



ANUAL SAN MARCOS



www.aduni.edu.pe



QUÍMICA

PESO EQUIVALENTE
Semana 26

www.aduni.edu.pe

ACADEMIA
ADUNI
ANUAL
SAN MARCOS

I. OBJETIVOS

Los estudiantes, al término de la sesión de clase serán capaces de:

1. **Determinar**, la masa o peso equivalente de las especies químicas que representan a elementos, iones y compuestos que intervienen en los procesos químicos.
2. **Aplicar**, la ley del equivalente químico en reacciones químicas, incluso en aquellas donde no se conoce completamente la ecuación química.



II. INTRODUCCIÓN

En la vida cotidiana y en las diversas ramas de la ciencia, como en economía , física , química, nutrición,...etc, utilizamos varias **cantidades equivalentes** como:

- Las **proteínas** son los componentes principales de todas las células del cuerpo, una de las funciones de las proteínas es construir, mantener y regenerar las células de nuestro cuerpo.

EQUIVALENTES DE 25 g DE PROTEINAS



4 huevos



250 g de lentejas



105 g de pollo

- Una de las magnitudes fundamentales del sistema internacional de unidades es el **tiempo**, su unidad de medida es el **segundo (s)**.

EQUIVALENCIAS

$$1 \text{ h} \Leftrightarrow 3600 \text{ s}$$

$$1 \text{ min} \Leftrightarrow 60 \text{ s}$$

- La **longitud** es otra de las magnitudes fundamentales, su unidad de medida es el metro (m).

EQUIVALENCIAS

$$1 \text{ km} \Leftrightarrow 1000 \text{ m}$$

$$100 \text{ cm} \Leftrightarrow 1 \text{ m}$$

En **química** también existen cantidades **equivalentes**, entre las sustancias que participan en una reacción química.

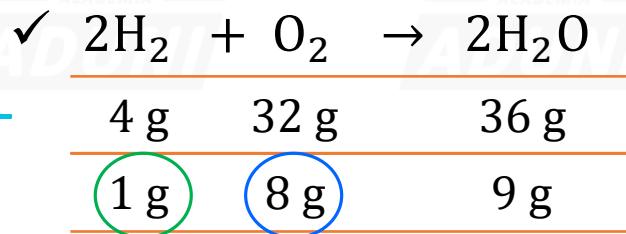
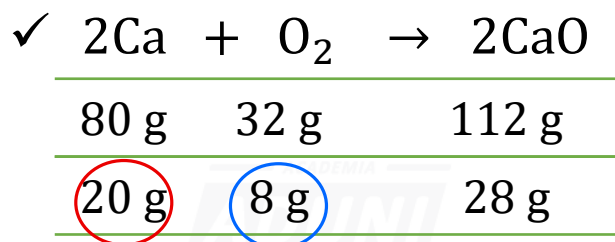
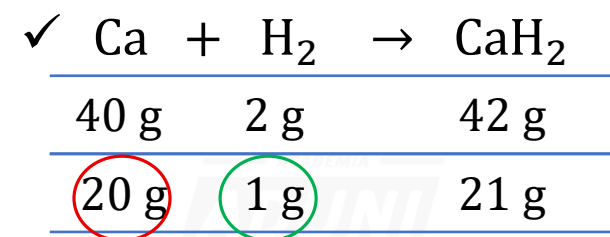
- I. MASA O PESO EQUIVALENTE (PE):** En los cálculos estequiométricos hasta ahora vistos, se ha usado la masa y la mol en las reacciones. Otro método a utilizar en los cálculos estequiométricos será el **peso equivalente**, que dependerá del tipo de reacción donde intervienen la sustancias.

1.1 CONCEPTO

Es la masa de una sustancia que se combina con **un gramo de hidrógeno** u **ocho gramos de oxígeno**.

EJEMPLO

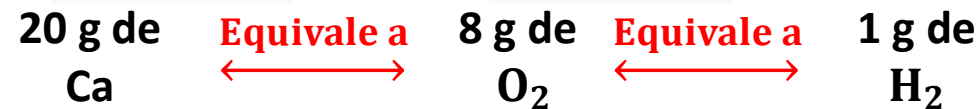
Analicemos las reacciones químicas. $\bar{M}(\text{g/mol})$: H= 1, O= 16, Ca= 40



Podemos verificar que:

- 20 g de Ca reaccionan exactamente con 1 g H₂ o con 8 g de O₂ y que 1g de H₂ reacciona exactamente con 8g de O₂

En contexto a las reacciones químicas:

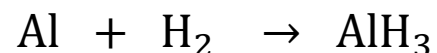


La equivalencia desarrollada anteriormente se basa en la ley estequiométrica de Richter- Wenzel

