

4. CAMBIOS QUÍMICOS

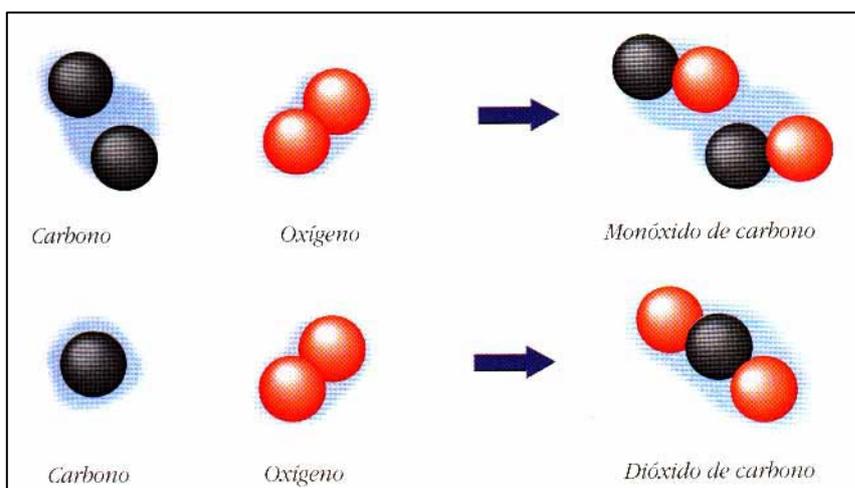
4.1. REACTIVIDAD QUÍMICA.

Las reacciones químicas se conocen desde la antigüedad: *unas sustancias son capaces de transformarse en otras sustancias diferentes*. De esa manera, se obtuvieron los metales en la prehistoria y se fabricó el ácido sulfúrico en la Edad Media, sustancias que no existen en su estado natural.

Suelen representarse poniendo a la izquierda las sustancias que hay al principio, después se pone una flecha y por última las nuevas sustancias que se forman.

Una “**reacción química**” no es otra cosa que una recombinación de átomos para formar moléculas nuevas.

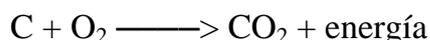
Observa en el esquema siguiente de la reacción de formación del dióxido de carbono, que para que tenga lugar dicha reacción tiene que producirse una ruptura de los enlaces existentes que unen los dos átomos de las moléculas de oxígeno (O_2), formándose simultáneamente unos nuevos enlaces, los que existen en la molécula de CO_2 .



Reacciones químicas según Dalton

¿Por qué se produce una reacción química?.

En la vida práctica observamos que algunas reacciones se producen espontáneamente, y que este proceso va acompañado de un desprendimiento de energía en forma de calor. Son las reacciones químicas “**exotérmicas**”, es decir, reacciones **que desprenden energía**. Así, por ejemplo, en la combustión del carbono (C) se produce un fuerte desprendimiento de energía.



Podemos afirmar que en todo proceso químico se tiende a alcanzar aquel estado en el que la energía acumulada por las sustancias sea la menor posible. Es lo que conocemos como Principio de mínima energía.

Es posible, sin embargo, reacciones en las que la energía acumulada en los productos sea mayor que la de los reactivos. Son las llamadas reacciones “**endotérmicas**”, y para que se produzcan es necesario **aportar continuamente energía** desde el exterior. Los productos en este caso son más inestables que los reactivos.

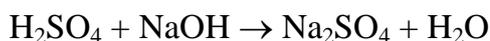
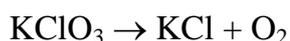
Ejemplos de reacciones químicas:

monóxido de carbono + oxígeno → dióxido de carbono

clorato de potasio → cloruro de potasio + oxígeno

ácido sulfúrico + hidróxido de sodio → sulfato de sodio + agua

Aunque lo normal es escribir las fórmulas en vez de los nombres en vez de los nombres de las sustancias. Así las reacciones anteriores se escribirán:



4.1.1. Reactivos y productos.

En toda reacción química se denomina:

- **Reactivos** a las sustancias que intervienen en una reacción.

- **Productos** a las sustancias que se obtienen de ella.

Actividad A: Pon ejemplos de reacciones químicas que conozcas indicando cuales son los reactivos y cuales los productos.

4.2. AJUSTE DE REACCIONES QUÍMICAS.

Como hemos visto en el apartado anterior, una reacción química no es otra cosa que una recombinación de átomos para formar moléculas nuevas. Sin embargo, hay un detalle que hay que tener en cuenta: dicha transformación debe ser acorde con el principio de conservación de la masa de Lavoisier **El número de átomos de cada elemento debe ser, pues, el mismo antes y después de la reacción.** Como la “fórmula” de un elemento o compuesto es **invariable**, suele ser necesario, tal y como se aprecia en la reacción de formación del agua (H_2O), que intervengan más de una molécula de uno o de más reactivos y que se formen, asimismo, más de una molécula de alguno de los productos. Diremos que una reacción química está ajustada cuando en ambos miembros existe el mismo número de átomos de cada elemento.

