

## **Bloque 10. Tema 2.**

### **Transformaciones Químicas. I+D+i.**

---

#### **ÍNDICE**

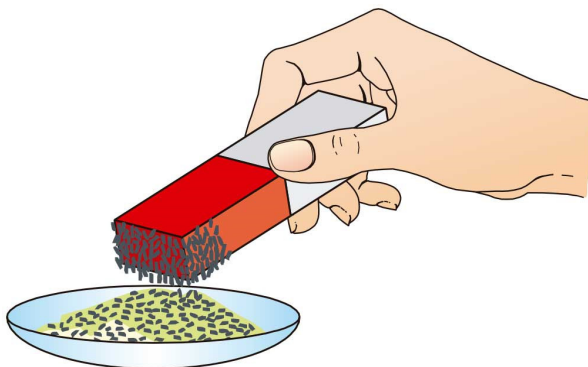
- 1) Transformaciones químicas
    - 1.1. Cambios físicos y químicos.
    - 1.2. Reacción química y ecuaciones químicas
    - 1.3. Ley de conservación de la masa
    - 1.4. Ajuste de ecuaciones químicas
    - 1.5. Tipos de reacciones químicas
    - 1.6. Masa atómica, masa molecular y masa molar
    - 1.7. Cálculos estequiométricos
  - 2) La química en la sociedad
    - 2.1. La industria química
      - 2.1.1. La industria química básica
        - 2.1.1.1. Metalurgia
        - 2.1.1.2. Ácido sulfúrico
        - 2.1.1.3. Amoníaco
      - 2.1.2. Química farmacéutica
        - 2.1.2.1. Medicamentos
        - 2.1.2.2. Ingeniería genética
      - 2.1.3. La industria petroquímica
        - 2.1.3.1. Fibras
        - 2.1.3.2. Plásticos
        - 2.1.3.3. Detergentes
        - 2.1.3.4. Combustibles y asfaltos.
  - 3) Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)
    - 3.1. Definición
    - 3.2. I+D+i Industria farmacéutica
    - 3.3. I+D+i Industria alimentaria
    - 3.4. I+D+i Industria química
    - 3.5. I+D+i industria energética
-

### 1.1. Cambios físicos y químicos

**Cambio físico** es cualquier cambio que se produce sin que varíen la naturaleza y propiedades de las sustancias, es decir, sin que se formen sustancias nuevas. Por ejemplo, los cambios de estado o las disoluciones.

**Cambio químico** es la transformación de una o más sustancias en otra u otras distintas con propiedades características diferentes. Por ejemplo, la oxidación de un metal.

Por ejemplo, si mezclamos azufre y limaduras de hierro se obtiene una mezcla. Si acercamos un imán a esta mezcla podemos observar como las limaduras de hierro son atraídas por el imán y se pueden separar del azufre. Como los componentes de esta mezcla no han perdido su naturaleza y propiedades, se trata de un cambio físico. Sin embargo, si calentamos la misma mezcla de azufre y hierro vemos que se forma un sólido de color pardo oscuro que no es atraído por un imán. En este caso, se ha formado una sustancia nueva con propiedades diferentes a las de sus componentes, y decimos que se ha producido un cambio químico.



*Imagen 1: Separación de una mezcla de azufre y limaduras de hierro.*

*Fuente: [blinklearning](https://www.blinklearning.com) Autor: Desconocido Licencia: Desconocida*

### **Importante**

1.- Clasifica los siguientes cambios en físicos o químicos:

- a) Quemar alcohol con una cerilla.
- b) Derretir mantequilla en una sartén.
- c) Se “quema” una rebanada de pan olvidada en la tostadora.
- d) Evaporación del agua.

## 1.2. Reacción química y ecuaciones químicas

Una **Reacción química** (cambio químico) es un proceso en el cual una o más sustancias, llamadas *reactivos*, se transforman en otra u otras sustancias distintas, denominadas *productos*.

La reacción química es un proceso en el que básicamente se rompen unos enlaces entre átomos de los reactivos y se forman otros enlaces distintos dando lugar a la formación de compuestos diferentes (productos). Es decir, los átomos que constituyen los reactivos son exactamente los mismos que constituyen los productos pero reagrupados de distinta manera.

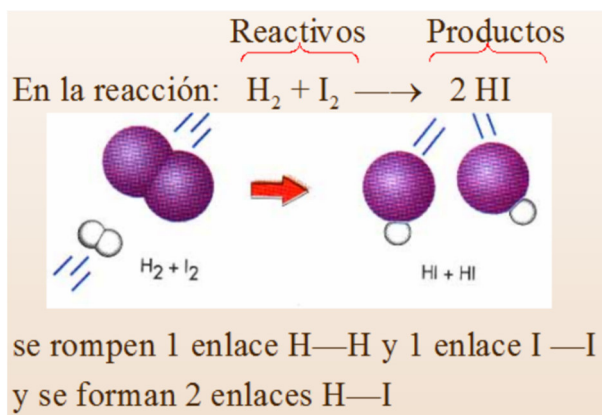


Imagen 2: Ejemplo de una reacción química.

Fuente: [monografías](#)

Autor: Desconocido Licencia: Desconocida

Del estudio de muchas reacciones químicas se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- La existencia de una reacción química se puede poner de manifiesto por un cambio de color, la formación de un sólido, la formación de un gas o un cambio de temperatura.
- Las reacciones químicas van acompañadas de cambios de Energía. A las reacciones que desprenden energía se las llama **exotérmicas**. A las que absorben energía, **endotérmicas**. Un ejemplo de reacción exotérmica es la reacción de combustión. Los combustibles (madera, carbón, gasolina, alcohol, etc.) arden en presencia del oxígeno del aire, produciendo dióxido de carbono y agua y liberando energía en forma de calor.

La combustión de un fósforo es muy exotérmica al igual que la de la madera, por eso nos quemamos si acercamos nuestra mano.



Imagen 3: Combustión de una cerilla.

Fuente: [files.ciencias-quimica-y-biologia.webnode](#)

Autor: Desconocido

Licencia: Desconocida

- La velocidad de una reacción química varía dependiendo de varios factores:
  - La naturaleza de los reactivos.
  - El grado de división de una sustancia.
  - La temperatura.
  - La concentración de los reactivos.
  - La presencia de unas sustancias llamadas catalizadores o inhibidores, que son capaces de aumentar o disminuir, respectivamente, la velocidad de las reacciones.
- La masa se conserva en las reacciones químicas.

Las reacciones químicas se pueden representar mediante las **ecuaciones químicas**. Una ecuación química consta de dos miembros separados mediante una flecha que nos indica el sentido en el que se produce la reacción. En el primer miembro se escriben las fórmulas de los reactivos y en el segundo la de los productos. Si hay más de un reactivo o de un producto se separan sus fórmulas mediante el signo +.

De modo general:  $A + B \rightarrow C + D$

Reactivos  $\rightarrow$  Productos

Este tipo de reacción (con una flecha de izquierda a derecha) se dice que es **irreversible**, porque los productos no se combinan entre sí para originar de nuevo a los reactivos.

Por ejemplo:  $C + O_2 \rightarrow CO_2$

Esta ecuación nos indica que el carbono *reacciona con* el oxígeno *para formar* dióxido de carbono.

El "+" se puede leer como "reacciona con". La flecha significa "para formar"

Aquellas reacciones en las que los productos también reaccionan entre sí para formar los reactivos, se denominan reacciones **reversibles** y se indican con una doble flecha.

De modo general:  $A + B \leftrightarrow C + D$

Por ejemplo:  $PCl_5 \leftrightarrow PCl_3 + Cl_2$

En una ecuación química también hay que especificar el estado físico en el que se encuentran las sustancias, según las condiciones de presión y temperatura a las que se realice dicha reacción. Se utilizan los símbolos (g), (l) y (s), para indicar los estados gaseoso, líquido y sólido, respectivamente. Estos símbolos se ponen a continuación de las sustancias correspondientes.

Por ejemplo: la reacción entre carbono y oxígeno a 25°C y 1 atm de presión se representaría así:  $C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$

Ya que en esas condiciones de presión y temperatura el carbono se encuentra en estado sólido y el oxígeno y el dióxido de carbono en estado gaseoso.

Si una sustancia está disuelta en agua, se utiliza el símbolo (ac) o (aq).

Otros símbolos que se utilizan en las reacciones químicas son:

- Una flecha hacia arriba ( $\uparrow$ ) si se desprende un gas.
- Una flecha hacia abajo ( $\downarrow$ ) si una sustancia precipita en estado sólido.

### 1.3. Ley de conservación de la masa

El científico A. Lavoisier, en el siglo XVIII, mediante el uso cuidadoso de la balanza, enunció la ley de la conservación de la masa que dice que "La materia ni se crea ni se destruye, sino que se transforma". Aplicada a una reacción química se expresaría de la siguiente manera:

"En una reacción química, la masa de las sustancias antes de la reacción es igual a la masa de las sustancias después de la reacción".

Como una reacción química es, en esencia, un proceso en el que se rompen enlaces en los reactivos y se forman nuevos enlaces que dan origen a los productos, el número de átomos de cada elemento debe ser el mismo antes de la reacción que después de ésta. Es decir, los átomos que intervienen en una reacción son los mismos pero agrupados de distinto modo en los reactivos que en los productos, por ello, la masa permanece constante.



Imagen 4: A. Lavoisier y su esposa.

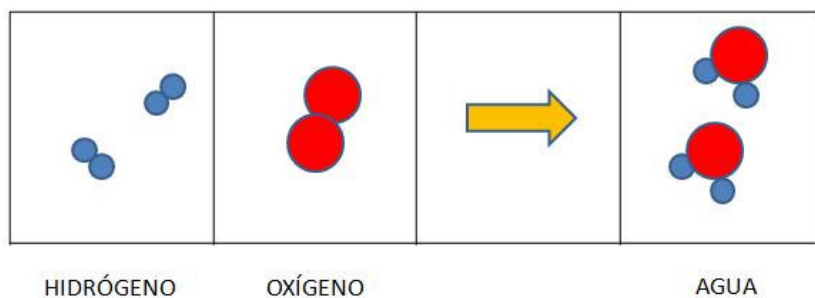
Fuente: [biografiasyvidas](https://biografiasyvidas.com/biografia/l/lavoisier-antoinette)

Autor: Desconocido

Licencia: Desconocida

#### PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA MATERIA (LAVOISIER, 1743-1794)

Los átomos no se pueden crear ni dividir en partículas más pequeñas, ni se destruyen en el proceso químico. Una reacción química simplemente cambia la forma en que los átomos se agrupan.



ANTES Y DESPUÉS DE LA REACCIÓN EXISTEN LOS MISMOS ÁTOMOS,  
NO HAY CAMBIO EN LA CANTIDAD DE MATERIA

Imagen 5: Ley de Lavoisier.

Fuente: liceoagb

Autor: Desconocido

Licencia: Desconocida

Como se puede observar en la siguiente figura, para la reacción:

$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2 \text{NaCl}$ , se cumple la ley de Lavoisier.

