el 88,9 % de oxígeno y se puede descomponer químicamente en H_2 y O_2 .

Las mezclas, en cambio, son combinaciones físicas de dos o más sustancias. En una mezcla no se forman enlaces nuevos entre todos los componentes y, en muchos algunos, cada componente conserva sus propiedades. La composición de una mezcla puede variar. Por eso el aire, el agua de mar o una ensalada son mezclas y no sustancias puras.

Las mezclas se clasifican en homogéneas y heterogéneas:

Las **mezclas homogéneas**, tienen iguales propiedades intensivas en todos sus puntos.

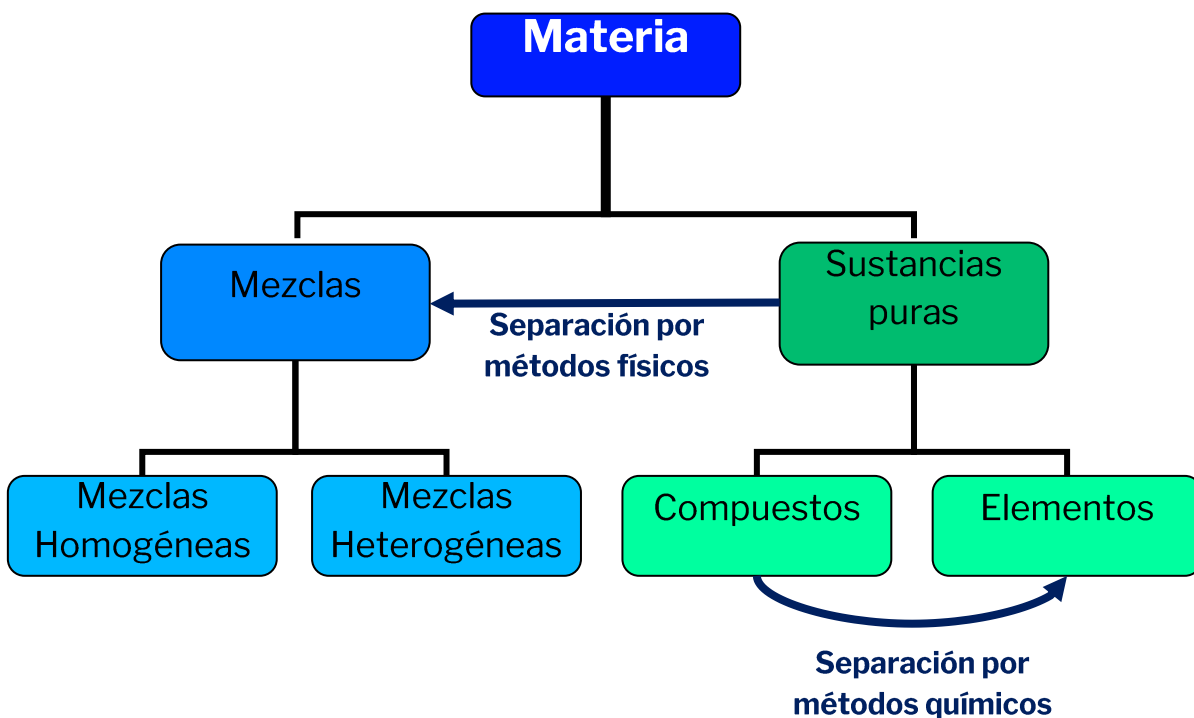
Las **soluciones** son mezclas homogéneas formadas por dos o más componentes (sustancias), no tienen composición química definida, por ejemplo: agua salada (puede tener agua y sal en distintas proporciones).

Las **mezclas heterogéneas**, tienen por lo menos una propiedad intensiva distinta en algún punto. Están formadas por dos o más fases. Fase es toda porción homogénea dentro de la mezcla heterogénea. Por ejemplo: en una mezcla heterogénea formada por Fe (hierro) y arena, hay dos fases

Esta clasificación es muy importante desde el punto de vista tecnológico porque condiciona los métodos de separación. Las mezclas pueden separarse por métodos físicos para obtener las sustancias puras que la componen. Algunos de estos métodos son: filtración, decantación, destilación, imantación, tamizado, centrifugación o evaporación, entre otros métodos, siempre aprovechando diferencias físicas entre los componentes.

| Tipo de Sistema | Características | Ejemplos |
|-----------------------------|--|--|
| Elemento (sustancia simple) | Un solo tipo de átomo | Fe, Cu, O ₂ |
| Compuesto | Elementos combinados químicamente en proporción fija | H ₂ O, CO ₂ , NaCl |
| Mezcla homogénea | Una sola fase; composición uniforme | Aire, agua salada, bronce |
| Mezcla heterogénea | Dos o más fases; composición no uniforme | Agua y aceite, granito |

El siguiente cuadro sintetiza la clasificación:





4. Transformaciones físicas y químicas

Los materiales cambian. Esa idea tan cotidiana es, en realidad, una pregunta científica: ¿qué tipo de cambio ocurrió? Algunas transformaciones modifican solamente el aspecto, el tamaño, el estado o la forma de la materia. Otras alteran la composición química y generan sustancias nuevas. Distinguir estas dos situaciones es fundamental.

