

KClO_3 = Clorato de potasio.

KCl = Cloruro de potasio.

O_2 = Oxígeno gaseoso.

2. La reacción puede escribirse así:



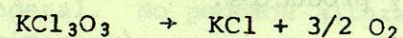
Los átomos del potasio y los átomos de cloro están ajustados, pero hay tres moles de átomos de oxígeno como reactivos y solo dos moles como producto. El mínimo común múltiplo de 3 y 2 es 6. Por lo tanto, multipliquemos los átomos del oxígeno reactivo por 2 y los átomos del oxígeno producido por 3.



Ahora sí están ajustados los átomos de oxígeno, pero están desajustados los átomos del potasio y cloro reactivos y los átomos de potasio y de cloro del producto KCl multiplicando por 2 el KCl , tendríamos:



o podríamos escribir esta ecuación de la siguiente manera:



Porque los coeficientes indican simplemente la proporción ($3/2$ de mol de oxígeno gaseoso es lo indicado aquí, no $3/2$ de la molécula de oxígeno) en que aparecen los moles de los reactivos y de los productos. Si examinamos las dos ecuaciones, nos daremos cuenta que las reacciones son las mismas.

Ejemplo. Representa la ecuación química balanceada para la combustión completa del benceno en presencia de aire, con formación de dióxido de carbono y vapor de agua.

1. Las fórmulas para los reactivos son:

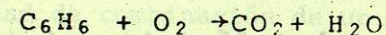
C_6H_6 = Benceno.

O_2 = Oxígeno gaseoso.

CO_2 = Dióxido de carbono.

H_2O = Vapor de agua.

2. Escribir la reacción.

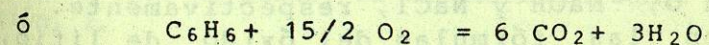
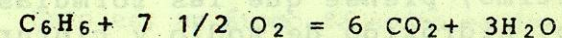


Tenemos 6 moles de átomos de carbono, C_6 y 6 moles de átomos de hidrógeno, H_6 en un mol de benceno reactivo C_6H_6 . Por lo tanto, debe haber 6 moles de átomos de dióxido de carbono para explicar la presencia de los seis moles de átomos de carbono y tres moles de vapor para los seis moles de átomos de hidrógeno, esto es:

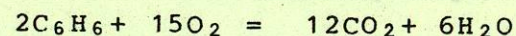


Para formar seis moles de dióxido de carbono y tres moles de vapor, se requiere un total de quince moles de átomos de oxígeno como reactivos. Se tienen doce moles de átomos de oxígeno en 6CO_2 y tres moles de átomos de oxígeno en $3 \text{H}_2\text{O}$.

Como el elemento oxígeno es diatómico, deberíamos de representarlo así:



o multiplicando por 2:



5-13 INTERPRETACIÓN DE VALENCIA.

Observemos a las fórmulas mínimas para el óxido, el hidróxido y el cloruro de aluminio; Al_2O_3 , $Al(OH)_3$ y $AlCl_3$ respectivamente. Y, ¿qué sabemos sobre el óxido, el hidróxido y el cloruro de hierro? Sus fórmulas son Fe_2O_3 , $Fe(OH)_3$ y $FeCl_3$. Si decimos que la fórmula del óxido de galio es Ga_2O_3 , ¿qué fórmulas podríamos predecir para el hidróxido de galio y cloruro de galio? Las fórmulas correctas son: $Ga(OH)_3$ y $GaCl_3$.

Examine las fórmulas para el óxido, el hidróxido y el cloruro de magnesio: MgO , $Mg(OH)_2$ y $MgCl_2$; como la fórmula del hidróxido de cinc $Zn(OH)_2$, ¿qué fórmulas serían las correctas para el óxido y cloruro de cinc? Si las respuestas son ZnO y $ZnCl_2$ está correcto. Esto es, si el $Zn(OH)_2$ es parecido en su fórmula al $Mg(OH)_2$, entonces, el ZnO , el MgO , el $ZnCl$ y $MgCl_2$, probablemente tienen fórmulas parecidas.

Por último, piense que las fórmulas del óxido de sodio, hidróxido de sodio y cloruro de sodio, son Na_2O , $NaOH$ y $NaCl$, respectivamente. ¿Cuáles son las fórmulas del óxido de litio,

hidróxido de litio, si el cloruro de litio es $LiCl$? Otra vez la lógica pide que las fórmulas correctas sean Li_2O y $LiOH$.

