



ce
pre
UNI

Química

Estequiometría IV

CICLO
Preuniversitario

2024-I



Ley de Proust

"Cualquier compuesto químico puro está formado de sus elementos constituyentes en proporciones definidas e invariables en masa".

Así, para un compuesto A_xB_y se cumple:

$$\frac{mA}{mB} = k$$

k es constante,
independiente del
origen del
compuesto.

Ejemplos:

$$\text{CO} \rightarrow \frac{mO}{m_C} = \frac{16}{12} = \frac{4}{3}$$

$$\text{CO}_2 \rightarrow \frac{mO}{m_C} = \frac{32}{12} = \frac{8}{3}$$

Composición centesimal o porcentual (CC)

Según la ley de Proust, en todo compuesto, cada elemento participa con porcentaje en masa definido, constante e invariable.

Ejemplo:

Determine la composición centesimal del H_2O .

$$\bar{M}(H_2O) = 18 \text{ g/mol}$$

$$\%O = \frac{m_O}{m_{H_2O}} \times 100 = \frac{16 \text{ g}}{18 \text{ g}} \times 100 = 88,89\%$$

$$\%H = \frac{m_H}{m_{H_2O}} \times 100 = \frac{2 \text{ g}}{18 \text{ g}} \times 100 = 11,11\%$$

$\therefore$ CC del H_2O es: $H = 11,11\%$ y $O = 88,89\%$

PREGUNTA 01

El sulfato de sodio se usa como aditivo en baterías automotrices para evitar cortocircuitos durante la descarga profunda, debido a la concentración reducida de iones de plomo causada por la mayor cantidad de iones de sulfato. Determine la composición porcentual del sulfato de sodio.

$\bar{A}r : O = 16, Na = 23, S = 32$

- A) $Na=32,40; S=22,54; O=45,06$
- B) $Na=32,40; S=20,54; O=47,06$
- C) $Na=31,40; S=23,54; O=45,06$
- D) $Na=33,40; S=22,54; O=44,06$
- E) $Na=32,40; S=21,54; O=46,06$

Rpta: A

PREGUNTA 02

Un químico analiza 20 g de una muestra impura que contiene sulfato de cobre(II) pentahidratado y encuentra que presenta 3,6 g de cobre. Considerando que la parte impura no presenta cobre. ¿Cuál es la impureza (en porcentaje) de la muestra?

$\bar{A}r$: H=1; O=16; S=32; Cu=63,5

- A) 20,2
- B) 23,5
- C) 25,2
- D) 28,4
- E) 29,3

ce
pre
UNI**Rpta: E**

PREGUNTA 03

Al analizar cierta cantidad de guano fertilizante, se encontró que contenía 9% de nitrógeno, 6% de fósforo y 2% de potasio. Suponiendo que todo el fósforo está en forma de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ y que no hay disponibles otras fuentes de calcio, ¿cuál es el porcentaje de calcio en este lote de guano?

Datos, $\bar{A}r$: Ca=40; P=31; O=16

- A) 11,6
- B) 12,4
- C) 18,7
- D) 21,2
- E) 23,6

Rpta: A

Fórmula empírica (FE)

Es la fórmula sencilla o mínima de un compuesto y representa la relación mínima entera entre los diferentes elementos que lo conforman. Puede representar a más de un compuesto.

Procedimiento para determinar la FE:

1. Obtener el número de moles de los diferentes elementos, dividiendo la masa de cada elemento entre su masa molar.
2. Obtener la relación entre los elementos que la componen, dividiendo los moles calculados entre el menor valor obtenido.
3. Si la relación no resulta un número entero, multiplicar por el menor número entero posible.
4. Obtener número enteros o que se aproximen éstos en $\pm 0,1$.

PREGUNTA 04

Un óxido de hierro contiene 70 % del metal, determine la fórmula empírica del compuesto.

$\bar{A}r$: O=16; Fe=56

- A) FeO
- B) Fe₂O₃
- C) Fe₃O₄
- D) FeO₃
- E) FeO₂



ce
pre
UNI

Rpta: B

PREGUNTA 05

Un compuesto contiene 21,2 % de potasio, 51,6 % de osmio, 26,1 % de oxígeno y 1,1 % de hidrógeno ¿Cuál es la fórmula más simple del compuesto?

$\bar{A}r$: H=1; O=16; K=39; Os=190

- A) KO_3OsH_3
- B) $\text{KO}_2\text{Os}_2\text{H}_4$
- C) $\text{K}_2\text{OsO}_6\text{H}_4$
- D) $\text{K}_2\text{Os}_2\text{O}_4\text{H}_6$
- E) $\text{K}_2\text{OsO}_4\text{H}_6$

ce
pre
UNI**Rpta: C**

Fórmula molecular (FM)

Es la fórmula verdadera de una molécula e indica el número real de átomos de cada elemento que se combinaron para constituir una molécula. Es múltiplo entero de la fórmula empírica.