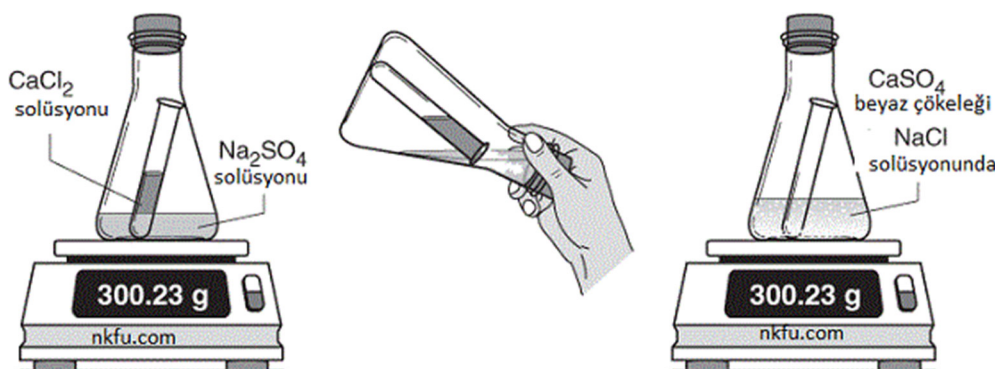


Imagen 6: La masa se conserva en una reacción química.

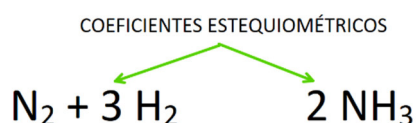
Fuente: nkfu Autor: Desconocido Licencia: Desconocida

#### 1.4. Ajuste de ecuaciones químicas

En las reacciones químicas y, por lo tanto, en sus ecuaciones químicas se tiene que cumplir la Ley de conservación de la masa. Es decir, como una reacción química es un reagrupamiento de átomos debe haber el mismo número de átomos de cada elemento en los reactivos y en los productos. Si escribimos una ecuación química y no es así, tendremos que ajustar la ecuación.

Por ejemplo, la ecuación  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$  no está ajustada porque tenemos dos átomos de nitrógeno en el primer miembro y uno en el segundo y de hidrógeno, dos en el primero y tres en el segundo.

Para **ajustar una ecuación** hay que encontrar unos números, llamados **coeficientes estequiométricos**, que se colocan delante de cada fórmula para conseguir que el número de átomos de cada elemento sea igual en los reactivos y en los productos. Estos coeficientes pueden ser números enteros o fraccionarios, ya que estos últimos se pueden eliminar multiplicándolos por el común denominador. Se prefiere que sean los números enteros menores posibles.



El coeficiente estequiométrico indica el número de moléculas o átomos de la sustancia, a la que precede, que intervienen en la reacción. Si solo hay una molécula o átomo el coeficiente 1 se omite. Por lo tanto, la ecuación anterior indica que una molécula de nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) reacciona con tres moléculas de hidrógeno ( $\text{H}_2$ ) para formar dos moléculas de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).

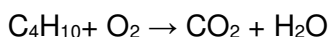
Muy importante, no se puede ajustar el número de átomos de un elemento cambiando el subíndice de este elemento en la fórmula en la que aparece (modificando su fórmula).

Para ajustar una reacción se puede hacer de varias formas:

a) **Método por "tanteo"**. Consiste en buscar coeficientes hasta conseguir el ajuste correcto. Para ajustar con este método se recomienda:

- Ajustar primero aquellos elementos que estén en un solo compuesto en ambos miembros.
- Cuando uno de los reactivos o productos sea un elemento libre se ajustará en último lugar.
- Normalmente, se dejan los átomos de hidrógeno y oxígeno para el final ya que están presentes en muchas sustancias.

Como ejemplo, ajustaremos paso a paso la reacción de combustión del butano. Una reacción de combustión es una reacción de una sustancia con el oxígeno (O<sub>2</sub>). Si esa sustancia es un hidrocarburo; es decir, un compuesto formado por carbono e hidrógeno como el butano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), los productos de reacción serán dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). La ecuación química que representa la reacción de combustión del butano es la siguiente:



Cuando tengamos que utilizar una ecuación química, comprobaremos si la reacción está ajustada o no, para ello contamos los átomos de cada elemento en los reactivos y en los productos.

En las fórmulas, los subíndices nos indican el número de átomos que hay de cada elemento en una molécula. Por ejemplo, como la fórmula del butano es C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>, esto quiere decir que una molécula de butano está formada por 4 átomos de carbono y diez átomos de hidrógeno. Si solo hay un átomo de un elemento en una molécula no se pone ningún subíndice (el subíndice uno se omite). Por ejemplo, como la fórmula del dióxido de carbono es CO<sub>2</sub>, las moléculas de este compuesto están formadas por un átomo de carbono y dos de oxígeno.

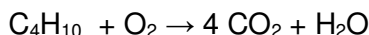
El número de átomos de oxígeno en el segundo miembro es tres, dos debidos a los átomos de oxígeno de la molécula de CO<sub>2</sub> y otro debido al de la molécula de H<sub>2</sub>O (2+1 = 3). Por lo tanto, el número de átomos de cada elemento será el siguiente. Como se puede observar ningún elemento está ajustado.

| REACTIVOS |    |   | PRODUCTOS |   |   |
|-----------|----|---|-----------|---|---|
| C         | H  | O | C         | H | O |
| 4         | 10 | 2 | 1         | 2 | 3 |

Podemos ajustar el número de átomos de los distintos elementos en el orden que queramos, pero como comentamos antes, es mejor comenzar por aquellos que forman parte de un solo compuesto en los reactivos y en los productos. En nuestro caso, estos elementos son el C y el H. Dejaremos el ajuste de los átomos de oxígeno para el final, cuando ya tengamos ajustados los de carbono y de hidrógeno, ya que el oxígeno se encuentra presente en tres sustancias: oxígeno (O<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). Además, el oxígeno en el primer miembro se encuentra como elemento (O<sub>2</sub>).

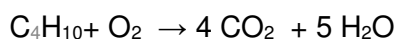
**1)** En primer lugar, ajustamos los átomos de carbono. En nuestro caso, hay cuatro átomos de carbono en los reactivos (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) y un átomo de carbono en los productos (CO<sub>2</sub>). Como vemos faltan átomos de carbono en el segundo miembro, para que también tengamos 4 átomos de carbono en los productos tendría que haber cuatro moléculas de CO<sub>2</sub> ya que cada molécula está constituida por un átomo de carbono y dos de oxígeno. Para conseguir esto, debemos poner el coeficiente 4 delante de la fórmula del CO<sub>2</sub>. Para calcular el número total de átomos de cada elemento, se multiplica el coeficiente estequiométrico por el número de átomos de cada elemento que aparece

como subíndice en la fórmula. Por eso, el número de átomos de oxígeno en el segundo miembro es nueve ( $4 \cdot 2 + 1 = 9$ ). Ocho debidos a las cuatro moléculas de  $\text{CO}_2$ , puesto que cada molécula tiene 2 átomos de oxígeno más otro átomo debido a la molécula de agua, que solo contiene un átomo de oxígeno ( $\text{H}_2\text{O}$ ).



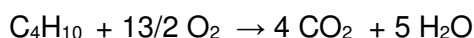
| REACTIVOS |    |   | PRODUCTOS |   |   |
|-----------|----|---|-----------|---|---|
| C         | H  | O | C         | H | O |
| 4         | 10 | 2 | 4         | 2 | 9 |

2) A continuación, ajustamos los átomos de hidrógeno. Como podemos ver en la tabla anterior, hay 10 átomos de hidrógeno en los reactivos ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) y solo 2 átomos de hidrógeno en los productos ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Puesto que el número de átomos de hidrógeno es menor en los productos, para que también tengamos 10 átomos de hidrógeno en el segundo miembro, necesitamos 5 moléculas de agua ya que cada una tiene 2 átomos de hidrógeno, por lo que pondremos el coeficiente 5 delante del  $\text{H}_2\text{O}$ . De este modo, el número de átomos de hidrógeno en el segundo miembro es  $5 \times 2 = 10$ .



| REACTIVOS |    |   | PRODUCTOS |    |    |
|-----------|----|---|-----------|----|----|
| C         | H  | O | C         | H  | O  |
| 4         | 10 | 2 | 4         | 10 | 13 |

3) Por último, nos quedan por ajustar los átomos de oxígeno. Como se indica en la tabla anterior, hay 2 átomos de oxígeno en los reactivos ( $\text{O}_2$ ) y 13 átomos en los productos (8 átomos debidos a las 4 moléculas de  $\text{CO}_2$  y 5 átomos debidos a las 5 moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ ). En este caso, hay menos átomos en los reactivos. Para tener 13 átomos de oxígeno también en los reactivos debemos tener la mitad de moléculas de oxígeno ( $13/2$ ) ya que cada molécula de oxígeno está formada por dos átomos de oxígeno. Por lo tanto, pondremos el coeficiente  $13/2$  delante del  $\text{O}_2$ . Así, el número de átomos de oxígeno será  $13/2 \cdot 2 = 13$ .

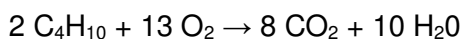


Los coeficientes estequiométricos son estos, 1 (se omite),  $13/2$ , 4 y 5. Por último, comprobamos que con estos coeficientes todos los elementos están ajustados:

| REACTIVOS |    |    | PRODUCTOS |    |    |
|-----------|----|----|-----------|----|----|
| C         | H  | O  | C         | H  | O  |
| 4         | 10 | 13 | 4         | 10 | 13 |

4) Aunque ya tenemos la ecuación ajustada. Como uno de los coeficientes es un número fraccionario ( $13/2$ ) y se prefiere que los coeficientes sean números enteros, multiplicaremos todos los coeficientes por el denominador del coeficiente fraccionario para convertirlo en un número entero. En este caso, como es  $13/2$  multiplicaremos todos los coeficientes por 2. De modo que la ecuación ajustada quedaría del siguiente modo:





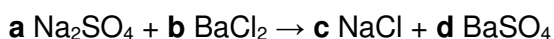
Como se puede comprobar la ecuación también quedaría ajustada.

| REACTIVOS |    |    | PRODUCTOS |    |    |
|-----------|----|----|-----------|----|----|
| C         | H  | O  | C         | H  | O  |
| 8         | 20 | 26 | 8         | 20 | 26 |

b) **Método algebraico.** Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1º) Se asigna una letra a cada coeficiente estequiométrico. Conviene asignarlas por orden alfabético de izquierda a derecha.
- 2º) Se empieza por el primer elemento de la izquierda y se plantea la ecuación que representa el ajuste de átomos de dicho elemento: número de átomos del elemento en la izquierda = número de átomos del elemento en la derecha.
- 3º) Se continúa por la izquierda de la reacción química, planteando otra ecuación para el siguiente elemento diferente. De esta forma tendremos el ajuste de átomos de todos los elementos diferentes que existen en la reacción química. Siempre tendremos una ecuación menos que incógnitas. En algún caso podríamos obtener más ecuaciones pero si nos fijamos bien veremos que algunas son equivalentes.
- 4º) Se asigna el valor 1 a la letra (incógnita) que queramos.
- 5º) Se resuelven el resto de las ecuaciones.
- 6º) Si en los resultados se obtienen decimales o fracciones, se deben multiplicar todas las incógnitas (coeficientes estequiométricos) por un mismo número de tal forma que desaparezcan los decimales o las fracciones.

Veámoslo con un ejemplo:



$$\text{Na : } 2a = c$$

$$\text{S : } a = d$$

$$\text{O : } 4a = 4d \quad (\text{ecuación equivalente a la anterior})$$

$$\text{Ba: } b = d$$

$$\text{Cl: } 2b = c$$

Por tanto, las ecuaciones son:  $2a = c$  ;  $a = d$  ;  $b = d$  ;  $2b = c$

Si por ejemplo, asignamos a 'd' el valor 1 entonces:

$$\text{Si } d=1, \text{ como } a = d \rightarrow a = 1$$

$$\text{como } b = d \rightarrow b = 1$$

$$\text{como } 2 \cdot b = c \rightarrow 2 \cdot 1 = c \rightarrow c = 2$$

Ahora, se sustituyen las letras por sus valores numéricos correspondientes.