En una transformación física no se modifica la identidad química de la sustancia. Romper una tiza, fundir cera, evaporar agua o doblar una lámina metálica son transformaciones físicas. Puede cambiar la forma, el volumen o el estado, pero las partículas siguen siendo esencialmente las mismas.

En una transformación química, en cambio, los reactivos se reorganizan y dan lugar a productos con composición y propiedades distintas. La combustión de un trozo de papel, la oxidación del hierro, la cocción de un alimento o la digestión son ejemplos de cambios químicos. Aquí se rompen y se forman enlaces, y en el sistema aparecen sustancias nuevas.

- $\text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (g)}$  es una Transformación física
- $\text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2 \text{(g)} + \text{O}_2 \text{(g)}$  es una Transformación química

En el laboratorio o en la vida cotidiana, algunas señales ayudan a reconocer una transformación química: cambio de color, formación de gas, aparición de un precipitado, emisión de luz, liberación o absorción notable de calor, aparición de olor característico. Ninguna señal, por sí sola, constituye una prueba absoluta, pero el conjunto de evidencias permite inferir que hubo reacción química.

Desde el punto de vista tecnológico, muchas operaciones combinan ambos tipos de transformación. En la fabricación de pan, por ejemplo, hay mezclado y moldeado físicos, pero también fermentación y cocción químicas. En metalurgia se cortan, laminan y funden materiales, pero también pueden ocurrir oxidaciones, reducciones y aleaciones. La frontera entre física y química no divide procesos “simples” y “complejos”: ambos son indispensables en la producción.

5. Velocidad de las transformaciones químicas

No todas las reacciones químicas ocurren con la misma rapidez. Algunas son casi instantáneas, como ciertas neutralizaciones ácido-base; otras son lentas, como la corrosión de un metal expuesto a la intemperie. La rapidez con la que se transforman los reactivos en productos se denomina velocidad de reacción y depende de factores que modifican la frecuencia y la eficacia de las colisiones entre partículas.

La temperatura es una de las variables más importantes. Al aumentar la temperatura, las partículas poseen mayor energía cinética media y chocan con más frecuencia y con mayor energía. En consecuencia, una fracción mayor de ellas supera la energía mínima necesaria para reaccionar. Por eso el alimento se conserva más tiempo en la heladera y muchas reacciones industriales se aceleran cuando se calientan los reactivos.

La concentración de reactivos también influye. Cuando en un mismo volumen hay más partículas disponibles, aumenta la probabilidad de choque. Por esa razón, una solución más concentrada suele reaccionar con mayor rapidez que una más diluida, siempre que las demás condiciones permanezcan iguales. En el caso de sólidos, una variable análoga es la superficie de contacto: un sólido pulverizado reacciona más rápido que uno compacto, porque expone más superficie al contacto con el otro reactivo.

Los catalizadores merecen una atención especial. Un catalizador es una sustancia que modifica la velocidad de una reacción química, sin consumirse globalmente. Generalmente se utilizan catalizadores para “acelerar” las reacciones y obtener los productos más rápidamente.

Un catalizador no aporta energía “gratis” ni cambia cuáles son los reactivos o los productos finales; lo que hace es ofrecer un camino alternativo de reacción, con una barrera energética menor. Por eso puede aumentar notablemente la velocidad del proceso. En la industria química, en los convertidores catalíticos de los automóviles y en el metabolismo celular, los catalizadores cumplen un papel decisivo. Las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores en las reacciones bioquímicas.

A nivel gráfico, esta idea se representa mediante la energía de activación. La energía de activación es la barrera mínima que deben superar los reactivos para alcanzar el estado de transición y luego transformarse en los productos. Un diagrama de energía muestra que, en presencia de catalizador, la barrera es menor.