Compuesto	Fórmula empírica (FE)	k	Fórmula molecular (FM)
Glucosa	CH ₂ O	6	C ₆ H ₁₂ O ₆
Etano	CH ₃	2	C ₂ H ₆
Agua	H ₂ O	1	H ₂ O

$$K = \frac{\bar{M}_{FM}}{\bar{M}_{FE}}$$

$$K = 1, 2, 3, 4 \dots$$

$$FM = (FE)K$$

PREGUNTA 06

El análisis elemental de un hidrocarburo presenta 82,76 % en masa de carbono ¿Cuál es su fórmula molecular, si 0,2 moles de este hidrocarburo tienen una masa de 11,6 g?

$\bar{A}r$: H=1; C=12



ce
pre
UNI

Rpta: D

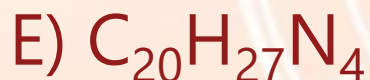
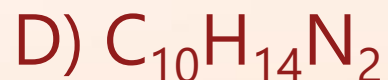
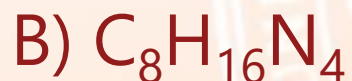
PREGUNTA 07

Cuarta práctica 2011-2

Un analista químico de la UNI realiza la determinación de la composición química elemental de la nicotina. Después del análisis, obtiene los siguientes resultados: 74,04 % C; 8,70 % H; 17,26 % N.

Por otro lado, 162 gramos de nicotina contiene una cantidad de moléculas equivalente a la cantidad de átomos contenidos en 12 g del isótopo ^{12}C . De acuerdo con la información, la fórmula molecular de la nicotina es:

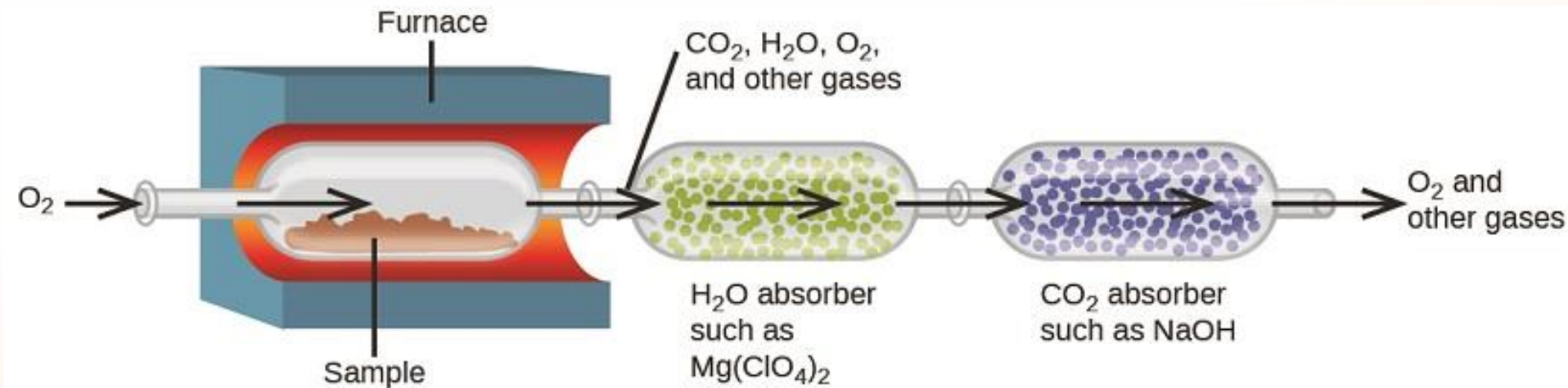
$\bar{\text{Ar}}$: H=1; C=12; N=14



Rpta: D

Análisis por combustión

Cuando un compuesto que contiene carbono e hidrógeno combustiona por completo en un sistema mostrado en la figura.



1. El carbono del compuesto se convierte en CO_2 .
2. El hidrógeno del compuesto en H_2O .
3. A partir de las masas de CO_2 y H_2O podemos calcular el número de moles de C y H en el compuesto original, y por tanto la FE.

PREGUNTA 08

Cuarta práctica 2014-1

El análisis elemental de una sustancia orgánica indica que está compuesta únicamente por C, H y O. La combustión completa de 1,000 g de esta sustancia orgánica produce 0,978 g de CO_2 y 0,200 g de H_2O . Considerando que la masa molar del compuesto es de 90,0 g/mol, determine la fórmula molecular (global) y dé como respuesta la atomicidad de la molécula (número de átomos que constituye a la molécula).