¿Cómo podemos expresar las regularidades expresadas? Podemos decir que la capacidad de combinación química del aluminio, del hierro y del galio son las mismas en los compuestos dados. La capacidad de combinación del magnesio y del cinc son las mismas y también lo son las del sodio y litio en los compuestos antes mencionados. Observe también que la capacidad de combinación del cloro en los cloruros y del grupo hidróxilo en los hidróxidos, son también las mismas.

La capacidad de combinación de un elemento en un compuesto se llama valencia del elemento. El conocimiento de las valencias será básico para poder escribir correctamente las fórmulas de los compuestos.

Para poder emplear adecuadamente las valencias en la escritura de fórmulas, es necesario establecer arbitrariamente valores numéricos para esas valencias.

El esquema de estos valores numéricos fue establecido por los químicos en el siglo XIX y está basado en la siguiente definición: *la valencia de un elemento es el número de átomos de hidrógeno que equivalen a un átomo de ese elemento.* Algunos ejemplos servirán para aclarar esto. Examine con cuidado los compuestos siguientes: HCl , H_2O , Na_2O , $FeCl_3$, en el caso del cloruro de hidrógeno, HCl , y del agua H_2O , la definición de valencia nos indica directamente un valor de 1 para el cloro en el HCl y 2 para el oxígeno en el H_2O .

Para el sodio en el Na_2O , vemos cómo el átomo de oxígeno es equivalente a dos hidrógenos (de H_2O) entonces, indirectamente, dos átomos de sodio son equivalentes a dos átomos de hidrógeno. Esto es, un átomo de sodio equivale a uno de hidrógeno: por lo tanto, la valencia del sodio es, por definición, 1.

Para el hierro, en el $FeCl_3$, puesto que los tres átomos de cloro son equivalentes a tres átomos de hidrógeno (de HCl),

un átomo de hierro debe ser equivalente a tres de hidrógeno y la valencia del hierro en el FeCl_3 , por definición será 3.

Consideremos algunos hechos sobre los compuestos antes de escribir las fórmulas químicas basadas en las valencias. La mayoría de los compuestos químicos se componen de dos tipos de elementos o grupos de elementos. Cada uno de los *compuestos binarios* más sencillos consta de un átomo metálico combinado con un átomo no metálico. Ejemplo de este tipo de compuestos son: FeS , NaCl , Al_2O_3 y Zn_3N_2 ; aunque el hidrógeno es un elemento no metálico actúa como un metal en muchos compuestos.

Existen muchos compuestos en los que se combinan átomos metálicos con un grupo de átomos no metálicos. Estas sales se producen cuando reaccionan ácidos y bases que contienen oxígeno. El grupo de átomos no metálicos en este compuesto proviene del ácido. Algunos ácidos que producen estos grupos son: el ácido nítrico HNO_3 , el ácido sulfúrico H_2SO_4 y el ácido carbónico H_2CO_3 . El (NO_3) que proviene del HNO_3 se comporta muy a menudo como una unidad química llamada *grupo nitrato* y se le encuentra en las sales como NaNO_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ y $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$; todas llamadas nitratos. Observe que el grupo (NO_3) en el $\text{H}(\text{NO}_3)$ es equivalente a un átomo de hidrógeno; por lo tanto, su valencia es -1. El grupo (SO_4) o *sulfato* y el grupo (CO_3) o *carbonato* pueden considerarse de la misma manera.

A los grupos de átomos como (NO_3) , (SO_4) , (CO_3) y (HCO_3) a menudo se les llama *radical o radicales ácidos*. Todos estos radicales se comportan como no metales. El único que parece actuar como metal en los compuestos, es el (NH) o grupo *amonio*.

5-14 FORMA DE ESCRIBIR CORRECTAMENTE UNA FÓRMULA QUÍMICA.

En la tabla 5-1 se presenta una lista de valencias de los metales comunes junto con las valencias de los no metales

TABLA 5-1. Valencias comunes importantes.

Monovalente (I)	Divalente (II)	Trivalente (III)
amonio (NH)	bario Ba	aluminio Al
hidrógeno H	calcio Ca	antimonio (III) Sb
cobre (I) o cuproso Cu	cobre (II) o cúprico Cu	arsénico (III) As
litio Li	hierro (II) o ferroso Fe	romo (III) Cr
potasio K	plomo (II) o plumboso Pb	hierro (III) o férrico Fe
plata Ag	magnesio Mg	
sodio Na	mercurio (I) o mercurioso (Hg) *	
	mercurio (II) o mercúrico (Hg)	
	estaño (II) o estañoso Sn	
	zinc Zn	

TABLA . Valencias comunes importantes. (Continuación).