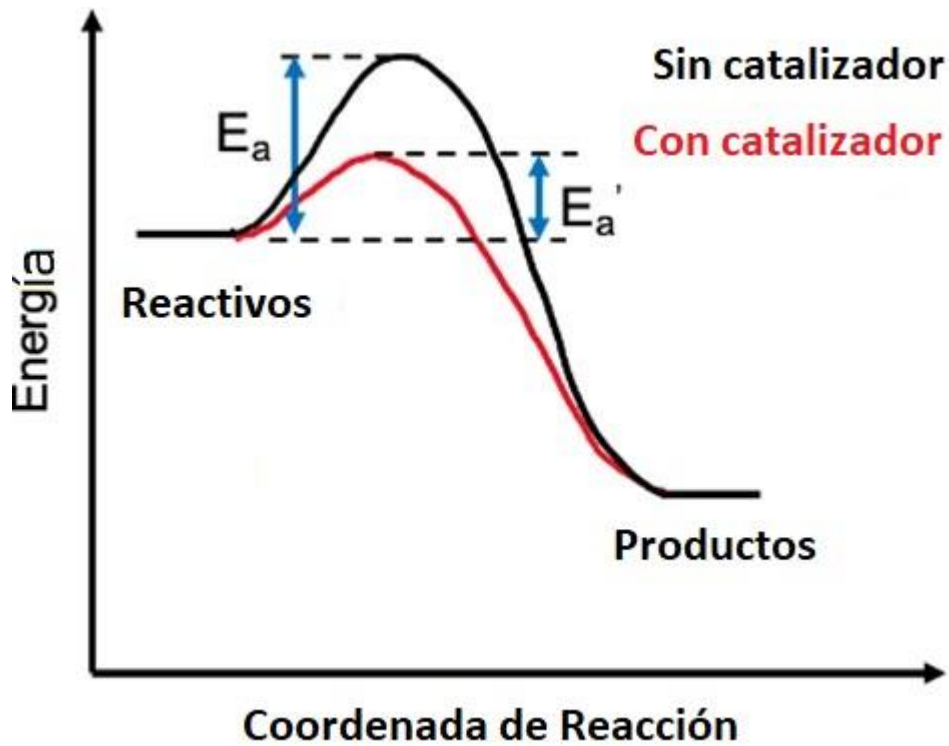


Figura 3. Perfil energético de una reacción con y sin catalizador. La ruta catalizada requiere menor energía de activación.

Fuente de la imagen: Wikimedia Commons, "Catalyst Energy Diagram.png" (archivo abierto en Commons).

Esta representación resulta muy útil para comprender por qué una reacción puede ser termodinámicamente posible y, sin embargo, ser extremadamente lenta si no dispone de un camino adecuado.

6. Teoría atómico-molecular: átomos, moléculas e iones

La química moderna interpreta la materia como un conjunto de partículas submicroscópicas. Esta idea, conocida como teoría atómico-molecular, afirma que toda la materia está formada por átomos; que los átomos pueden combinarse para formar moléculas o redes más complejas; y que los átomos o grupos de átomos pueden adquirir carga eléctrica y convertirse en iones.

El átomo es la partícula más pequeña de un elemento que mantiene su identidad química aun después de transformaciones químicas y físicas. Los átomos son los bloques fundamentales de la materia.

Cada átomo está formado por un núcleo y una zona extranuclear.

En el núcleo se encuentran los protones (p) y los neutrones (n). En la zona extranuclear se ubican los electrones (e).

Estas tres partículas fundamentales son las que se relacionan con el comportamiento químico.

La masa del electrón es despreciable frente a la masa del protón y a la del neutrón.

Se define la unidad de masa atómica (uma) para manejarnos con números mayores que los anteriores:

$$1 \text{ uma} = 1,6606 \times 10^{-24} \text{ g}$$

El átomo es eléctricamente neutro, pero tanto el electrón como el protón tienen carga eléctrica. Como unidad de carga eléctrica se toma la del electrón, que en valor absoluto es igual a $1,602 \times 10^{-19}$ culombios, por conveniencia las cargas de las partículas se suelen expresar como múltiplo de esta carga.

Teniendo en cuenta esto, resulta que la carga de un electrón es -1 y la del protón es +1. El neutrón no tiene carga, es neutro.

La siguiente tabla resume las principales características de las partículas atómicas fundamentales:

| Partícula | Símbolo | Masa (uma) | Masa (Kg) | Carga (C) | Carga (relativa) |
|-----------|---------|------------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| Electrón | e | 0.0005 | $9,109 \times 10^{-31}$ | $-1,60 \times 10^{-19}$ | -1 |
| Protón | p | 1.0073 | $1,672 \times 10^{-27}$ | $+1,60 \times 10^{-19}$ | +1 |
| Neutrón | n | 1.0087 | $1,675 \times 10^{-27}$ | Sin carga | Sin carga |

En síntesis, los protones y los neutrones están ubicados en el núcleo del átomo, el cual es extremadamente pequeño (el radio del núcleo es del orden de 10^{-15} m). La mayor parte del volumen de un átomo está ocupada por los electrones en movimiento, el radio del átomo es del orden de 10^{-10} m.

Para hacernos una idea de la relación de tamaños, si un átomo tuviese el tamaño de una cancha de fútbol (por ejemplo, la de River), su núcleo no alcanzaría el tamaño de un garbanzo.

Como vimos que la masa del electrón es despreciable frente a las masas del protón y del neutrón, entonces, la masa del átomo está concentrada en el núcleo.

Número atómico y número másico

¿Qué hace que un átomo de un elemento difiera de un átomo de otro elemento?

La respuesta está en el número de protones.

Todos los átomos de un mismo elemento tienen igual número de protones en su núcleo. Átomos de distintos elementos tienen distinto número de protones.

Se llama **número atómico (Z)** al número de protones que contiene el núcleo de cualquier átomo de un elemento.

El número atómico Z es característico de cada elemento y nos permite identificarlo. Por ejemplo: todos los átomos de C (carbono) tienen 6 protones en su núcleo ($Z=6$), todos los átomos de Na (sodio) tienen 11 protones ($Z=11$) y todos los átomos de Au (oro) tienen 79 protones ($Z=79$).

Como el átomo es eléctricamente neutro, el número de protones es igual al número de electrones del mismo. Por ejemplo, el átomo de carbono tiene 6 protones en su núcleo y 6 electrones en la zona extranuclear.