II. CÁLCULO DEL PESO EQUIVALENTE

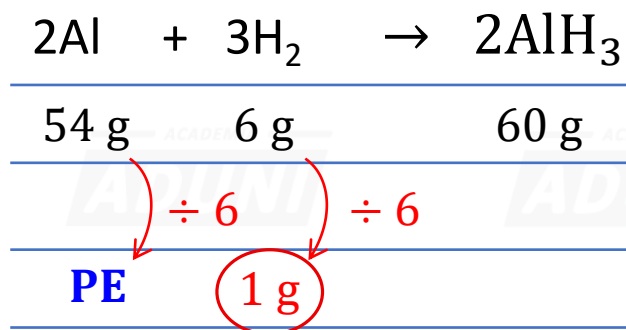
EJERCICIO

Hallar el peso equivalente del aluminio.



$$\bar{M}\left(\frac{\text{g}}{\text{mol}}\right): \text{H}_2 = 2, \text{Al} = 27$$

RESOLUCIÓN



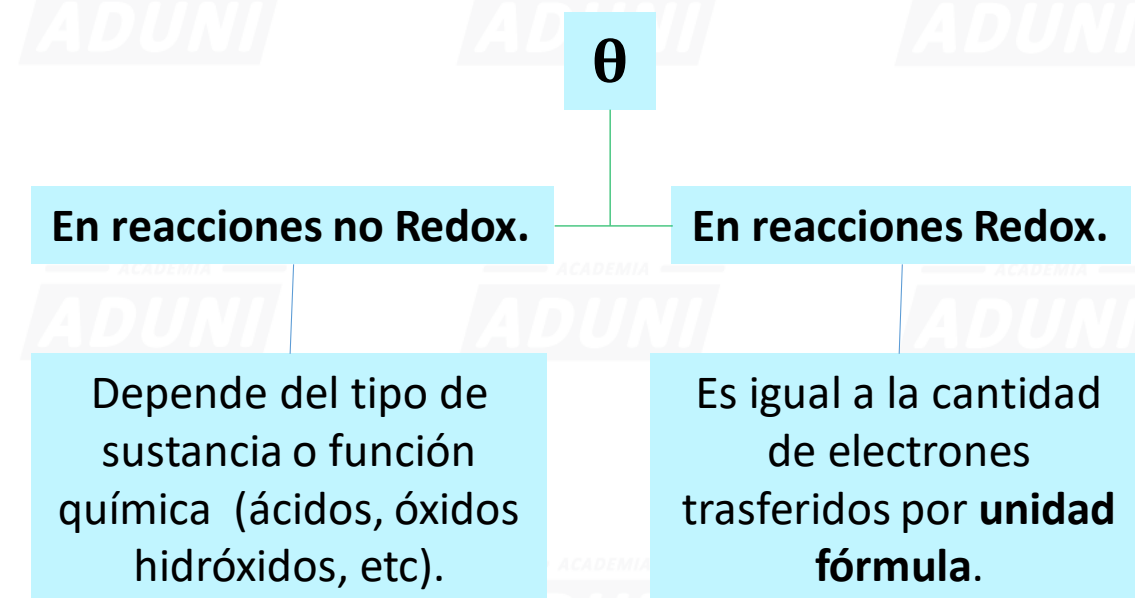
Como: $\text{PE}(\text{H}_2) = 1$

$$\Rightarrow \text{PE}(\text{Al}) = \frac{54}{6} = \frac{27}{3} = \underline{\underline{9}}$$

Regla Práctica: para una sustancia "X"

$$\text{PE}(\text{X}) = \frac{\bar{M}}{\theta}$$

- θ = Parámetro de combinación química de "X"
- \bar{M} : Masa molar de "X"



2.1 En reacciones no Redox

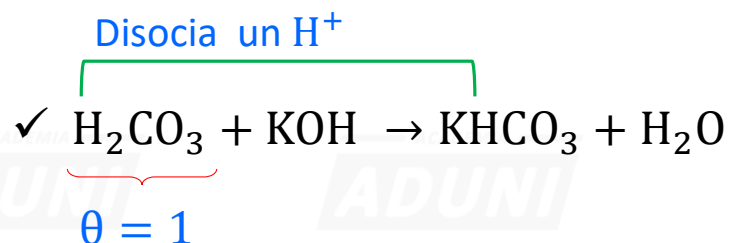
2.1.1 Ácidos:

θ = cantidad de H^+ (protón) ionizados o liberados.