$\bar{\text{Ar}}$: H = 1, C = 12, O = 16

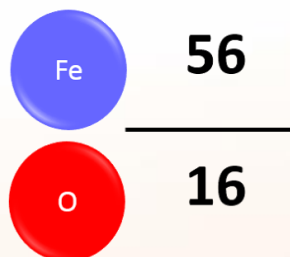
- A) 4
- B) 5
- C) 6
- D) 8
- E) 10

Rpta: D

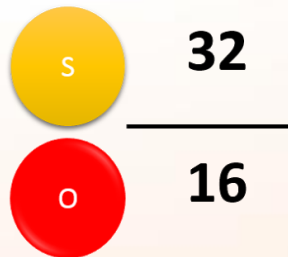
Ley de las proporciones recíprocas de Richter-Wenzel

La relación entre las masas de dos elementos que se combinan para formar un compuesto determinado es igual a la relación de las masas en que dichos elementos se combinan con la misma masa de un tercero o bien múltiplos o submúltiplos de estos.

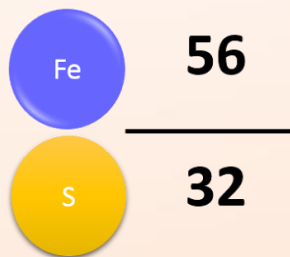
Óxido ferroso
(FeO)



Monóxido de
azufre (SO)

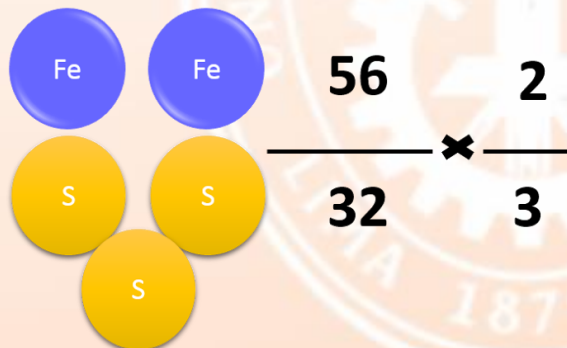


Sulfuro ferroso
(FeS)



Ó su múltiplo o
submúltiplo, como...

Sulfuro ferrico
(Fe₂S₃)



Según Richter:

$$\frac{m'_A}{m'_C} = \frac{p m_A}{q m_C}$$

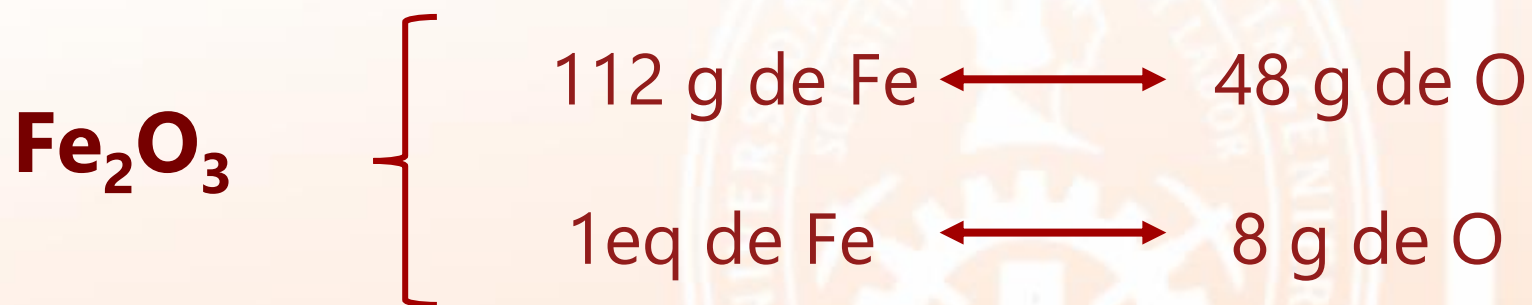
$$\frac{p}{q} = \frac{1}{1} = \frac{1}{2} = \frac{2}{1} = \frac{3}{2} \dots$$

Equivalente químico (eq)

Expresa la cantidad que se combina, reemplaza o de alguna forma equivale químicamente a un mol de átomos de hidrógeno (1,008 g de este elemento) u 8 g de oxígeno.

Ejemplo:

Determine el equivalente químico del hierro en el óxido de hierro(III).



$$1 \text{ eq de Fe} = 18,7 \text{ g de Fe} < > \text{Masa equivalente del Fe}^{3+}$$

Masa Equivalente ($\bar{E}q$)

Es la masa (en gramos) correspondiente a un equivalente químico.