Como la masa del protón y la del neutrón son aproximadamente iguales y la del electrón es despreciable frente a ellas, se puede considerar que la masa del átomo es aproximadamente igual a la suma de las masas de los protones y los neutrones que hay en su núcleo.

Se denomina **número másico (A)** al número de protones más el número de neutrones que hay en el núcleo de un átomo.

Entonces:

$$A = N^{\circ} p + N^{\circ} n = Z + N^{\circ} n$$

Tanto el número atómico (Z) como el número másico (A) son números enteros positivos.

Por ejemplo, el sodio tiene Z=11 y 12 neutrones en su núcleo, por lo tanto su número másico A=23.

En general, a un elemento X de número atómico Z y número másico A lo vamos a simbolizar de la siguiente forma:



por ejemplo para el fluor: ${}^{19}_9F$

Donde Z = 9 (subíndice) y A = 19 (supraíndice). Es decir, en su núcleo tiene 9 protones y 10 neutrones.

Un elemento se puede identificar por su nombre o bien por su número atómico (Z).

Los átomos de un mismo elemento que difieren en el número de neutrones, y por lo tanto en su masa, se llaman **isótopos**, son átomos que tienen **igual Z y distinto A**.

Los isótopos tienen iguales propiedades químicas, sólo difieren en aquellas propiedades que dependen de la masa.

La mayoría de los elementos se presentan en la naturaleza como una mezcla, en distintas proporciones, de dos o más isótopos. Por ejemplo, para el hidrógeno se han identificado dos isótopos naturales: el 1_1H (**protio**) y el 2_1H (**deuterio**). Existe un tercer isótopo del hidrógeno, pero es artificial y radiactivo, el 3_1H (**tritio**). Estos átomos contienen en sus núcleos 0, 1 y 2 neutrones respectivamente. La mayor parte del Hidrógeno en la naturaleza está formada por protio.

El carbono también existe en la naturaleza como mezcla de tres isótopos: ${}^{12}C$ (el más abundante), ${}^{13}C$ y ${}^{14}C$ (muy pequeñas cantidades, radiactivo). Debido a su presencia en la materia orgánica, el Carbono-14 se emplea en datación radiométrica que es un procedimiento técnico empleado para determinar la edad absoluta de restos fósiles.



Unidad de masa atómica

Se define la unidad de masa atómica (uma, se simboliza con la letra u) como la doceava parte de la masa de un átomo de ^{12}C

$$1u = \frac{\text{masa de un átomo de } ^{12}\text{C}}{12}$$

Comparando las masas de los distintos elementos con la unidad de masa atómica, se obtienen las masas atómicas de los elementos expresadas en umas.

Si bien la masa atómica de un elemento es prácticamente un número entero, en la tabla periódica figuran masa con número decimales ¿A qué se debe esto?

Esto se debe a que los valores tabulados corresponden a la **masa promedio** de todos los isótopos naturales de cada elemento.

¿De qué dependerá la masa promedio de un átomo X?

La masa promedio de un átomo de X dependerá de la masa atómica relativa de cada isótopo y de la proporción en que ellos se encuentren en la naturaleza (abundancia isotópica). Estos valores se obtienen experimentalmente.

Por ejemplo: el elemento hidrógeno tiene un $Z=1$. La $A_{\text{rH}} = 1,008$. En la naturaleza se encuentran dos isótopos del hidrógeno:

- ^1H : tiene un protón y no tiene neutrones ($Z=A$), y su abundancia isotópica es 99,985%.
- ^2H : tiene un protón y un neutrón ($A=2$), y su abundancia isotópica es 0,015%.

El hidrógeno que se encuentra en la naturaleza es una mezcla natural de ^1H y ^2H , en una proporción de 6700 átomos de ^1H por cada átomo de ^2H en la naturaleza.

¿Cómo se calcula? Haciendo un promedio ponderado de las masas atómicas:

$$\text{masa promedio}_X = \frac{\%_1 \cdot m_1 + \%_2 \cdot m_2 + \%_3 \cdot m_3 + \dots \%_n \cdot m_n}{\%_1 + \%_2 + \dots \%_n}$$

Donde: $\%_1 + \%_2 + \dots \%_n = 100\%$

Por ejemplo:

El azufre tiene los siguientes isótopos naturales: ^{32}S , ^{33}S , ^{34}S y ^{36}S , con abundancia isotópica natural de 95,02%, 0,76%, 4,20% y 0,02%, respectivamente. Entonces, la masa promedio de un átomo de azufre es:

$$\text{masa promedio}_s = \frac{95,02 \cdot 32u + 0,76 \cdot 33u + 4,20 \cdot 34u + 0,02 \cdot 36u}{100} = 32,09u$$

Masa atómica relativa

Se define la masa atómica relativa del elemento X (Ar_x) a la relación entre la masa promedio de un átomo del elemento X y la doceava parte de la masa de un átomo de ^{12}C .