Monovalente (I)	Divalente (II)	Trivalente (III)
acetato (del ác. (C_2O_2) acético	carbonato (del ác. (CO_3) carbónico)	arseniato (del (AsO_4) ác. arsénico)
bromo (en bromuros)	cromato (del ác. (CrO_4) crómico)	nitrógeno (en (N) nitruros)
clorato (del ác. (ClO_3) rico)	dicromato (del ác. (Cr_2O_7) dicrómico)	fosfato (del ác. (PO_4) fosfórico)
cloro (en cloruros)	fosfato monohidró (HPO_4) geno (del ác. fos (P) fórico)	fósforo (en fos (P) furos)
cianuro (del ác. cian (CN) hídrico)	oxalato (del ác. (C_2O_4) oxálico)	
fosfato dihidrógeno (H_2PO_4) (del ác. fosfórico)	oxígeno (en óxi-- (O) dos)	
flúro (en fluoruros)	oxígeno (en per-- (O_2) óxidos)	
carbonato hidrógeno (HCO_3) (del ác. carbónico también llamado bicar (HCO_3) bonato)	sulfato (del ác. (SO_4) sulfúrico)	
sulfato hidrógeno (HSO_4) (del ác. sulfúrico, también llamado bisul (HSO_4) fato)		
oxhidrilo [del agua (OH) como $H(OH)$]		

TABLA . Valencias comunes importantes. (Continuación).

Monovalente (I)	Divalente (II)	Trivalente (III)
yodo (en yoduros)	sulfito (del ác. (SO_3) sulfuroso)	
nitrato (del ác. (NO_3) nítrico)	azufre (en sul- (S) furos)	
nitrito (del ác. (NO_2) nitroso)		
permanganato (del (MnO_4) ác. permangánico)		

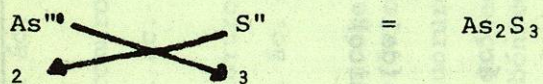
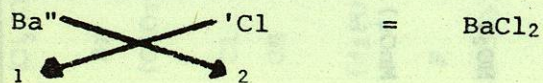
* Los compuestos de mercurio (I) contienen dos átomos de mercurio que juntos, actúan con una valencia de 2- v.gr., el cloruro de mercurio (I), Hg_2Cl_2 ; el nitrato de mercurio (I), $Hg_2(NO_3)_2$ y cromato de mercurio (I), Hg_2CrO_4 . Los compuestos correspondientes al mercurio (II) son $HgCl_2$, $Hg(NO_3)_2$ y $HgCrO_4$.

y radicales ácidos ordinarios.

- 1.- Escriba el símbolo de la parte del elemento metálico y, a continuación, el símbolo de la parte del elemento no metálico o radical ácido del compuesto. Incluye a los números de valencia para cada especie. Estos deberán escribirse con *números romanos* en la parte superior derecha de los símbolos; es decir, como exponentes Mg "0".
- 2.- Si las valencias son iguales, no se ponen subíndices. Entonces la fórmula mínima del compuesto representará una relación atómica o de radical 1:1 Mg "0" = MgO.
- 3.- Si las valencias son desiguales, entonces se necesitarán *subíndices en números arábigos* para igualar las capacidades de combinación. La forma de hacerlo es poner como subíndice en el símbolo de una parte del compuesto, el número de valencia del símbolo de la otra parte del compuesto. Las flechas cruzadas muestran la derivación de los subíndices, nunca se escribe el subíndice.

En la fórmula final.

Ejemplo:



Ejercicios: Escriba las fórmulas correctas al unirse los siguientes radicales:

Sodio Na⁺

Cobre Cu⁺⁺

Aluminio Al⁺⁺⁺

Potasio K⁺

Magnesio Mg⁺⁺

Litio Li⁺

Antimonio Sb⁺⁺⁺

Carbonato CO ₃	Cloro Cl ⁻	Bicarbonato HCO ₃ ⁻	Fosfato PO ₄ ⁼	Dicromato Cr ₂ O ₇ ⁼	Arseniato AsO ₄ ⁼
Na ₂ CO ₃					
		KHCO ₃			
					SbAsO ₄

Na₂CO₃ = Carbonato de sodio.
 KHCO₃ = Bicarbonato de potasio.
 SbAsO₄ = Arseniato de antimonio.