La ecuación ajustada es la siguiente:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{BaSO}_4$

c) **Método del ión-electrón** (no se estudiará en este nivel).

## Ejercicio 2

Ajusta las siguientes ecuaciones químicas:

- $\text{H}_2\text{O} + \text{Na} \rightarrow \text{Na(OH)} + \text{H}_2$
- $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
- $\text{BaO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2$
- $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$
- $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{AgCl}$

### 1.5. Tipos de reacciones químicas

Considerando solo el resultado global y sin atender al proceso íntimo de la reacción, podemos agrupar las reacciones químicas en cuatro tipos: síntesis o combinación, descomposición, sustitución o desplazamiento y doble descomposición o intercambio.

**a) Síntesis o combinación:** Dos o más sustancias reaccionan para dar otra más compleja.

Tienen la forma general:  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{AB}$

(A y B pueden representar elementos o compuestos y combinarse en una relación diferente a 1:1)

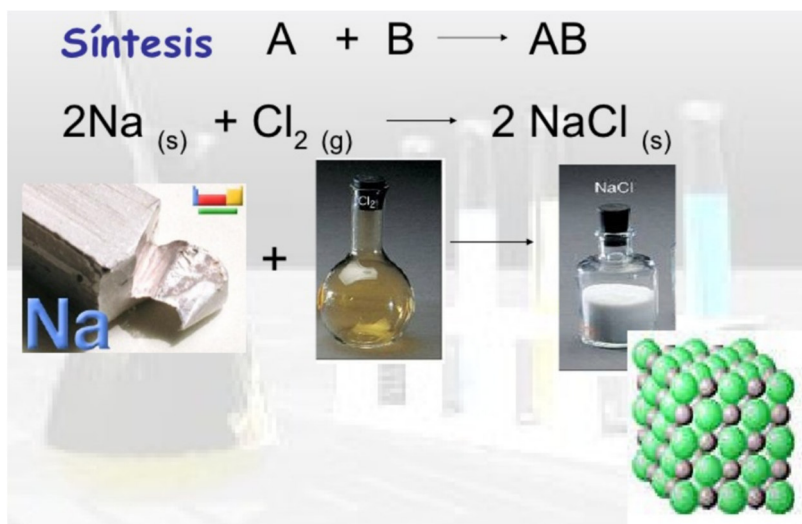


Imagen 7: Ejemplo de reacción de síntesis.

Fuente: [slidesharecdn](https://www.slidesharecdn.com)

Autor: Desconocido

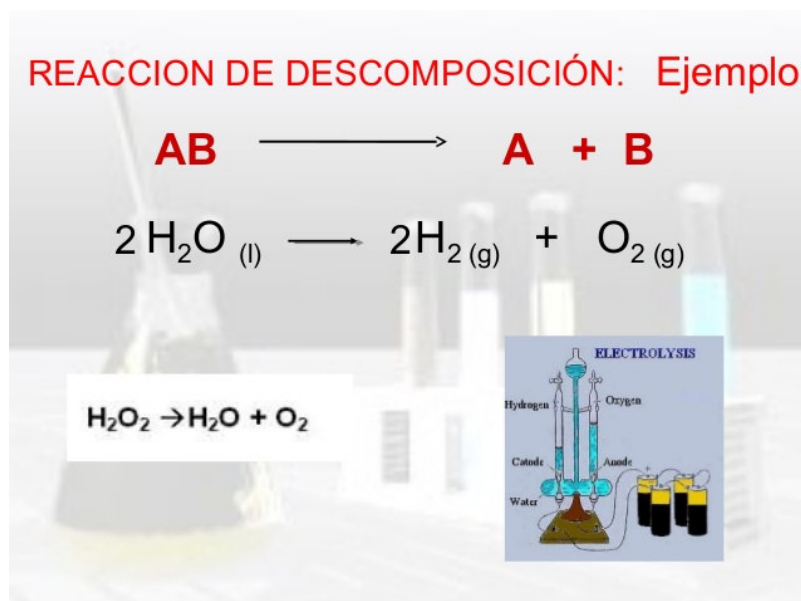
Licencia: Desconocida

Ejemplos:

- $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$
- $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$
- $2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$
- $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$

**b) Descomposición:** Es el proceso inverso del anterior. Una sustancia se descompone formando dos o más simples.

Su forma general es:  $AB \rightarrow A + B$



*Imagen 8: Ejemplo de reacción de descomposición.*

Fuente: [slidesharecdn](https://www.slidesharecdn.com) Autor: Desconocido Licencia: Desconocida

Ejemplos:

- $2\text{HgO} + \text{Q} \rightarrow 2\text{Hg} + \text{O}_2$  ( Q indica que la reacción se produce calentando)
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$
- $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CO}_2$
- $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

**c) Desplazamiento o sustitución:** Uno de los elementos de un compuesto es sustituido por otro elemento.

La ecuación general es:  $AB + X \rightarrow XB + A$

## Sustitución Simple: Ejemplo

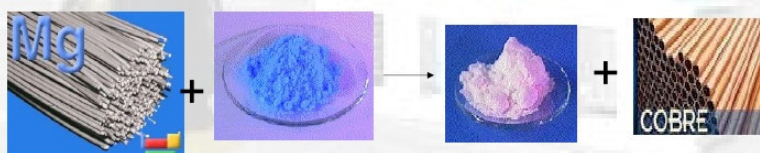
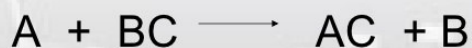


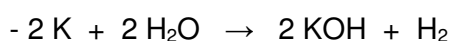
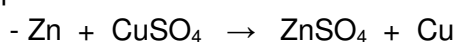
Imagen 9: Ejemplo de reacción de sustitución simple.

Fuente: [slidesharecdn](https://www.slidesharecdn.com)

Autor: Desconocido

Licencia: Desconocida

Ejemplos:



**d) Doble descomposición o intercambio:** Estas reacciones equivalen a una doble sustitución o un intercambio.

Su forma general es:  $\text{AB} + \text{XY} \longrightarrow \text{AY} + \text{XB}$

## Sustitución Doble



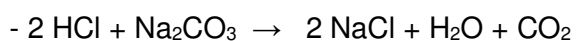
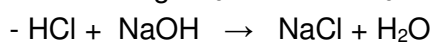
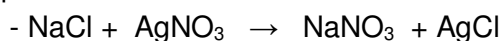
Imagen 10: Ejemplo de reacción de sustitución doble.

Fuente: [slidesharecdn](https://www.slidesharecdn.com)

Autor: Desconocido

Licencia: Desconocida

Ejemplos:



### 1.6. Masa atómica, masa molecular y masa molar

La masa de un átomo es demasiado pequeña como para que resulte práctico expresarla en g o kg, incluso el átomo más pesado tiene una masa menor que  $5 \cdot 10^{-22}$  gramos ( $0,000000000000000000005$  g. Al ser los átomos tan pequeños no se pueden manipular de forma individual y determinar su masa en una balanza (masa atómica). Por eso, los químicos han establecido una escala de masas atómicas absolutas. Para ello, se creó una unidad de masa que coincidía con la doceava parte de la masa del átomo de C-12, y que se denominó u (o uma, iniciales de unidad de masa atómica). En esta escala, la masa de un átomo de hidrógeno (átomo más pequeño) es 1,008 u.

Para que esta unidad de masa sea útil es necesario relacionarla con otras unidades más utilizadas en el laboratorio (g, mg, kg, etc.). La relación en gramos (g) y uma (u) es la siguiente:

$$1 \text{ g} = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ u}$$

Esta unidad es una unidad de masa igual que el g, el kg, el mg, etc. pero extremadamente más pequeña.

Utilizando esta unidad, la masa de un átomo de oxígeno = 15,99 u =

$$= 15,99 \text{ u} \cdot 1 \text{ g} / 6.022 \cdot 10^{23} \text{ u} = 2,655 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

La masa atómica absoluta de un elemento es la masa de un átomo de ese elemento expresada en u. Su valor se puede encontrar en el Sistema Periódico, en la casilla del elemento químico correspondiente. Por ejemplo, la masa atómica del hierro es 55,847 u.

#### **Ejercicio 3**

¿Cuál es la masa de un átomo de los siguientes elementos expresada en u y g?

- a) Ca                      b) Zn                      c) Al                      d) C    e) O

En un compuesto no puede hablarse de masa atómica, sino de masa molecular, que es la masa de una molécula y se calcula como la suma de las masas atómicas de los átomos que lo constituyen. Como ejemplo, hallaremos la masa molecular del agua:

$$\text{Masa molecular H}_2\text{O} = n^\circ \text{ átomos H} \cdot \text{masa atómica H} + n^\circ \text{ átomos O} \cdot \text{masa atómica O} \\ = 2 \cdot 1 \text{ u} + 1 \cdot 16 \text{ u} = 18 \text{ u}$$

ya que hay dos átomos de hidrógeno y la masa atómica del hidrógeno es 1 u y un átomo de oxígeno y su masa atómica es 16 u.

#### **Ejercicio 4**

Calcula la masa molecular de las siguientes sustancias:

- hidróxido de sodio (NaOH)
- ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>)
- permanganato de calcio (Ca (MnO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>)
- cloruro de magnesio (MgCl<sub>2</sub>)
- cromato de aluminio (Al<sub>2</sub>(CrO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)

### Ejercicio 5

¿Cuál es la masa en g de una molécula de cada una de las sustancias anteriores?

Las sustancias no reaccionan gramo a gramo, en cambio las moléculas o átomos se combinan según una relación de números enteros sencillos. Por lo tanto, para estudiar las reacciones químicas se podría pensar en utilizar como unidad el átomo cuando se trata de un elemento o la molécula si se trata de un compuesto. Pero, los átomos o moléculas no se pueden manipular individualmente debido a sus dimensiones tan reducidas, pues por pequeña que sea la cantidad que tomemos de cualquier sustancia, ésta contendrá un número enorme de partículas. Por lo tanto, para trabajar en el laboratorio resulta conveniente definir una unidad de cantidad de sustancia que contenga un número determinado de átomos o moléculas.

Esta unidad se denomina **MOL** y se define como la cantidad de sustancia que contiene tantas partículas (átomos, moléculas, iones, electrones, etc...) como átomos hay en 12 g de C-12.

Este número de partículas se llama número de Avogadro ( $N_A$ ) y su valor es  $6,022 \cdot 10^{23}$  (60220000000000000000000) por lo que el mol se puede definir como la cantidad de sustancia que contiene  **$6,022 \cdot 10^{23}$  partículas**.

Es conveniente precisar si el mol se refiere a átomos, moléculas u otras entidades elementales. Por ejemplo, es ambiguo hablar de un mol de oxígeno, porque puede referirse o bien a un mol de átomos de oxígeno o bien a un mol de moléculas de oxígeno.

Si calculamos la masa de un mol de cualquier sustancia se llega a una importante conclusión:

“La masa de un mol de átomos (moléculas), es decir, de una cantidad de sustancia que contenga el número  $N_A$  de átomos (moléculas) de un elemento (compuesto) es igual a su masa atómica (molecular) expresada en gramos”.

Como ejemplo, hallaremos la masa de un mol de moléculas de agua. Para ello, multiplicaremos el número de moléculas que constituyen 1 mol ( $N_A$ ) por la masa de una molécula de agua expresada en g.