Para un elemento químico:

$$\bar{E}q = \frac{\text{Masa molar atómica}}{|E.O.|}$$

—————→ g/mol

—————→ eq/mol

Especie	$\bar{M}$ (g/mol)	E.O. (eq/mol)	$\bar{E}q$ (g/eq)
Na	23	1	23,0
O ²⁻	16	2	8,0
Fe ²⁺	56	2	28,0
Fe ³⁺	56	3	18,7

Para un compuesto químico:

$$\bar{E}q = \frac{\bar{M}}{\theta}$$

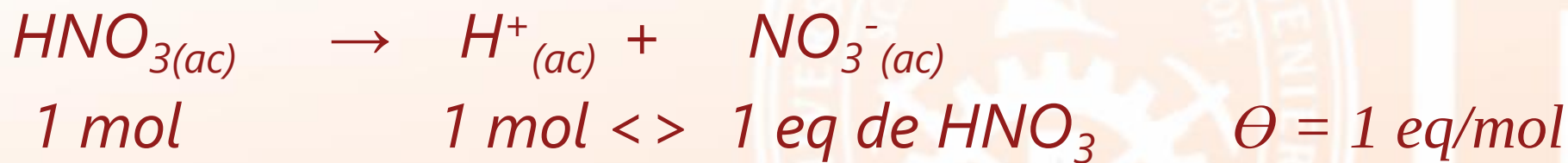
$\rightarrow$ g/mol
 $\rightarrow$ eq/mol

Compuesto	$\bar{M}$ (g/mol)	θ (eq/mol)	$\bar{E}q$ (g/eq)
$H_2SO_{4(ac)}$	98	2	49
$NaOH_{(ac)}$	40	1	40
CaO	56	2	28
$Na_2SO_{4(ac)}$	142	2	71

Θ : Parámetro que depende de la especie química y proceso

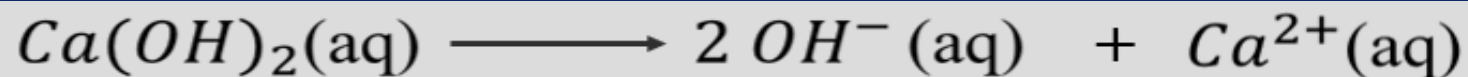
Compuesto	Ácido	Hidróxido	Óxido	Sal	Reacción Redox
Θ	# H^+ (Ionizables)	# OH^-	$2x(\#O)$	# átomos del metal por su EO	# e- ganados o perdidos por una especie química

Analizando la reacción ionización del ácido nítrico:



1 mol de H^+ $\leftrightarrow$ 1 equivalente químico de ácido

Analizando la semirreacción de reducción del hidróxido de calcio:



1 mol 2 mol < > 2 eq de $Ca(OH)_2$ $\theta = 2$ eq/mol

1 mol de OH^- $\leftrightarrow$ 1 equivalente químico de base

Analizando la semirreacción de reducción del ion dicromato en medio ácido:



1 mol 6 mol < > 6 eq de $Cr_2O_7^{2-}$ $\theta = 6$ eq/mol

1 mol de e^- $\leftrightarrow$ 1 equivalente químico de oxidante o reductor

PREGUNTA 09

Halle la masa equivalente (g/eq) de un óxido metálico, sabiendo que la masa equivalente de su correspondiente sulfato metálico es 57 g/eq.

$\bar{A}r$: O=16; S=32

- A) 17
- B) 48
- C) 52
- D) 57
- E) 63

ce
pre
UNI**Rpta: A**

Número de equivalente químico (#eq, ϵ)

$$\epsilon = \#eq = \frac{\text{masa (g)}}{\overline{Eq} \text{ (g/eq)}} = n \times \theta$$

Ejemplo:

Determine el número de equivalentes contenido en una muestra de 150 g de hidróxido de calcio. Ca=40; O=16; H=1

PREGUNTA 10

Según la reacción siguiente



Indique el número de equivalentes de NaOH que reaccionan con 343 gramos de ácido fosfórico.

$\bar{\text{Ar}}$: H=1; P=31; O =16

- A) 2,0
- B) 3,5
- C) 5,0
- D) 7,0
- E) 10,5

ce
pre
UNI

Rpta: D

PREGUNTA 11

Calcule el número de equivalentes de $K_2Cr_2O_7$ que hay en 2 moles de esta sustancia que en medio ácido se redujo a iones $Cr^{3+}_{(ac)}$

$\bar{A}r$: O=16; C =35,5; K=39; Cr=52

- A) 10
- B) 12
- C) 15
- D) 8
- E) 14

ce
pre
UNI**Rpta: B**

PREGUNTA 12

Cuarta práctica 2011-1

En un experimento de laboratorio se encontró que 0,562 g de un metal desconocido se combinan exactamente con 0,500 g de oxígeno. Indique el valor de verdad de las siguientes proposiciones.

- I. La masa equivalente del metal es 8,992 g/eq.
- II. En 300 g de compuesto existen 17,65 eq de metal.
- III. 32 g de oxígeno se combinan exactamente con 26,976 g de metal.

A) FVV

B) VFF

C) FVF

D) VVF

E) VVV

Rpta: D