En símbolos:

$$Ar_x = \frac{\text{masa promedio de un átomo de X}}{\frac{1}{12} \text{ masa de un átomo de } ^{12}\text{C}}$$

En otras palabras, Ar_x nos indica cuánto más pesado es un átomo de X respecto a la doceava parte de la masa de un átomo de ^{12}C (1 u).

La masa atómica relativa **NO TIENE UNIDADES**.

Por lo tanto, la masa de un átomo puede expresarse en una (u), en gramos (g) o sin unidades (relativa):

Por ejemplo:

Masa atómica del Carbono: 12 u ó $1,9926 \times 10^{-23}$ g ó 12

Los valores de las masas atómicas relativas promedio de los átomos se encuentran en la **Tabla Periódica**.

Zona extranuclear: estructura electrónica de los átomos

El físico danés Niels Bohr, en 1913, propuso su modelo atómico y sugirió que los electrones ocupaban tan solo ciertos niveles de energía en los átomos y que los electrones absorbían o emitían energía en cantidades discretas cuando se desplazaban de un nivel a otro.

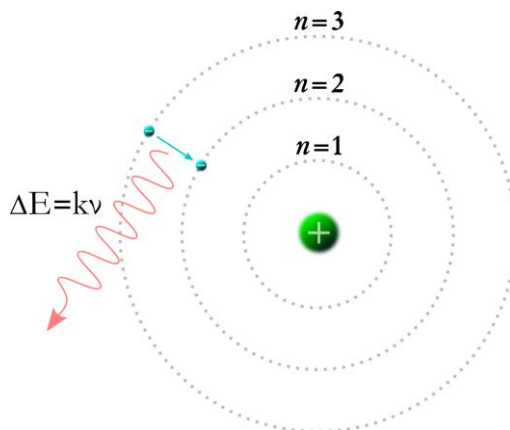


Figura 4. Esquema simplificado de un átomo con núcleo positivo y electrones distribuidos alrededor.

Fuente de la imagen: Wikimedia Commons, "Bohr Model.svg" (dominio público).

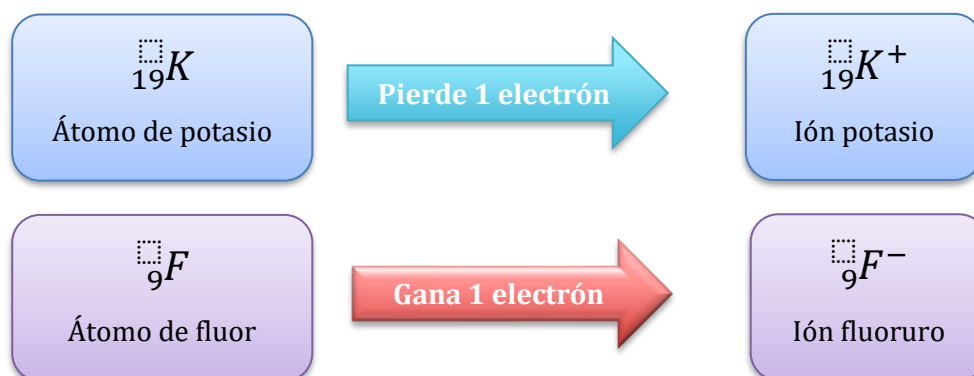
La teoría de Bohr explicaba satisfactoriamente qué sucedía con el átomo de hidrógeno, pero no permitía explicar qué ocurría con átomos más complejos.

El movimiento de un automóvil, de una pelota, de los objetos grandes se puede explicar a través de la mecánica clásica (leyes de Newton). El movimiento de partículas muy pequeñas: electrones, átomos y moléculas se describen a través de la mecánica cuántica.

En 1926, Erwin Schrödinger, un físico austríaco, llevó el modelo atómico de Bohr un paso más allá. Este modelo atómico es conocido como el **modelo mecánico cuántico**. A diferencia del modelo de Bohr, este modelo no define la ruta exacta de un electrón (órbita), sino que predice las probabilidades de la ubicación del electrón (orbital). Este modelo se puede representar como un núcleo rodeado zonas donde es “probable” encontrar los electrones”. Con el descubrimiento de esta “nube” de electrones, un modelo más adecuado del átomo se puso a disposición de los científicos.

Iones

La pérdida o ganancia de **electrones** de un átomo, le permite adquirir carga eléctrica, transformándose en un **ión**. Si la carga neta es positiva, se denomina **cación**; si la carga es negativa, se denomina **anión**. Los átomos no ionizados son neutros eléctricamente.



Los iones pueden estar formados por grupos de átomos cargados (iones poliatómicos), como el SO_4^{2-} , NO_3^- o NH_4^+ .

Hablar de átomos, moléculas e iones permite conectar lo invisible con lo visible. La conductividad de una solución, la dureza de un cristal, la volatilidad de un líquido o la reactividad de un metal pueden analizarse a partir del tipo de partículas presentes y de sus interacciones.

7. Reacciones nucleares: fisión y fusión

Las reacciones nucleares no deben confundirse con las reacciones químicas. En una reacción química cambian las uniones entre átomos; en una reacción nuclear cambia el núcleo del átomo. Esto implica energías muchísimo mayores, y cambios en la identidad de los elementos, porque se altera directamente la estructura nuclear.