La masa molecular del  $H_2O$ , como calculamos anteriormente es igual a 18 u. Es decir, una molécula de agua tiene una masa de 18 u, ahora expresaremos en g esa cantidad.

masa de 1 molécula  $H_2O$  = 18 u = 18u.  $1g / 6,022 \cdot 10^{23} u = 2,99 \cdot 10^{-23} g = 0,000000000000000000000000299 g$ .

Por lo tanto,

Masa de 1 mol de moléculas ( $6,022 \cdot 10^{23}$  moléculas) de  $H_2O$  =  $N_A$  moléculas  $H_2O$  . masa 1 molécula  $H_2O$  =

$$= 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 2,99 \cdot 10^{-23} g = 18 g$$

Vemos que efectivamente la masa de una molécula y la masa de 1 mol de moléculas coinciden en el valor numérico pero se expresan en distintas unidades, la masa de una molécula en u y la masa de 1 mol de moléculas en g. Una molécula de agua tiene una masa de 18 u y un mol de moléculas de agua de 18 g.

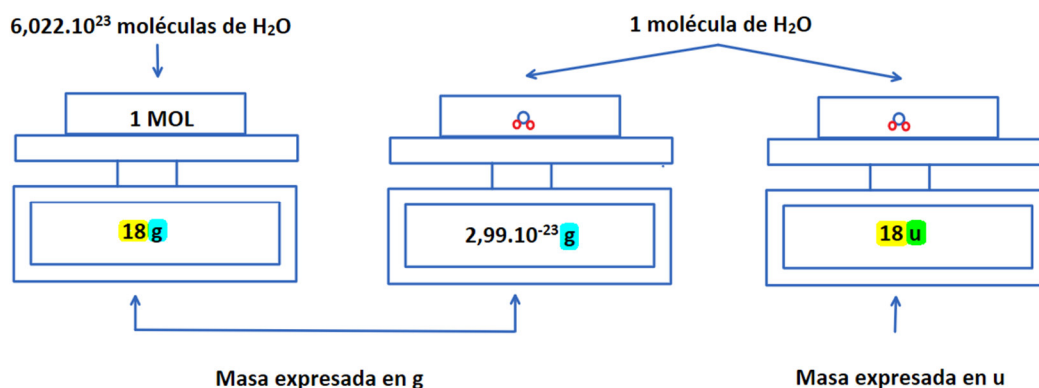


Imagen 11: Masas molecular y molar del agua.  
Fuente: Elaboración propia.

A la masa de un mol de átomos o moléculas se le denomina Masa Molar y se expresa en g/mol. Para hallar la masa molar, se calcula la masa molecular a partir de las masas atómicas de los elementos que compongan esa sustancia y se expresa en g/mol.

Por ejemplo, Calcula la masa molar del ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Masas atómicas: H = 1 u, S = 32 u, O = 16 u

$$\text{Masa molecular } H_2SO_4 = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ u}$$

$$\text{Masa molar } H_2SO_4 = 98 \text{ g/mol}$$

Es decir, 1 mol de ácido sulfúrico tiene una masa igual a 98 g. Es decir, en 98 g de ácido sulfúrico tenemos  $6,022 \cdot 10^{23}$  moléculas de ácido sulfúrico.

**IMPORTANTE:** 1 mol de cualquier sustancia contiene el mismo número de partículas ( $N_A$  partículas =  $6,022 \cdot 10^{23}$  partículas) pero no tiene la misma masa. Esta depende del valor de su masa molar.

Por ejemplo:

$6,022 \cdot 10^{23}$  moléculas de  **$H_2O$**  tienen una masa de 18 g y

$6,022 \cdot 10^{23}$  moléculas de  **$H_2SO_4$**  una masa de 98 g.

Esto es lógico, ya que la molécula de ácido sulfúrico tiene una masa mayor que la de agua.

### Ejercicio 6

Calcula la masa molar de las siguientes sustancias:

- ácido carbónico ( $H_2CO_3$ )
- cloruro de sodio (NaCl)
- hidróxido de aluminio ( $Al(OH)_3$ )
- trióxido de azufre ( $SO_3$ )

e) carbonato de hierro (III) ( $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ )

Para determinar el número de moles de átomos o de moléculas que hay en una determinada cantidad (masa) de un elemento o compuesto, se utiliza la siguiente expresión:

$$n = \frac{m \text{ (g)}}{M \text{ molar (g/mol)}}$$

donde  $n$  = número de moles de átomos o moléculas de una sustancia.

$m$  = masa de esa sustancia expresada en g.

Por ejemplo, calcula el número de moles que hay en 196 g de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

$$n = \frac{m \text{ (g)}}{M \text{ molar (g/mol)}} = \frac{196 \text{ g}}{98 \text{ g/mol}} = 2 \text{ mol}$$

Masa molecular  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ u}$

Masa molar  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g/mol}$

### **Ejercicio 7**

Calcula el número de moles ( $n$ ) que hay en 300 g de las siguientes sustancias:

- ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )
- cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ )
- hidróxido de aluminio ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ )
- trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ )
- carbonato de hierro (III) ( $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ )

Para determinar la masa ( $m$ ) de un número determinado de moles de una sustancia, tenemos que multiplicar dicho número por la masa molar de esa sustancia, ya que la masa molar nos indica la masa que tiene un mol de una sustancia. Así, aplicaremos la siguiente fórmula:

$$m \text{ (g)} = n \text{ (mol)} \cdot \text{Masa molar (g/mol)}$$

Por ejemplo, calcula la masa que tienen 4 mol de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Masa molecular  $\text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ u}$ .

Masa molar = 98 g/mol.

$m \text{ (g)} = n \text{ (mol)} \cdot \text{Masa molar (g/mol)} = 4 \text{ mol} \cdot 98 \text{ g/mol} = 392 \text{ g}$

### **Ejercicio 8**

Calcula la masa de 2,5 mol de las siguientes sustancias:

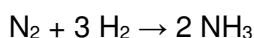
- ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )
- cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ )
- hidróxido de aluminio ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ )
- trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ )
- carbonato de hierro (III) ( $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ )



### 1.7. Cálculos estequiométricos

Es este apartado veremos la estequiometría, que es el estudio cuantitativo de las reacciones químicas. Llamamos cálculos estequiométricos a los que se realizan para calcular las cantidades de cualquier sustancia que interviene en una reacción a partir de una cantidad conocida de otra. Por ejemplo, se utilizan para averiguar: qué cantidad de producto se obtiene a partir de una determinada cantidad de reactivo, qué cantidad de reactivo reacciona con una dada cantidad de otro reactivo, de qué cantidad de reactivo tenemos que partir para obtener una cantidad concreta de producto, etc.

Para realizar cálculos estequiométricos es necesario escribir la ecuación ajustada. Al escribir una ecuación química ajustada, los coeficientes estequiométricos que aparecen en ella nos indican la proporción en la que los átomos o moléculas de las sustancias que intervienen en la reacción se encuentran. Así, por ejemplo, a partir de la ecuación ajustada de la síntesis de amoníaco ( $\text{NH}_3$ )



podemos deducir que 1 molécula de nitrógeno reacciona con 3 moléculas de hidrógeno para formar 2 moléculas de amoníaco.

Por lo tanto, 1 por el número de Avogadro ( $N_A$ ) de moléculas de  $\text{N}_2$  reaccionarán con 3 por el  $N_A$  de moléculas de  $\text{H}_2$  para formar 2 por el  $N_A$  de moléculas de amoníaco.

Como  $1 \cdot N_A$  de moléculas es 1 mol de moléculas,  $3 \cdot N_A$  de moléculas son 3 mol de moléculas y  $2 \cdot N_A$  de moléculas son 2 mol de moléculas, también podemos decir que 1 mol de moléculas de  $\text{N}_2$  reaccionan con 3 mol de moléculas de  $\text{H}_2$  para formar 2 mol de moléculas de amoníaco.

Es decir los coeficientes estequiométricos también nos indican la proporción en moles en la que se encuentran las distintas sustancias que intervienen en una reacción química.

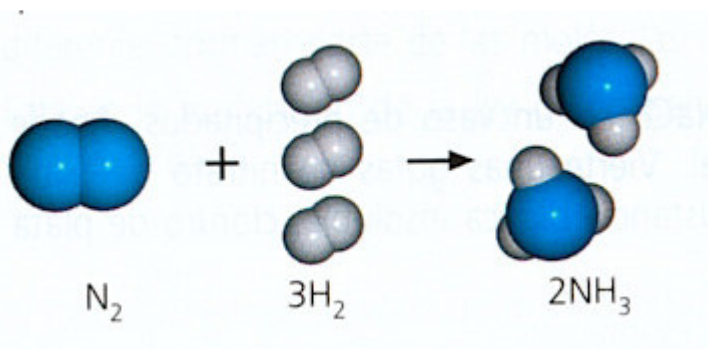


Imagen 12: Reacción de síntesis del amoníaco.

Fuente: [chemicalkids.galeon](http://chemicalkids.galeon.com) Autor: Desconocido Licencia: Desconocida

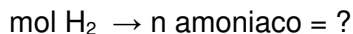
Cuando las sustancias son gases y se encuentran en las mismas condiciones de P y T, los coeficientes estequiométricos también nos indican la proporción en volumen. Por ejemplo, como en la reacción anterior todas las sustancias son gases, podemos decir que 1l de nitrógeno reacciona con 3l de hidrógeno para formar 2l de amoníaco.

### a) Cálculos mol-mol

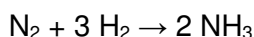
Este sería el ejercicio más sencillo de estequiometría.

#### Ejemplo

Calcula el número de moles de amoníaco que se obtienen a partir de 12 mol de hidrógeno.



Lo primero que hay que hacer es escribir la ecuación química ajustada, ya que ésta nos indica la proporción en moles en que se encuentran todas las sustancias que intervienen en la reacción.



Como queremos calcular el número de moles amoníaco que se obtienen a partir de 12 mol de hidrógeno, a partir de la ecuación química obtendremos la proporción en que se encuentran esas sustancias. Como podemos observar, a partir de 3 mol de hidrógeno se obtienen 2 mol de amoníaco (los coeficientes estequiométricos nos indican la proporción en que se encuentran las distintas sustancias).

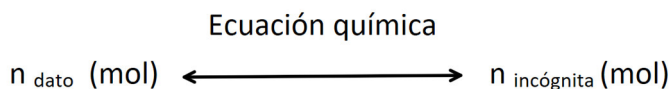
Por lo tanto, planteamos la siguiente proporción:

$$\frac{n \text{ amoníaco}}{12 \text{ mol hidrógeno}} = \frac{2 \text{ mol amoníaco}}{3 \text{ mol hidrógeno}}$$

Despejamos el n amoníaco

$$n \text{ amoníaco} = 12 \text{ mol hidrógeno} \times \frac{2 \text{ mol amoníaco}}{3 \text{ mol hidrógeno}} = 8 \text{ mol amoníaco}$$

Es decir, para resolver un ejercicio en el que nos piden n (número de moles) de una sustancia (incógnita) a partir de un número de moles conocido de otra sustancia (dato) tenemos que utilizar la relación molar obtenida a partir de la ecuación química y plantear una proporción.



#### Ejercicio 9

Calcula los moles de agua (H<sub>2</sub>O) que se obtienen a partir de 3,5 mol de oxígeno (O<sub>2</sub>).



#### Ejercicio 10

¿Cuántos moles de hidrógeno reaccionan con 6 moles de oxígeno?

#### Ejercicio 11

Calcula los moles de oxígeno necesarios para obtener 5 mol de agua.