Pues bien, **el número mínimo de moléculas**, ya sean reactivos o productos, **se pone delante de la fórmula de cada sustancia en las reacciones ajustadas** y se llaman “**coeficientes estequiométricos**” (no confundir con los subíndices que indican el nº de átomos de un elemento que existe en cada molécula).

- *Es muy importante tener en cuenta que en el proceso de ajuste **NO SE PUEDE VARIAR LAS FÓRMULAS DE LAS MOLÉCULAS**, pues eso significaría variar las sustancias que intervienen en la reacción.*

Ejemplo:

Ajustar la siguiente reacción: $PbO + C \longrightarrow CO_2 + Pb$

La ecuación anterior no está ajustada, puesto que en el segundo miembro hay 2 átomos de oxígeno (O), mientras que en el primero hay solamente 1. Este es uno de los problemas que debemos afrontar para lograr el ajuste de reacciones.

En la reacción química anterior es fácil ver que para poder formar 1 molécula de CO_2 (que tiene 2 átomos de O) es necesario como mínimo la reacción de 2 moléculas de PbO (ya que es el óxido de Plomo la única molécula que aporta átomos de O). Lógicamente, con 2 moléculas de PbO también tendremos 2 átomos de Plomo (Pb).

Un buen método consiste en ajustar al final los átomos que en alguno de los miembros formen elementos.

El ejemplo anterior ajustado quedaría:



Como ves, los coeficientes estequiométricos expresan el número mínimo de moléculas de éstos que debe haber para que se pueda producir la reacción (no confundir con los subíndices que expresan el número de átomo de ese tipo que hay en cada molécula).

Otro ejemplo:

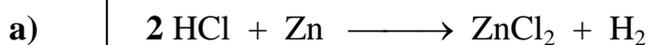
Ajusta la siguiente ecuación química: $CS_2 + Cl_2 \longrightarrow CCl_4 + S_2Cl_2$

Dejaremos el Cloro (Cl) para el final pues en el primer miembro se encuentra formando un elemento (Cl_2). Vemos como, tanto el Carbono (C) como el Azufre (S), están ajustados pues con 1 única molécula de cada tipo ya hay el mismo número de átomos de los mismos en el primer y en el segundo miembro. Sin embargo, existen 2 átomos de Cloro en 1 molécula mientras que en el segundo miembro existen en total 6 átomos de Cl (4 en el CCl_4 y 2 en el S_2Cl_2). Basta coger 3 moléculas de Cl_2 para obtener los 6 átomos requeridos en el segundo miembro. La ecuación ajustada quedaría:

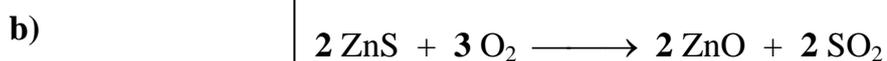


Y otro ejemplo más:

Ajusta las siguientes reacciones químicas: **a)** reacción entre el ácido clorhídrico (HCl) y el cinc (Zn) para formar cloruro de cinc (ZnCl₂) e hidrógeno (H₂); **b)** reacción de tostación entre el sulfuro de cinc (ZnS) y el oxígeno (O₂) para dar óxido de cinc (ZnO) y dióxido de azufre (SO₂).



Para formar una molécula de hidrógeno (H₂), son necesarios dos átomos de hidrógeno. Como cada molécula de ácido clorhídrico (HCl) sólo aporta un sólo átomo, son necesarias al menos dos moléculas de HCl, que además aportan los dos átomos de cloro necesarios para formar una molécula de cloruro de cinc (ZnCl₂).



A pesar de que tanto el cinc (Zn) como el azufre (S) están ajustados poniendo una sola molécula de ZnS, el número de átomos de oxígeno total que deben formarse en los productos resultaría tres, imposible de obtener partiendo de moléculas de oxígeno (O₂) con dos átomos. Por eso, es necesario poner un número par de moléculas tanto de ZnO como de SO₂ (con lo que también es necesario doblar el número de moléculas de ZnS). De este modo, se formarán seis átomos de oxígeno (dos en 2 moléculas de ZnO, y cuatro en 2 moléculas de SO₂), que pueden obtenerse a partir de tres moléculas de oxígeno (O₂).