En la **fisión nuclear**, un núcleo pesado se divide en núcleos más livianos, liberando energía y, con frecuencia, neutrones adicionales. Esos neutrones pueden provocar nuevas fisiones y generar una reacción en cadena. Los reactores nucleares aprovechan este fenómeno de manera controlada para producir energía eléctrica. El ejemplo escolar más conocido es la fisión del uranio-235.

En la **fusión nuclear** ocurre lo contrario: dos núcleos livianos se unen para formar uno más pesado. Este proceso también libera gran cantidad de energía y es el que alimenta al Sol y a las estrellas. Para que la fusión ocurra, los núcleos deben acercarse muchísimo pese a su repulsión eléctrica; por eso se requieren temperaturas y presiones extremadamente altas.

En términos generales, la química estudia cómo se combinan los elementos a través de sus electrones y cómo se reorganizan los átomos; la física nuclear estudia lo que ocurre dentro del núcleo. La primera gobierna procesos cotidianos como cocinar, oxidar, disolver o neutralizar. La segunda explica fenómenos energéticos y tecnológicos de enorme escala, como las centrales nucleares o la investigación en fusión controlada.

Lo esencial es comprender que fisión y fusión son transformaciones del núcleo atómico, y no simples cambios de estado ni reordenamientos químicos. En las reacciones nucleares, puede cambiar la identidad de los elementos, a que involucra a los protones del núcleo.

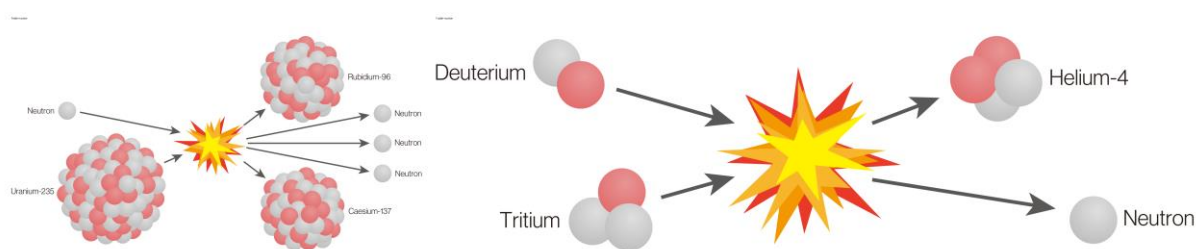


Figura 5. Esquema comparativo de fisión nuclear y fusión nuclear.

Fuente de la imagen: Wikimedia Commons, “Nuclear fission illustration.svg” y “Nuclear fusion illustration.svg” (noviembre de 2024).

8. Tabla periódica y propiedades de los elementos

La tabla periódica es una herramienta de organización y de predicción. Ordena los elementos según su número atómico —es decir, según la cantidad de protones del núcleo— y revela regularidades en sus propiedades. No es un “cuadro para memorizar”; es un mapa que permite comparar comportamientos químicos y físicos.

Los elementos situados en una misma columna o grupo suelen presentar propiedades semejantes. Los metales alcalinos del grupo 1, por ejemplo, son muy reactivos y forman con facilidad iones de carga positiva. Los halógenos del grupo 17 son no metales muy reactivos que tienden a formar iones negativos o compuestos covalentes. Los gases nobles del grupo 18 poseen muy baja reactividad en condiciones normales porque su configuración electrónica es especialmente estable.

Además de servir para clasificar, la tabla periódica permite interpretar el lenguaje químico. Cada elemento se representa mediante un símbolo: H para hidrógeno, O para oxígeno, Na para sodio, Fe para hierro.

| Grupos | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
|--------|----------|----------|---|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 1 H | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 He | |
| 2 | 3 Li | 4 Be | | | | | | | | | | | 5 B | 6 C | 7 N | 8 O | 9 F | 10 Ne | |
| 3 | 11 Na | 12 Mg | | | | | | | | | | | 13 Al | 14 Si | 15 P | 16 S | 17 Cl | 18 Ar | |
| 4 | 19 K | 20 Ca | | 21 Sc | 22 Ti | 23 V | 24 Cr | 25 Mn | 26 Fe | 27 Co | 28 Ni | 29 Cu | 30 Zn | 31 Ga | 32 Ge | 33 As | 34 Se | 35 Br | 36 Kr |
| 5 | 37 Rb | 38 Sr | | 39 Y | 40 Zr | 41 Nb | 42 Mo | 43 Tc | 44 Ru | 45 Rh | 46 Pd | 47 Ag | 48 Cd | 49 In | 50 Sn | 51 Sb | 52 Te | 53 I | 54 Xe |
| 6 | 55 Cs | 56 Ba | * | | 72 Hf | 73 Ta | 74 W | 75 Re | 76 Os | 77 Ir | 78 Pt | 79 Au | 80 Hg | 81 Tl | 82 Pb | 83 Bi | 84 Po | 85 At | 86 Rn |
| 7 | 87 Fr | 88 Ra | * | | 104 Rf | 105 Db | 106 Sg | 107 Bh | 108 Hs | 109 Mt | 110 Ds | 111 Rg | 112 Cn | 113 Nh | 114 Fl | 115 Mc | 116 Lv | 117 Ts | 118 Og |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| * | 57 La | 58 Ce | 59 Pr | 60 Nd | 61 Pm | 62 Sm | 63 Eu | 64 Gd | 65 Tb | 66 Dy | 67 Ho | 68 Er | 69 Tm | 70 Yb | 71 Lu |
| * | 89 Ac | 90 Th | 91 Pa | 92 U | 93 Np | 94 Pu | 95 Am | 96 Cm | 97 Bk | 98 Cf | 99 Es | 100 Fm | 101 Md | 102 No | 103 Lr |