## b) Cálculos mol-masa

### Ejemplo

Calcula la masa de amoníaco que se obtienen a partir de 12 mol de hidrógeno.

Datos: A (N) = 14; A (H) = 1

12 mol H<sub>2</sub> → m amoníaco = ?

En este problema también nos piden la cantidad de amoníaco que se obtiene a partir de la misma cantidad de hidrógeno (12 mol) pero en lugar de la cantidad de amoníaco que se obtiene en moles nos pide su masa (g). Por lo tanto, tendremos que averiguar primero el número de moles como lo hicimos en el ejercicio anterior y después hallar la masa de ese número de moles.

1º)

$$\frac{n \text{ amoníaco}}{12 \text{ mol hidrógeno}} = \frac{2 \text{ mol amoníaco}}{3 \text{ mol hidrógeno}}$$

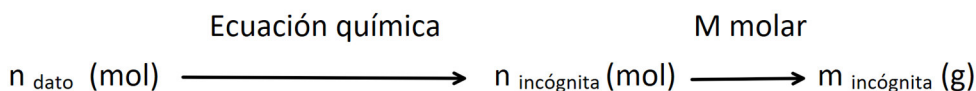
$$n \text{ amoníaco} = 12 \text{ mol hidrógeno} \times \frac{2 \text{ mol amoníaco}}{3 \text{ mol hidrógeno}} = 8 \text{ mol amoníaco}$$

2º) masa = n . M molar

Para hallar la masa tenemos que calcular la M molar

Masa molecular amoníaco = 14 + 3.1 = 17 u, luego la M molar = 17 g/mol

masa = n . M molar = 8 mol . 17 g/mol = 136 g amoníaco



### Ejercicio 12

Calcula la masa de agua que se obtiene a partir de 3,5 mol de oxígeno (O<sub>2</sub>).

H<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O (ecuación química sin ajustar)

### Ejercicio 13

Calcula la masa de hidrógeno que reacciona con 6 mol de oxígeno.

### Ejercicio 14

Calcula la masa de agua que se obtiene a partir de 9 mol de hidrógeno (H<sub>2</sub>).

## c) Cálculos masa-masa

### Ejemplo

Calcula la masa de amoníaco que se obtiene a partir de 24 g de hidrógeno.

Datos: A (N) = 14; A (H) = 1

24 g H<sub>2</sub> → m amoníaco = ?

1ª) En primer lugar calculamos el n hidrógeno

$$n_{\text{hidrógeno}} = \frac{\text{masa (g)}}{M_{\text{molar}} \left( \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right)} = \frac{24 \text{ g}}{2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 12 \text{ mol hidrógeno}$$

Masa molecular  $\text{H}_2 = 2 \cdot 1 = 2 \text{ u}$ , luego la M molar es 2 g/mol

2ª)

$$\frac{n_{\text{amoniaco}}}{12 \text{ mol hidrógeno}} = \frac{2 \text{ mol amoniaco}}{3 \text{ mol hidrógeno}}$$

$$n_{\text{amoniaco}} = 12 \text{ mol hidrógeno} \times \frac{2 \text{ mol amoniaco}}{3 \text{ mol hidrógeno}} = 8 \text{ mol amoniaco}$$

3ª) masa = n . M molar

Para hallar la masa tenemos que calcular la M molar

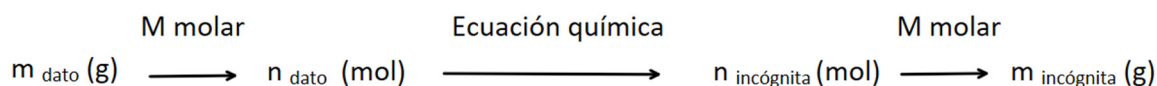
Masa molecular amoniaco = 14 + 3.1 = 17 u, luego la M molar es 17 g/mol

masa = n . M molar = 8 mol . 17 g/mol = 136 g amoniaco

Como podemos deducir a partir de estos tres ejercicios, en todo cálculo estequiométrico se deben dar los siguientes pasos:

- 1.- Si la cantidad de la sustancia (dato) a partir de la cuál queremos saber la cantidad de otra (incógnita) no está en moles, tendremos que calcular su número de moles (n dato).
- 2.- Mediante la ecuación química que nos proporciona la relación entre el n de todas las sustancias que intervienen en la reacción, se calculará mediante una proporción el n (número de moles) de la sustancia que nos pida el problema (incógnita).
- 3.- A partir del n de la sustancia incógnita se calculará la magnitud que nos pida el ejercicio: masa, nº de átomos o moléculas, volumen a unas determinadas presión y temperatura, etc.

Por ejemplo, en el ejercicio anterior tendríamos que seguir el siguiente esquema:



### **Ejercicio 15**

Calcula la masa de agua que se obtiene a partir de 40 g de hidrógeno.



### **Ejercicio 16**

Calcula la masa de oxígeno que reacciona con 10 g de hidrógeno.

### **Ejercicio 17**

Calcula la masa de oxígeno necesaria para obtener 36 g de agua.

## **2) La química en la sociedad**

En los medios de comunicación, habitualmente aparecen noticias relacionadas con el sector industrial. Se habla de la industria del automóvil, de la industria del ocio (videojuegos, cine o música), etc., pero pocas veces hacemos referencia a una de las ramas industriales más importantes: la industria química.

Ya has visto la química como una ciencia experimental, que estudia la estructura interna de la materia y sus transformaciones. Ahora vas a ver cómo ayuda a mejorar la calidad de vida, creando sustancias que se utilizan en gran número de actividades cotidianas.



*Imagen 13: Industrie-Landschaft Dow Chemical Deutschland.*

*Fuente: [Wikimedia](#).*

*Autor: Carsten Eggers.*

*Licencia: Creative Commons (CC)*

La industria química se dedica a transformar materias primas para obtener una amplia gama de productos de uso habitual. Estos materiales se encuentran desde en laboratorios de I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación) hasta en nuestro hogar, que en último término es uno de los lugares más importantes de la participación de la

química en la vida del ser humano, pues en él hay una gran cantidad de sustancias derivadas de la química industrial.

### 2.1. La industria química

Las actividades de carácter económico se agrupan en tres grandes sectores:

1. **Sector primario:** dedicado a la obtención de productos y materias primas directamente de la naturaleza (agricultura, pesca y minería).
2. **Sector secundario:** en él se transforman las materias primas en productos elaborados; engloba el sector industrial, energético y de la construcción.
3. **Sector terciario:** no produce bienes, sino servicios. Se denomina también sector servicios.

La industria química esta englobada en el sector secundario.

La industria química que vamos a estudiar en este tema es:

1. **La industria química básica:** metalurgia, obtención de ácido sulfúrico y amoníaco.
2. **La industria química farmacéutica.**
3. **La industria petroquímica.**

### Importante

La industria química es la industria que se ocupa de dos acciones fundamentales:

1. La extracción y procesamiento de las materias primas, tanto naturales como sintéticas.
2. La transformación de las materias primas en otras sustancias con características diferentes a las que tenían originalmente.

El objetivo final de esta industria es satisfacer las necesidades de las personas mejorando su calidad de vida, elaborando un producto de buena calidad con el costo más bajo posible y tratando de ocasionar el menor daño posible al medio ambiente.

#### 2.1.1. La industria química básica

La industria química básica comprende:

1. La metalurgia.
2. Obtención de ácido sulfúrico.
3. Obtención de amoníaco.

##### 2.1.1.1. La metalurgia

No podríamos imaginar el mundo moderno sin metales, ya que entran en la composición de miles de aparatos e instrumentos que empleamos normalmente y la electricidad llega a nuestros hogares a través de ellos.



Aunque en sentido estricto la metalurgia es el conjunto de técnicas para la extracción, tratamiento y obtención de metales, podemos ampliar la definición a las técnicas empleadas para la consecución de materias minerales extraídas por minería.

La **metalurgia** consta de dos procesos:

La **concentración** consiste en separar el mineral rico en el metal, que se conoce como mena, del resto de minerales y rocas que lo acompañan en la mina, la ganga. Aunque existen diversos **métodos de concentración**, como el empleo de imanes para minerales férricos, o la amalgamación con mercurio para la obtención de metales preciosos, **la flotación** sigue siendo un **proceso muy importante y empleado**.

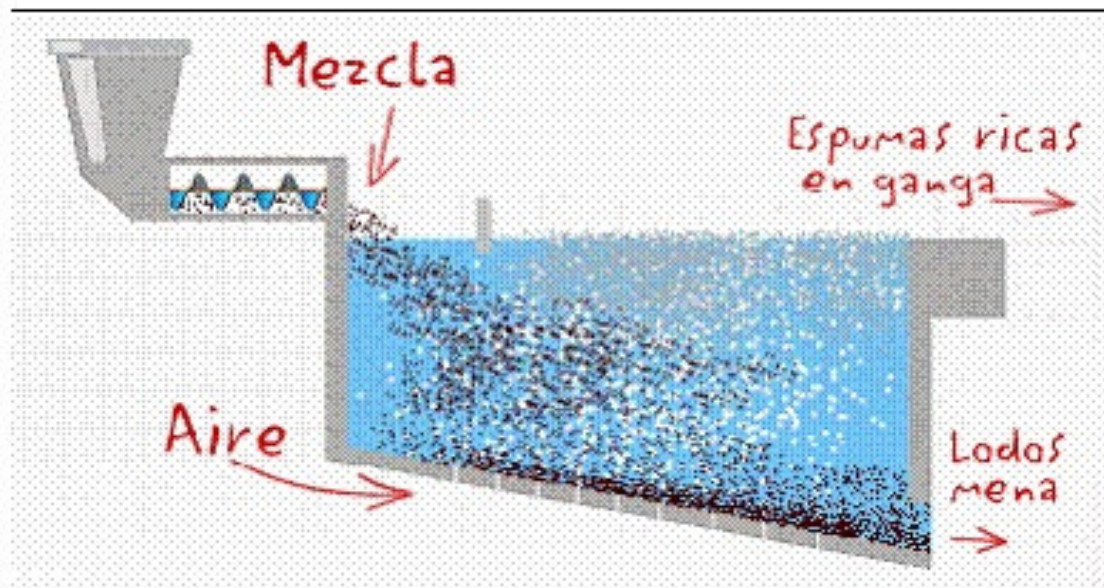


Imagen 14: Flotación. Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE

Normalmente los sólidos no flotan en el agua, así que se añaden a ésta sustancias que favorecen la flotabilidad, especialmente detergentes que forman espumas y que arrastran hacia la superficie los sólidos y los separan. Este método es muy empleado en minería para separar la mena, el mineral del que se va a obtener el metal de interés, de la ganga, el mineral que acompaña a la mena y que carece de utilidad. Como la ganga normalmente es menos densa que la mena, al añadir detergentes al agua se consigue que flote, dejando la mena en el fondo. Después, claro, habrá que proceder al secado de la mena. A veces no es necesario conseguir la flotación completa, basta con que sea factible arrastrar la ganga. Eso es lo que ocurre en la minería de oro que se ve en las películas de vaqueros. Como el oro es mucho más pesado que la arena, el agua no puede arrastrar sus pepitas, mientras que sí lo hace con la arena y así se separan.

El **refinado** es el conjunto de procesos por el que la mena, ya separada de la ganga, es tratada para obtener el metal puro o casi puro. Existen muchos procesos para realizar esta tarea, pero el más común, para la obtención de hierro, sigue siendo el tratamiento de la mena en las fundiciones o altos hornos.