Actividad B: Ajusta las reacciones químicas anteriores:



Actividad C: Ajusta las siguientes reacciones químicas:



b) reactivos: metano y oxígeno; productos: dióxido de carbono y agua.



Haz en el cuaderno los ejercicios 1 al 4.

4.3. CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS

Una vez que tenemos ajustadas las reacciones químicas, la proporción de moléculas de reactivos y productos es la misma que la proporción en moles. Por dicha razón, conociendo la cantidad de moles de un reactivo o producto es posible conocer la cantidad de moles de los demás reactivos o productos.

4.3.1. Cálculos con moles.

Ejemplo

Sea la reacción ajustada: $2 \text{ZnS} + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ZnO} + 2 \text{SO}_2$.

¿Cuántos moles de O_2 reaccionarán con 10 moles de ZnS y cuántos moles de ZnO y SO_2 se formarán?

Significa que cada 2 moléculas de ZnS reaccionarán con 3 moléculas de O_2 y se formarán 2 moléculas de ZnO y 2 moléculas de SO_2 . Si multiplicamos a todo por número de Avogadro tendremos que cada 2 moles de ZnS reaccionarán con 3 moles de O_2 y se formarán 2 moles de ZnO y 2 moles de SO_2 .

$$\frac{2 \text{ moles ZnS}}{10 \text{ moles ZnS}} = \frac{3 \text{ moles O}_2}{n(\text{O}_2)} = \frac{2 \text{ moles ZnO}}{n(\text{ZnO})} = \frac{2 \text{ moles SO}_2}{n(\text{SO}_2)}$$

Se obtienen tres proporciones que permiten calcular $n(\text{O}_2)$, $n(\text{ZnO})$ y $n(\text{SO}_2)$:

$$n(\text{O}_2) = \frac{3 \text{ moles O}_2 \cdot 10 \text{ moles ZnS}}{2 \text{ moles ZnS}} = \mathbf{15 \text{ moles O}_2}$$

$$n(\text{ZnO}) = \frac{2 \text{ moles ZnO} \cdot 10 \text{ moles ZnS}}{2 \text{ moles ZnS}} = \mathbf{10 \text{ moles ZnO}}$$

$$n(\text{SO}_2) = \frac{2 \text{ moles SO}_2 \cdot 10 \text{ moles ZnS}}{2 \text{ moles ZnS}} = \mathbf{10 \text{ moles SO}_2}$$

Actividad D: ¿Cuántos moles de hidrógeno (H₂) reaccionarán con 5 moles de oxígeno (O₂) y cuántos moles de agua se formarán?

4.3.2. Conservación de la masa. Cálculos con gramos.

Recordando que 1 mol equivale a la masa molecular de una sustancia expresada en gramos, podemos calcular las masas de cualquier reactivo o producto que reacciona o se obtiene a partir de otra cantidad de otro reactivo o producto.

Es fácil comprobar que la masa total de todos los reactivos es igual a la masa total de los productos de la reacción. Es lo que se conoce como Ley de conservación de la masa o ley de Lavoisier.

Ejemplo

Sea la misma reacción ajustada: $2 \text{ZnS} + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{ZnO} + 2 \text{SO}_2$.

¿Cuántos gramos ZnS reaccionarán con 40 gramos de O₂ y cuántos gramos de ZnO y SO₂ se formarán?

La masa de 2 moles de ZnS será: $m = n \cdot M = 2 \text{ mol} \cdot 97,5 \text{ g/mol} = 195 \text{ g}$.
Igualmente, la masa de 3 moles de O₂: $m = 3 \text{ mol} \cdot 32 \text{ g/mol} = 96 \text{ g}$
y 2 moles de ZnO equivalen a: $m = 2 \text{ mol} \cdot 81,4 \text{ g/mol} = 162,8 \text{ g}$
y 2 moles de SO₂ equivalen a: $m = 2 \text{ mol} \cdot 64,1 \text{ g/mol} = 128,2 \text{ g}$

$$\frac{195 \text{ g ZnS}}{m(\text{ZnS})} = \frac{96 \text{ g O}_2}{40 \text{ g O}_2} = \frac{162,8 \text{ g ZnO}}{m(\text{ZnO})} = \frac{128,2 \text{ g SO}_2}{m(\text{SO}_2)}$$

Se obtienen tres proporciones que permiten calcular las masas de ZnS, ZnO y SO₂:

$$m(\text{ZnS}) = \frac{195 \text{ g ZnS} \cdot 40 \text{ g O}_2}{96 \text{ g O}_2} = \mathbf{81,25 \text{ g ZnS}}$$

$$m(\text{ZnO}) = \frac{162,8 \text{ g ZnO} \cdot 40 \text{ g O}_2}{96 \text{ g O}_2} = \mathbf{67,8 \text{ g ZnO}}$$

$$m(\text{SO}_2) = \frac{128,2 \text{ g SO}_2 \cdot 40 \text{ g O}_2}{96 \text{ g O}_2} = \mathbf{53,3 \text{ g SO}_2}$$

Actividad E: ¿Cuántos gramos de hidrógeno (H_2) reaccionarán con 12 gramos de nitrógeno (N_2) y cuántos gramos de amoníaco se formarán?