| Metales | | | | | Metaloides | No metales | | |
|-----------|------------------|------------|-----------------------|---------------|------------|------------------|-----------|--------------|
| Alcalinos | Alcalino-térreos | Lantánidos | Metales de transición | Otros metales | | Otros no metales | Halógenos | Gases nobles |
| | | Actínidos | | | | | | |

Figura 6. Tabla periódica coloreada por familias de elementos.

Fuente de la imagen: Wikimedia Commons, “Tabla Periódica de los Elementos 9jun2016.png. (2025, November 5)”.

En muchos problemas tecnológicos, la tabla periódica ayuda también a razonar sobre materiales. Los metales suelen conducir bien el calor y la electricidad; varios no metales forman compuestos moleculares; algunos elementos son muy reactivos y deben manipularse con precaución. La tabla periódica no reemplaza al experimento, pero orienta la interpretación y permite predecir el comportamiento de algunos elementos.

9. Propiedades de los materiales y transformación de materias primas en productos

La selección de materiales es una decisión técnica. Para elegir correctamente se deben considerar propiedades físicas, químicas, mecánicas y, muchas veces, también económicas y ambientales. Un mismo producto puede fabricarse con materiales distintos, pero no todos ofrecerán el mismo desempeño.

Entre las propiedades físicas se encuentran la densidad, la conductividad térmica y eléctrica, el punto de fusión, la transparencia, el color o el comportamiento magnético. Entre las propiedades mecánicas se destacan la dureza, la elasticidad, la tenacidad, la resistencia a tracción y la resistencia al impacto. Las propiedades químicas incluyen la resistencia a la corrosión, la inflamabilidad y la reactividad frente a distintas sustancias.

Las materias primas son los materiales tal como se obtienen de la naturaleza o en un estado inicial de procesamiento: mineral de hierro, arena silíceo, petróleo, madera, fibras vegetales, arcillas. A través de operaciones físicas y químicas, esas materias primas se convierten en materiales elaborados y luego en productos. Del mineral de hierro se obtiene acero; de la arena silíceo, vidrio; del petróleo, plásticos y combustibles; de la madera, tableros, papel o biomateriales.

La transformación de materias primas en productos requiere energía, control de proceso y conocimiento científico. En la industria se emplean hornos, reactores, moldes, extrusoras, prensas y tratamientos térmicos para lograr propiedades específicas. No alcanza con “dar forma”: muchas veces es necesario modificar la microestructura del material para mejorar su dureza, su resistencia o su estabilidad.

Desde una mirada tecnológica actual, también importa la sustentabilidad. Elegir un material implica pensar en su disponibilidad, costo energético, reciclabilidad, impacto ambiental y vida útil. El mejor material no siempre es el más resistente; puede ser el que mejor equilibra desempeño, seguridad, costo e impacto.

Reacciones químicas y deterioro ambiental

La química está presente tanto en los problemas ambientales como en sus soluciones. Entender las reacciones químicas involucradas permite identificar causas, evaluar consecuencias y proponer medidas preventivas o reparadoras. Un enfoque tecnológico serio no separa el diseño de productos del impacto que esos productos y procesos generan en el entorno.

Un ejemplo clásico es la lluvia ácida. Cuando se liberan a la atmósfera dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, estos compuestos pueden reaccionar con agua, oxígeno y otras sustancias del aire para formar ácidos. Al precipitar, esos ácidos alteran el pH del agua y del suelo, afectan ecosistemas, dañan materiales y aceleran ciertos procesos de corrosión. El control de emisiones, el uso de combustibles más limpios y los sistemas de depuración son respuestas tecnológicas basadas en comprensión química.

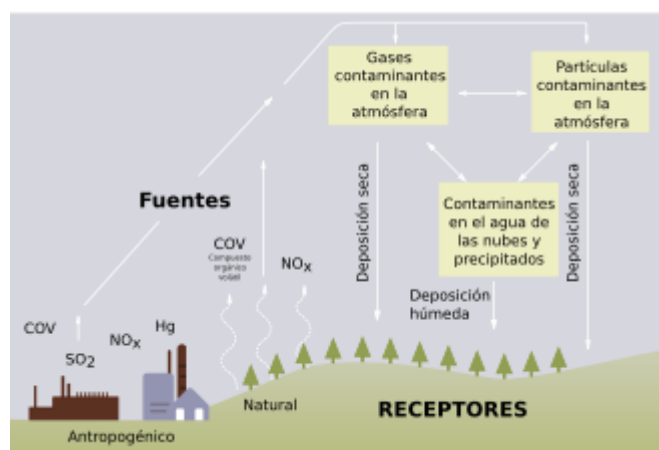


Figura 7. Origen de la lluvia ácida.