### **Ejercicio 18**

¿A qué llamamos ganga?

- Minerales y rocas que acompañan al metal en la mina.

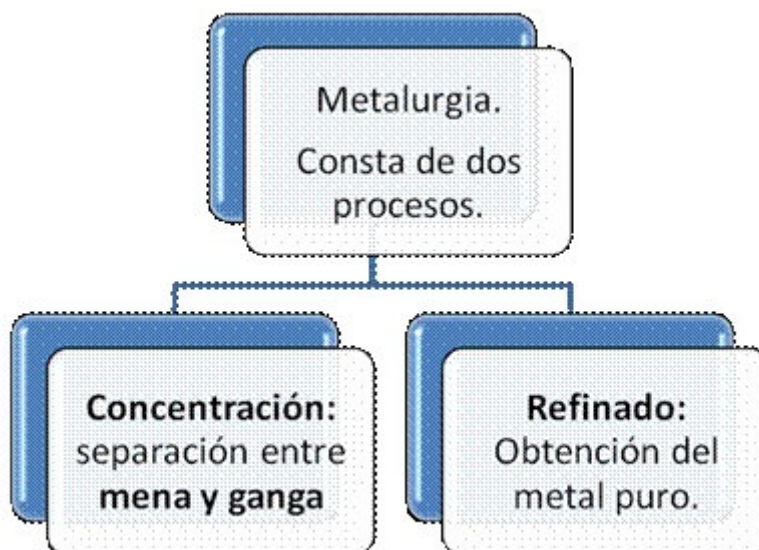
- b) Mineral puro para refinar
- c) Minerales más densos que el que se quiere purificar
- d) Procesos para separar metales

### **Ejercicio 19**

¿A qué llamamos mena?

- a) mineral que acompaña al metal precioso
- b) Los detergentes que favorecen la flotabilidad
- c) El mineral rico en el metal
- d) Proceso de separación del mineral

Mira el siguiente esquema y estúdialo:



*Imagen 15: Esquema de la metalurgia. Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE*

#### **2.1.1.2. Ácido sulfúrico**

El ácido sulfúrico, de fórmula  $\text{H}_2\text{SO}_4$  es un ácido fuerte, muy corrosivo, líquido, soluble en agua, que hierve a  $340\text{ }^{\circ}\text{C}$  y congela a  $10.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , llamado antiguamente aceite de vitriolo, tiene múltiples aplicaciones en el laboratorio y en la industria, hasta tal punto que el consumo de ácido sulfúrico puede considerarse un índice de la riqueza industrial de una nación. En la industria se emplea para la fabricación de abonos, de superfosfatos, de detergentes, de fibras sintéticas, pinturas, baterías de automóviles, refinado de metales y de petróleo etc.

Existen dos métodos para la obtención de ácido sulfúrico, ambos parten de azufre ( $\text{S}_8$ ) o pirita ( $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ):



### A) Método de las cámaras de plomo.

El azufre o la pirita se queman en grandes torres de ladrillo recubiertas interiormente con plomo. La combustión produce dióxido de azufre que en el aire reacciona con oxígeno, óxidos de nitrógeno y vapor de agua, produciendo gotitas de ácido sulfúrico que caen al fondo de las torres. Los óxidos de nitrógeno se recuperan de los gases y se reintroducen en las cámaras de plomo. El ácido sulfúrico así obtenido es una disolución al 65 % en agua. Este método cada vez es menos empleado.

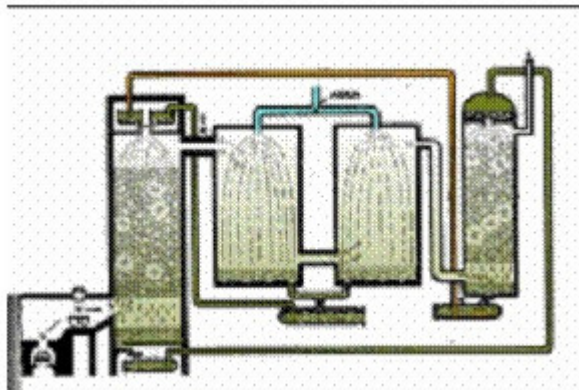
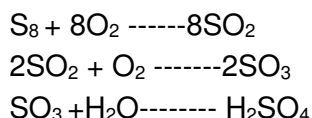


Imagen 16: Método de cámaras de plomo.  
Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE

### B) Método de contacto.

La combustión de la pirita o el azufre en un horno produce dióxido de azufre. Este dióxido de azufre se hace pasar a unas cámaras donde se oxida con aire y un catalizador a 400 °C para obtener trióxido de azufre, que se disuelve en agua con ácido sulfúrico. Dependiendo de la cantidad de agua y ácido sulfúrico que se añade al trióxido de azufre se obtiene ácido sulfúrico de distinta concentración. Normalmente se emplean dos catalizadores, uno, más barato, de óxido de vanadio y después otro más caro y efectivo, normalmente platino. Este es el método más empleado en la actualidad.



En el siguiente esquema se recogen algunos datos acerca del proceso de obtención del ácido sulfúrico. Estudia el texto y el esquema e intenta resolver el siguiente ejercicio.

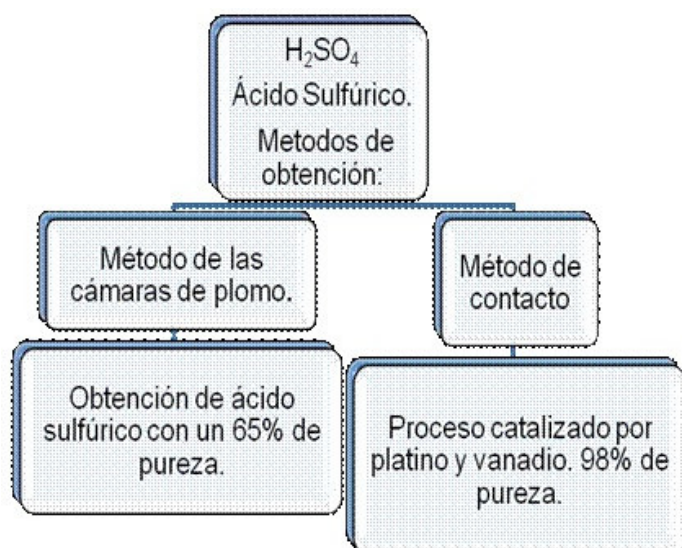


Imagen 17: Esquema de la obtención del ácido sulfúrico.

Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE

## Ejercicio 20

¿Son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones?

|                                                                                                                                                  | V / F |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| El ácido sulfúrico, de fórmula $H_2SO_4$ es un ácido débil y nada corrosivo.                                                                     |       |
| Se emplea para la fabricación de abonos, de superfosfatos, de detergentes, pinturas, baterías de automóviles, refinado de metales y de petróleo. |       |
| El método de las cámaras de plomo, es el más usado y se obtiene también plomo.                                                                   |       |
| En el método de las cámaras de plomo, el azufre o la piritita se queman en grandes torres de ladrillo recubiertas interiormente con plomo.       |       |
| El ácido sulfúrico obtenido por el método de las cámaras de plomo es una disolución al 65 % en agua.                                             |       |
| En el método de contacto no se usan catalizadores.                                                                                               |       |
| El método de contacto es el método más empleado en la actualidad.                                                                                |       |

### 2.1.1.3. Amoniaco

El amoniaco, de fórmula  $NH_3$  es un gas de olor picante, que hierve a  $-33\text{ }^{\circ}C$  y congela a  $-78\text{ }^{\circ}C$ . Normalmente se encuentra en disolución acuosa al 30 o 40 %. Aunque es conocido en los hogares por emplearse su disolución, que es fuertemente alcalina, en la limpieza doméstica, sus aplicaciones industriales lo hacen un componente básico en la industria. Se emplea fundamentalmente como fertilizante, bien puro o bien en forma de urea, o para la obtención de ácido nítrico ( $HNO_3$ ). Para la obtención del ácido nítrico se necesita, además de amoniaco, ácido sulfúrico. El ácido nítrico es empleado también en la fabricación de explosivos.

Industrialmente el amoniaco se obtiene mediante el método de Bosch - Haber, en el que se mezclan nitrógeno e hidrógeno, a más de 200 atm de presión y  $200\text{ }^{\circ}C$  de temperatura, en presencia de un catalizador que contiene hierro.

El proceso Haber produce más de 100 millones de toneladas de fertilizante de nitrógeno al año. El 0,75% del consumo total de energía mundial en un año se destina a este proceso. Los fertilizantes que se obtienen son responsables del sustento de más de un tercio de la población mundial, así como de varios problemas ecológicos.

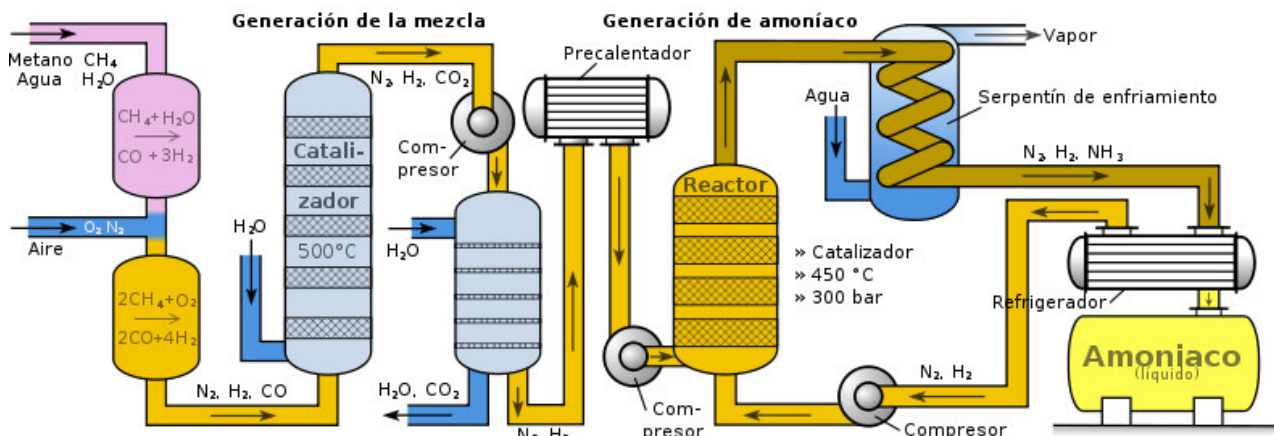


Imagen 18: Esquema proceso de Haber-Bosch. Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE

Diagrama del proceso de Haber-Bosch. De forma más resumida:



Imagen 19: Esquema proceso de Haber-Bosch. Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE

## 2.1.2. Química farmacéutica

### 2.1.2.1. Medicamentos

Los **medicamentos** son sustancias que se emplean para prevenir, combatir o disminuir los efectos de las enfermedades. Pueden ser éticos o de prescripción, que sólo se pueden obtener mediante una receta médica, o de propiedad, patentados y empleados contra pequeñas dolencias, que no necesitan de receta médica. Aunque la mayoría de los medicamentos son de origen vegetal o animal, algunos son de origen mineral e, incluso algunos de los que en principio tuvieron su origen en plantas o animales, hoy día se sintetizan por métodos químicos.

Entre los medicamentos producidos químicamente más importantes cabe destacar la aspirina, ácido acetilsalicílico, que se obtenía a partir del ácido salicílico, presente en la corteza del sauce y de efectos analgésicos, antipiréticos y anticoagulantes muy marcados. Las propiedades preventivas de la aspirina aún se están descubriendo, siendo recomendada para la prevención de infartos, algunos tipos de cáncer y la ceguera por diabetes y cataratas. Mención especial merecen las sulfamidas, los

primeros antibióticos conocidos que, aunque desplazados por los derivados de la penicilina por tener más efectos secundarios que ésta, todavía se emplean en cepas bacterianas resistentes a la penicilina.