 Haz en el cuaderno los ejercicios del 5 al 10.

AUTOEVALUACIÓN.

- B-1.** En las reacciones: **a)** $\text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$; **b)** $\text{NaOH} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{NaCl} + \text{Fe}(\text{OH})_3$, ¿cuáles son los reactivos y cuales los productos? Nómbralos.
- B-2.** Ajusta las reacciones químicas anteriores.
- B-3.** El óxido de hierro (III) (Fe_2O_3) puede obtenerse por la reacción entre el hierro metálico (Fe) y el oxígeno (O_2). **a)** Haz un esquema de la reacción química poniendo los nombres de reactivos y productos. **b)** Ajusta la reacción bien haciendo otro esquema de la misma al estilo de Dalton (usando bolas) o bien usando coeficientes.
- B-4.** En la reacción de combustión del propano (C_3H_8) en la que se precisa oxígeno se desprenden dióxido de carbono y vapor de agua. **a)** ¿Qué sustancias son los reactivos y cuales los productos? **b)** Haz un esquema de la reacción. **c)** Si por cada 44 g de propano se precisan exactamente 160 g de oxígeno y se forman 132 g de dióxido de carbono, ¿qué cantidad de vapor de agua se desprenderá? **d)** ¿Cuántos moles de oxígeno se necesitará para quemar 11 g de propano, y qué volumen de dióxido de carbono en condiciones normales y qué masa de agua se desprenderán?

B-5. Si en la reacción de corrosión del cinc por medio del ácido clorhídrico se consumen 73 g de ácido clorhídrico por cada 65,4 g de cinc, produciéndose 136,4 g de cloruro de cinc, ¿se producirá algún otro producto? ¿qué masa?

B-6. Completa la siguiente tabla indicando de donde sacas los resultados:

Reactivos		Productos
Masa magnesio (g)	Masa oxígeno(g)	Masa óxido de magnesio (g)
24,3		40,3
	4,0	
10,0		

Ejercicios para casa.

- En la reacción de combustión de la glucosa ($C_6H_{12}O_6$) en nuestro organismo se forma dióxido de carbono y agua. Escribe el esquema de la reacción especificando cuáles son los reactivos y cuáles los productos.
- Ajusta las siguientes reacciones químicas:
 - $N_2 + H_2 \longrightarrow NH_3$
 - $CO + O_2 \longrightarrow CO_2$.
- Ajusta las siguientes reacciones químicas:
 - $HCl + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCl_2 + H_2O$
 - $Cr_2O_3 + Al \longrightarrow Al_2O_3 + Cr$.
- Explica cuales de las siguientes ecuaciones químicas están correctamente ajustadas y ajusta las que no estén:
 - $KClO_3 \longrightarrow KCl + 2 O_2$
 - $3 HNO_3 + Fe \longrightarrow Fe(NO_3)_3 + H_2$
 - $H_2S + 2 HNO_3 \rightarrow S + 2 NO_2 + 2 H_2O$
 - $Cu + 2H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + 2 H_2O$
- ¿Cuántos moles de O_2 reaccionarán con 7 moles de SO_2 y cuántos moles de SO_3 se formarán?
- ¿Cuántos moles de hidróxido de calcio reaccionarán con 20 g de HCl y qué masa de cloruro de calcio y de agua se formará?
- ¿Qué masa de hidróxido de sodio reaccionará con 20 ml de una disolución 0,2 M de ácido sulfúrico para formar sulfato de sodio y agua?
- ¿Qué masa de nitrato de plomo (II) reaccionará exactamente con 1,7 moles de yoduro de potasio y qué masa y cuántos moles de yoduro de plomo se formarán?
- Dada la reacción del ejercicio 4c,
 - ¿qué masa de ácido nítrico reaccionará con 3,5 moles de H_2S ?
 - ¿Qué masa de azufre obtendremos?
- En la combustión del metano se produce dióxido de carbono y vapor de agua,
 - ¿Cuántos moles de oxígeno serán necesarios para quemar 100 g de metano?
 - ¿Qué masa de agua se formará?