Fuente de la imagen: Wikimedia Commons, "Origins of acid rain-es.svg".

Otro campo fundamental es el tratamiento de aguas. Allí se utilizan procesos de coagulación, sedimentación, oxidación, desinfección y neutralización para remover contaminantes o ajustar condiciones químicas. La neutralización ácido-base, por ejemplo, permite corregir efluentes demasiado ácidos o demasiado básicos antes de su descarga. También pueden emplearse adsorbentes, membranas o reacciones redox según la naturaleza del contaminante.

La corrosión de metales es otro fenómeno ambiental y tecnológico relevante. Se trata de una serie de reacciones químicas y electroquímicas mediante las cuales un metal se transforma gradualmente en compuestos más estables en presencia de oxígeno, agua u otras sustancias. Pinturas, recubrimientos, galvanizado, selección adecuada de aleaciones y diseño preventivo son estrategias para disminuir ese deterioro.

En términos de prevención, una idea clave es que la mejor reparación suele ser evitar el problema en origen. Reducir emisiones, sustituir sustancias peligrosas, diseñar procesos más eficientes y promover reciclado son decisiones tecnológicas que tienen base química. Por eso el estudio de materiales y sus cambios no termina en el aula: se proyecta sobre problemas reales de producción, salud y ambiente.

10. Síntesis integradora

Los temas desarrollados en este cuadernillo forman una red de ideas interconectadas. Los estados de agregación y los cambios de estado se explican mediante el modelo de partículas; las mezclas y las sustancias puras permiten clasificar sistemas materiales; las transformaciones físicas y químicas ayudan a interpretar procesos cotidianos e industriales; la velocidad de reacción muestra que no solo importa qué puede ocurrir, sino también qué tan rápido.

A su vez, la teoría atómico-molecular da fundamento a todo el edificio conceptual. Los materiales están compuestos por átomos, moléculas o iones; sus propiedades macroscópicas surgen de esa organización submicroscópica. La tabla periódica resume regularidades que permiten entender reactividad, tipos de enlace y fórmulas.

Cuando se introduce la noción de reacción nuclear, el objetivo sigue siendo el mismo: reconocer distintos niveles de cambio en la materia. Algunas transformaciones afectan solamente la forma o el estado; otras afectan los enlaces químicos; otras modifican directamente el núcleo atómico. Diferenciar estos niveles evita errores conceptuales frecuentes.

Para una competencia de tecnología, el aprendizaje más valioso no es repetir definiciones, sino saber relacionar conceptos y usarlos para justificar decisiones. Si un problema pregunta por qué un material se deteriora, qué variable acelera una reacción, cómo separar una mezcla o cómo interpretar una fórmula, la respuesta debe apoyarse en una comprensión clara de los modelos explicativos.

Estudiar materiales y sus cambios es, en el fondo, estudiar cómo se construye y se transforma el mundo tecnológico. Cada objeto que usamos es una combinación de sustancias, estructura, energía y proceso. Comprender eso es una ventaja enorme para observar, analizar y diseñar.

Bibliografía e imágenes utilizadas

Bibliografía de contenido

Flowers, P.; Theopold, K.; Langley, R.; Robinson, W. Chemistry 2e. OpenStax, 2019. Texto introductorio de química general de acceso abierto.

Chemistry LibreTexts. Recursos de cinética química y catálisis consultados para la explicación de velocidad de reacción y energía de activación.

Atkins, P. y Jones, L. Chemical Principles. Texto de referencia para principios generales de química.

Callister, W. y Rethwisch, D. Materials Science and Engineering: An Introduction. Texto de referencia para propiedades de materiales y relación estructura-propiedad.

International Atomic Energy Agency (IAEA). Material de divulgación sobre fusión y fundamentos de energía nuclear.

United States Environmental Protection Agency (EPA). Material de divulgación sobre lluvia ácida y neutralización ambiental.

Imágenes y gráficos incluidos en el documento (modificaciones de)

2. Phase Heat Diagram.png, Wikimedia Commons.
3. Catalyst Energy Diagram.png, Wikimedia Commons.
4. Bohr Model.svg, Wikimedia Commons.
5. Nuclear fission illustration.svg, Nuclear fusion illustration.svg, Wikimedia Commons.
6. ADOMAH periodic table (horizontal).svg, Wikimedia Commons.
7. Origins of acid rain-es.svg, Wikimedia Commons.

Licencia y Atribución

Este material se comparte bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Consultar los términos completos en <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>.

Cita sugerida en formato APA: OATEC (2026). “Química de la Materia y sus Transformaciones”. Material de estudio. Licencia CC BY-NC-SA 4.0. Recuperado de [URL del documento].

Al compartir o adaptar este material, se debe citar la fuente, no se puede usar con fines comerciales y las obras derivadas deben distribuirse bajo la misma licencia.