Imagen 20: Medicamentos. Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE

### Práctica en casa: Aspirina y aspirina efervescente.

La aspirina se comercializa en varias formas. Una de ellas es la efervescente, que es aspirina con bicarbonato de sodio. Para entender la utilidad de esa presentación haz la siguiente experiencia:

1. En un vaso de agua de 250 ml aproximadamente, pon una aspirina y añade unos 100 ml de agua. Remueve con una varilla. ¿Consigues que se disuelva?
2. Añade al vaso anterior una cantidad de bicarbonato de sodio equivalente a dos cucharadas de café y remueve con una varilla. ¿Consigues que se disuelva?

**Solución:** La aspirina convencional no se disuelve en agua, el bicarbonato sódico es un compuesto básico, que reacciona con el ácido acetilsalicílico de la aspirina dando como resultado de la reacción una sal sódica, que es un compuesto iónico y así soluble en agua. Por tanto, la mezcla aspirina, bicarbonato si se disuelve en agua. Los efectos analgésicos, antipiréticos y anticoagulantes del ácido acetilsalicílico se conservan en la forma de sal sódica.



### 2.1.2.2. Ingeniería genética

La **ingeniería genética** permite la alteración del material genético de un organismo, bien añadiendo bien quitando porciones al ADN del núcleo celular.

La manipulación genética ha permitido, en el campo de la agricultura, la obtención de nuevos cultivos más resistentes a las plagas y enfermedades o con menores necesidades en cuanto a suelos o agua de riego, aumentando espectacularmente la producción de las cosechas y disminuyendo las necesidades de empleo de plaguicidas, con el consiguiente beneficio económico.

Pero es en el campo de la medicina y la producción de medicamentos donde ha encontrado su mayor aplicación. La mayoría de los medicamentos son sustancias con moléculas complejas de difícil síntesis química. Para obtenerlos, se debían purificar de las fuentes animales o vegetales que las producían. Así, la insulina, indispensable para los diabéticos, debía obtenerse a partir del páncreas de animales superiores, lo que restringía en gran medida su disponibilidad y lo encarecía enormemente. Gracias a la ingeniería genética se ha conseguido que ciertas bacterias produzcan insulina en gran cantidad y bajo precio, mejorando el suministro de insulina a los diabéticos y abaratando su coste.



Además de emplearse cada vez más para la producción de medicamentos, se esperan grandes avances en el tratamiento de ciertas enfermedades y en la elaboración de vacunas.

*Imagen 21: Plantas modificadas genéticamente.*

*Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE*

### 2.1.3. La industria Petroquímica

#### 2.1.3.1. Fibras

El petróleo no sólo es una fuente de energía, sino que sus derivados tienen cada vez más usos en la vida moderna. Además de combustibles, del petróleo se obtienen fibras, plásticos, detergentes, medicamentos, colorantes y una amplia gama de productos de múltiples usos. Las fibras están formadas por moléculas de estructura alargada que forman largas cadenas muy estrechas que se enlazan unas con otras hasta formar hilos de un grosor inferior a 0.05 cm. Pueden ser de origen animal, como la lana o la seda, de origen vegetal, como el lino o el algodón, de origen mineral, como la fibra de vidrio o los hilos metálicos (que suelen llevar un núcleo de algodón) o de origen sintético, la mayoría de las cuales se obtienen a partir del petróleo.

La primera fibra sintética obtenida del petróleo fue el nailon, desarrollado en 1938 como sustituto de la seda (y durante la segunda guerra mundial se empleó en la elaboración de paracaídas) y que aún se emplea en la elaboración de prendas de vestir. Pero pronto aparecieron otras fibras sintéticas como el poliéster, la lycra o las fibras acrílicas.

Aunque la mayor parte de la producción de fibras derivadas del petróleo se emplea para elaborar tejidos y prendas de vestir, una parte significativa se ha desarrollado con fines específicos, como aislantes térmicos para los astronautas, tejidos antibalas para soldados y policías o trajes ignífugos para bomberos, y después han pasado a su uso en prendas de vestir cotidianas.

### 2.1.3.2. Plásticos

Los plásticos tienen una estructura molecular similar a las fibras, sólo que en su producción se permite que las largas cadenas que constituyen las moléculas se entremezclen, formando láminas, en lugar de hilos. Pueden ser de origen natural, como el hule o el caucho, pero los más importantes son los sintéticos, derivados del petróleo.

Los plásticos pueden moldearse con facilidad, son muy resistentes al ataque de productos químicos, impermeables, aislantes térmicos y eléctricos, y tenaces. Propiedades que los hacen muy útiles en la elaboración de recipientes, aislantes de cables eléctricos o para asas de utensilios de cocina.

Existen cientos de plásticos de características específicas y desarrollados para empleos particulares, pero muchos son muy corrientes. Entre estos, cabe destacar:

- **PVC.** El policloruro de vinilo, derivado del cloruro de vinilo ( $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ ) es rígido, impermeable y resistente a los agentes químicos, lo que lo hace ideal para la fabricación de tuberías, láminas y recubrimiento de suelos. Añadiéndole un plastificador, normalmente poliéster, se vuelve flexible, empleándose entonces como aislante en tendidos eléctricos y para fabricar envases de alimentos.



Imagen 22: PVC.

Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE

- **Teflón.** El politetrafluoretileno, derivado del tetrafluoretileno ( $\text{CF}_2=\text{CF}_2$ ) es muy resistente al calor, a la humedad y a los agentes químicos. Desarrollado inicialmente para la industria aeronáutica, sus propiedades lo han generalizado como recubrimiento en utensilios de cocina antiadherentes, de fácil limpieza.

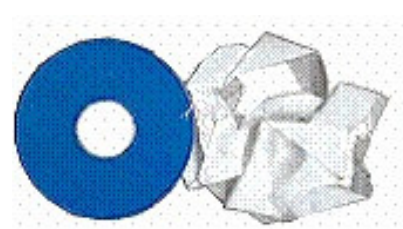


Imagen 23: Teflón,

Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE

### 2.1.3.3. Detergentes

Los detergentes o surfactantes son moléculas relativamente largas uno de cuyos extremos es soluble en agua y el otro soluble en grasas. En agua forman pequeñas micelas, esferas con la parte hidrófila hacia el exterior y con la parte hidrófoba en el interior de la esfera. Es en este interior donde se sitúan las grasas y se eliminan de las superficies y tejidos, consiguiendo la limpieza.

Los jabones son agentes surfactantes de origen natural, obtenidos a partir de aceites y grasas animales y vegetales. Cuando en la segunda guerra mundial se produjo una escasez de grasas para fabricar jabón, se desarrollaron los primeros detergentes, derivados del benceno. Estos primeros detergentes no se descomponían con facilidad, permaneciendo durante años en las aguas empleadas en el lavado. En la actualidad los detergentes empleados son biodegradables, de forma que los microorganismos los descomponen en poco tiempo, no contaminando las aguas. Puesto que el calcio en el agua disminuye las propiedades de los detergentes, estos suelen ir acompañados de agentes que eliminan el calcio, así como de espumantes, que son detergentes que, sin gran capacidad de limpieza, sí producen mucha espuma. Los detergentes empleados en la limpieza de vajillas suelen llevar protectores de la piel.



Imagen 24: Detergentes. Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE

Además de como agentes de limpieza, los detergentes se emplean en minería para facilitar la flotación de ganga o mena y separar el mineral útil de las rocas que lo acompañan.

### 2.1.3.4. Combustibles y asfaltos

Además de para la obtención de fibras, plásticos, detergentes, colorantes... del petróleo se extraen la mayor parte de los combustibles empleados en el transporte moderno y en la obtención de energía eléctrica. Formado a partir de plantas y microorganismos marinos primitivos, el petróleo se encuentra, junto con el gas natural, en yacimientos subterráneos. Es una mezcla compleja de hidrocarburos (compuestos de carbono e hidrógeno) que, antes de emplearse industrialmente, es refinado, proceso que consiste en una **destilación fraccionada** para separar los distintos componentes que lo forman.

Una vez separados los distintos componentes del petróleo, se destinan a las distintas industrias petroquímicas y, una parte muy importante, se convierte en combustibles como la gasolina y el gasóleo que se emplean no sólo como combustibles en los vehículos de combustión interna, automóviles, barcos o aviones, sino en las centrales térmicas, para la obtención de la electricidad. Así, de un barril de petróleo, que contiene 159 l, se obtienen unos 115 l de combustibles.



El asfalto es el componente residual del refinado del petróleo, empleándose como impermeabilizante y para la construcción de carreteras.

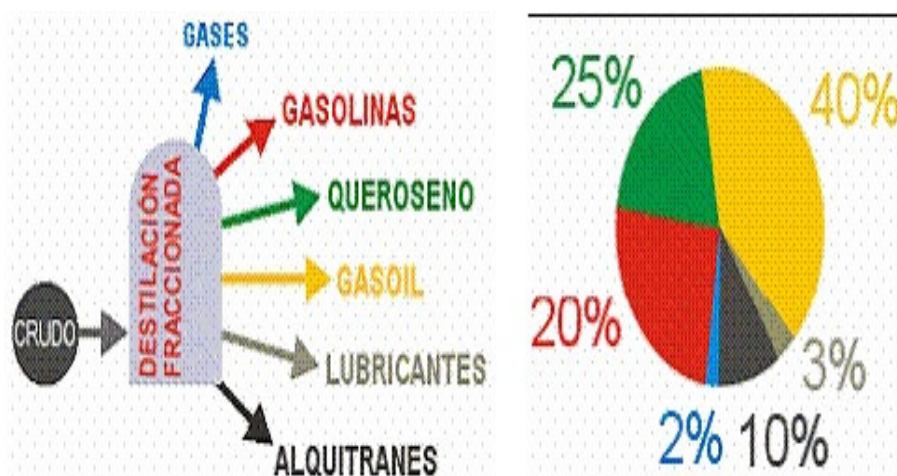


Imagen 25: Destilación fraccionada del petróleo. Fuente: Materiales virtuales ESPA LOE

### **Ejercicio 21**

Señala con una "X" en la columna de la izquierda cuál de los siguientes productos procede del petróleo:

|  |                      |
|--|----------------------|
|  | Plástico             |
|  | Algunos detergentes  |
|  | Algunos medicamentos |
|  | PVC                  |
|  | Teflón               |
|  | Combustibles         |
|  | Todos                |

### **3. Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)**

Investigación, desarrollo e innovación (habitualmente indicado por la expresión I+D+i o I+D+I) es un concepto de reciente aparición, en el contexto de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad; como superación del anterior concepto de investigación y desarrollo (I+D). Es el corazón de las tecnologías, de la información y comunicación.

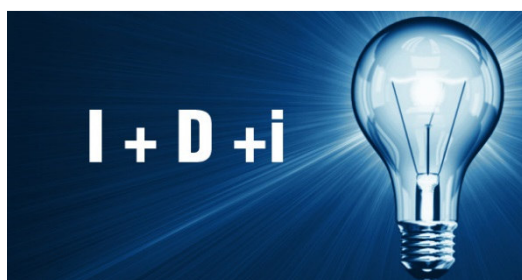


Imagen 26: I+D+i. Fuente: [femepa](#). Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida

En el siguiente vídeo podemos ver cómo funciona una empresa que se dedica a asesorar en materia de I+D+i desarrollando un plan de actuación que consiste, desde identificar el proyecto hasta cómo maximizar los beneficios fiscales.



Vídeo 1: SISTEMA DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN, LA UNIDAD DE I+D+i

Fuente: [Youtube](#).

<https://www.youtube.com/watch?v=Mym1jBm4st4>

### **3.1. Definición**

El desarrollo es un concepto que viene del sector económico, y la innovación e investigación vienen de la tecnología y la ciencia.

Mientras que el de desarrollo es un término proveniente del mundo de la economía, los de innovación e investigación provienen respectivamente del mundo de la tecnología y la ciencia.

Se ha definido la investigación como el hecho de invertir capital con objeto de obtener conocimiento, siendo la innovación invertir conocimiento para obtener ese capital, lo que marca muy claramente la ecuación de retorno de ciertas inversiones en investigación que una vez se convierten en innovación reportan grandes beneficios a la parte inversora, siendo los principales canales tanto de inversión como de repercusión en el crecimiento.

El nivel de potencia en I+D+i en un país se suele medir por el ratio entre la inversión realizada en I+D+i, el PIB, Separando claramente la inversión pública y privada en este área.

Casi el total de los países intentan, en la medida de lo posible, incrementar su actividad en I+D+i a través de subvenciones, préstamos bonificados, deducciones, etc, ya que estas inversiones se ven directamente reflejadas en el nivel competitivo del tejido empresarial y productivo de dicho país. Todas estas mejoras se ven repercutidas socialmente en forma de mejora en la calidad de vida, salud, etc. La secretaría de Estado de investigación, desarrollo e innovación del Ministerio de economía, industria y competitividad ha establecido un PLAN ESTATAL de Investigación Científica y Técnica y de Innovación a partir del 2013. En el diseño y elaboración del mismo, han participado las distintas unidades de la Administración General del Estado, los agentes sociales, los centros públicos de investigación y las Universidades, los centros tecnológicos y unidades de interfaz, las asociaciones empresariales, las plataformas tecnológicas existentes y expertos procedentes de la comunidad científica, técnica y empresarial, nacionales e internacionales, y ha contado además con la participación de las Comunidades Autónomas en la definición de los mecanismos de articulación y coordinación establecidos.

### **3.2. I+D+i Industria farmacéutica**

La elevada cualificación constituye un elemento clave del empleo en I+D de la industria farmacéutica: los titulados superiores (licenciados y doctores) han pasado de ser menos de dos tercios de la plantilla empleada en I+D en 2003 a suponer más de cuatro quintas partes en 2015.

La industria farmacéutica invirtió 1004 millones de euros en I+D en 2015. La principal partida del gasto (más de 494 millones) fue la dedicada a ensayos clínicos y se invirtieron más de 132 millones de euros en investigación básica.

De los 974 millones de euros invertidos en I+D, el 41% se dedicó a contratos de investigación con hospitales, universidades y centros públicos.

En el siguiente esquema tenemos una comparativa de los datos de las distintas comunidades.



Imagen 27: I+D Gastos extramuros industria farmaceutica 2012.  
Fuente: [farmaindustria](#). Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida

### 3.3. I+D+i Industria alimentaria

La preocupación por la salud que caracteriza la sociedad actual ha llevado a la industria alimentaria –el mayor sector industrial de España, con más del 16% del total de la producción– a lanzarse de lleno en la investigación de ese alimento que proporcione al ciudadano la posibilidad de eludir las enfermedades que tanto teme.

Tradicionalmente, la industria alimentaria española se ha mantenido al margen de la investigación. Sin embargo, desde hace una década, los esfuerzos en I+D+i no dejan de crecer. Un buen ejemplo de ello es el proyecto Senifood, centrado en la investigación industrial de dietas y alimentos con características específicas para las personas mayores. Cuenta con el apoyo del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial del Ministerio de Ciencia e Innovación (CDTI), y en él colaboran empresas productoras de ingredientes y empresas alimentarias. En total, los socios invertirán 24 millones en tres años.

Otro proyecto es Primer Diana. Seis empresas agroalimentarias y cinco centros de investigación de la Comunidad de Castilla y León se han unido para crear este proyecto, que tiene como objetivo global obtener antioxidantes naturales a partir de diferentes productos agroalimentarios (antioxidantes procedentes de la uva, de los cereales, del café o de las algas) y, a partir de ahí, estudiar el diseño de ingredientes a base de esos antioxidantes para su posterior aplicación en diferentes matrices alimentarias (productos cárnicos, lácteos, piensos para animales, pastas alimentarias, café, harinas, bebida y refrescos).

El crecimiento de la inversión en I+D+i es exponencial, gracias, fundamentalmente, a esa nueva familia de alimentos funcionales, elaborados no sólo por sus características nutricionales sino también para cumplir una función específica de mejora de la salud. Para ello se les agrega desde minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia hasta antioxidantes.

Existe, no obstante, una preocupación creciente desde finales del siglo pasado por parte de la comunidad científica tanto por las propiedades atribuidas a este tipo de alimentos como por las posibles consecuencias de incorporar determinados nutrientes en un alimento a largo plazo. Otra de las cuestiones a debate es, precisamente, si el refuerzo de los alimentos puede elevar la ingesta de los nutrientes en una cantidad mayor a la esperada. Las autoridades alimentarias y sanitarias de todo el mundo reclaman a los consumidores que el consumo de estos alimentos sea parte de una dieta equilibrada, y en ningún caso como un sustituto de ésta.



*Imagen 28: Investigación y desarrollo en la industria alimentaria.*

Fuente: [foodvac](#). Autor: foodVAC Manager. Licencia: Desconocida

### **3.4. I+D+i Industria química**

La INDUSTRIA QUÍMICA BÁSICA se encarga de elaborar productos químicos básicos que emplea como materia prima la industria química en general, de manera que estos compuestos básicos son transformados en otros productos químicos. Este subsector abarca un amplio abanico de productos de muy diferente naturaleza química y aplicaciones diversas.

Es importante subrayar que la heterogeneidad de la química española, generadora de miles de productos diferenciados que se hallan tanto al inicio de la cadena de valor de la práctica totalidad de los sectores (petroquímica, materias primas plásticas, gases industriales, agroquímica...) como directamente en mercados de consumo (farmaquímica, detergencia, cosmética, pinturas...), nos permite mantener una visión privilegiada, permitiendo orientar con mayor nitidez las líneas de investigación básica, la innovación aplicada y el desarrollo tecnológico.

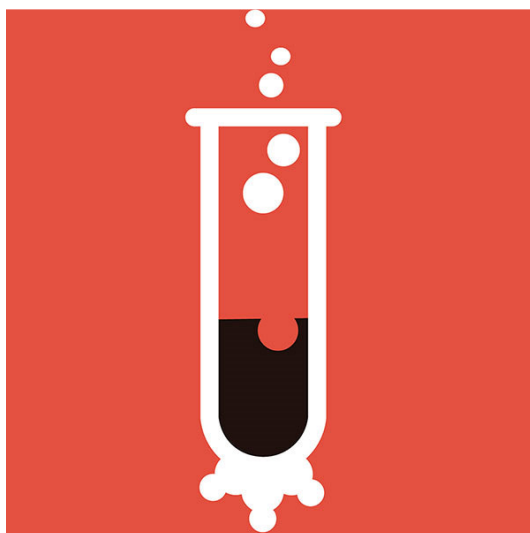
En diversos estudios con vista al futuro se pone de relieve que el sector químico será la industria manufacturera que mayor crecimiento experimente desde nuestros días hasta el año 2030. La causa de esta notable proyección se encuentra, esencialmente, en la capacidad innovadora que la química presenta y su intervención en toda la actividad productiva para ofrecer respuestas adecuadas tanto a las necesidades esenciales, como la salud, la alimentación o la disponibilidad de energía y agua, como a los sectores más avanzados, como la ingeniería, el transporte, la edificación o las

telecomunicaciones. Es decir, la química tendrá que proveer de medicamentos que sigan incrementando la esperanza y calidad de vida, de productos agroquímicos que multipliquen el rendimiento de los cultivos, de tecnologías para aumentar la producción y el consumo eficientes de agua y energía, de materiales y productos que mejoren el rendimiento y la sostenibilidad de todos los medios de transporte, de materiales innovadores y tecnologías que permitan desarrollar ciudades inteligentes, de nuevos soportes para almacenamiento y transmisión de datos.

Por lo que respecta al ámbito específico exclusivo de la innovación, las decisiones de inversión pertenecen a las empresas. En España, en concreto, el químico ha sido uno de los sectores más activos en este sentido, y de hecho es hoy el que más recursos destina la I+D+i, acumulando en sus empresas el 20% de las inversiones y el 24% de los investigadores del conjunto de la industria nacional.

Con el objetivo de propiciar la actividad innovadora de las empresas y con ello incrementar la participación de las empresas implantadas en España en el crecimiento previsto de la demanda global de productos químicos, se creó la Plataforma Tecnológica de Química Sostenible-SusChem España. Integrada por todos los agentes del sistema ciencia-tecnología-innovación relacionados con la química, SusChem España ha propiciado la cooperación entre empresas y centros públicos y privados de investigación, esencialmente en áreas tan relevantes para nuestro futuro como son la nanotecnología y los nuevos materiales, la biotecnología industrial, el diseño de nuevos procesos y la economía circular (alta eficiencia en el consumo de recursos), todo ello bajo el prisma de la sostenibilidad.

Las diferentes tendencias y necesidades de la I+D+i en el campo de la química en España, a medio y largo plazo, será ofrecer soluciones para incrementar la eficiencia y el almacenamiento energéticos, el rendimiento de las celdas fotovoltaicas, la producción de hidrógeno, el desarrollo de tecnologías de transporte económicamente viables, el uso de materias primas renovables, o el diseño de reacciones y procesos ecoeficientes, entre muchas otras.



*Imagen 29: Aprovechar el potencial de la Industria química.*

Fuente: [mas.lne](#). Autor: Jorge Martínez. Licencia: Desconocida



### 3.5. I+D+i Industria energética

El Plan Estratégico de Tecnologías Energéticas (SET Plan) es la referencia de las políticas en tecnologías energéticas en la Unión Europea. SET Plan es la planificación estratégica común para desarrollar una cartera de tecnologías menos costosas, más eficientes y más limpias, de baja emisión de carbono, a través de la investigación coordinada a nivel europeo. Europa está comprometida en la creación de la Unión de la Energía, que tiene como objetivos contribuir al crecimiento económico, mejorar la seguridad energética de Europa y luchar contra el cambio climático. La Unión de la Energía debe construirse en base a la transformación del sistema energético europeo atendiendo a criterios de eficiencia económica y reducción de costes. Para ello, es necesaria una transición hacia sistemas de abastecimiento energético más inteligentes, más flexibles, más sostenibles, más descentralizados, más integrados, más seguros y competitivos. Es necesario que tanto productores como distribuidores innoven en la forma en que se produce, transporta, se suministra y se prestan servicios a los consumidores. Esta transformación colocará a los consumidores como centro del sistema y es clave para el desarrollo de la competitividad de la industria europea.

De acuerdo con lo anterior, se han identificado las siguientes líneas de acción para llevar a cabo la transformación: energías renovables, un sistema energético más inteligente centrado en el consumidor, eficiencia energética y sistemas de transporte más sostenibles.



*Imagen 30: SET-Plan. Fuente: [Secretaría del estado de investigación desarrollo e innovación](#). Autor: Desconocido. Licencia: Desconocida*