EJEMPLOS

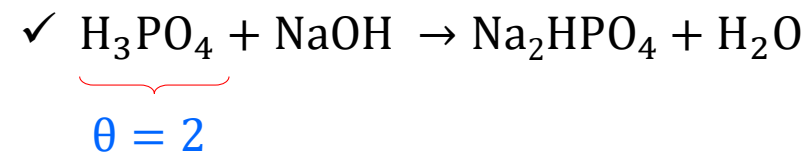
Ácido	\bar{M}	θ	PE
HCl	36,5	1	36,5
H ₂ CO ₃	62	2	31
H ₃ PO ₄	98	3	32,7
CH ₃ COOH	60	1	60

Para una ionización parcial del ácido



$$\therefore PE(H_2CO_3) = \frac{62}{1} = 62$$

Disocia dos H^+

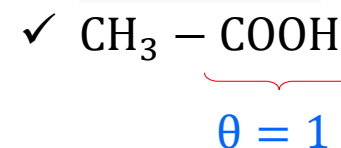


$$\therefore PE(H_3PO_4) = \frac{98}{2} = 49$$

Para ácidos carboxílicos (R - COOH)

θ = Cantidad de H^+ del - COOH

EJEMPLOS:



$$\therefore PE(CH_3COOH) = \frac{60}{1} = 60$$

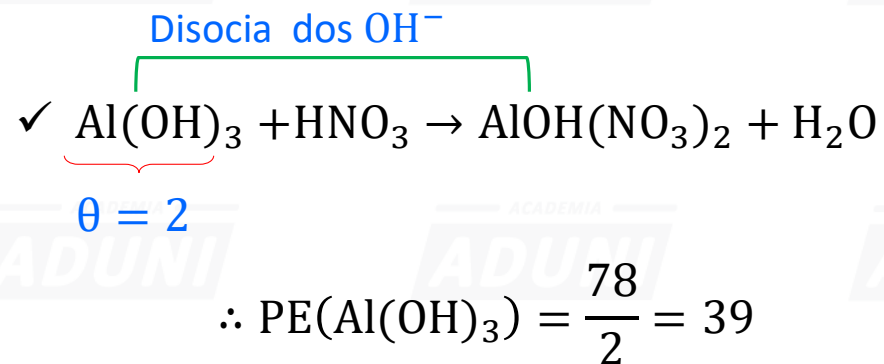
2.1.2 Hidróxidos:

θ = cantidad de OH^- ionizados o liberados.

EJEMPLOS

Hidróxido	\bar{M}	θ	PE
NaOH	40	1	40
Ca(OH) ₂	74	2	37
Al(OH) ₃	78	3	26

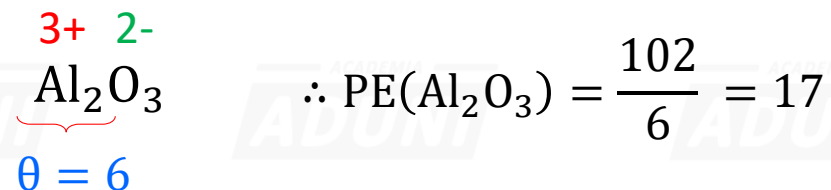
Para una ionización parcial del hidróxido



2.1.3 Sales y Óxidos: obtenidos por reacciones no redox, las sales por neutralización y óxidos por descomposición de hidróxidos.

θ = Carga neta o total del catión.

EJEMPLOS



Óxido o Sal	\bar{M}	θ	PE
$\overset{1+}{\text{K}}_2\text{O}$	94	2	47
$\overset{2+}{\text{Cu}}\text{SO}_4$	159,5	2	79,75
$\overset{3+}{\text{Fe}}_2\text{O}_3$	160	6	26,67
$\overset{3+}{\text{Ni}}(\text{NO}_3)_3$	245	3	81,67

2.1.4 Para iones

$$\theta = |\text{Carga del ion}|$$

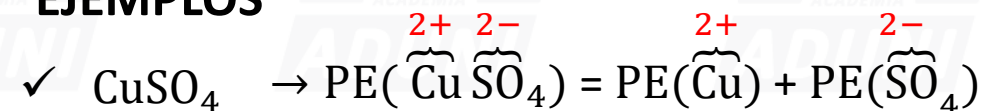
EJEMPLOS

$$\text{PE}(\text{CO}_3^{2-}) = \frac{60}{2} = 30$$

Ion	\bar{M}	θ	PE
Zn^{2+}	65	2	32,5
SO_4^{2-}	96	2	48
Ag^{1+}	108	1	108
OH^{1-}	17	1	17

En compuestos iónicos el peso equivalente es igual a la suma de pesos equivalentes de sus iones.

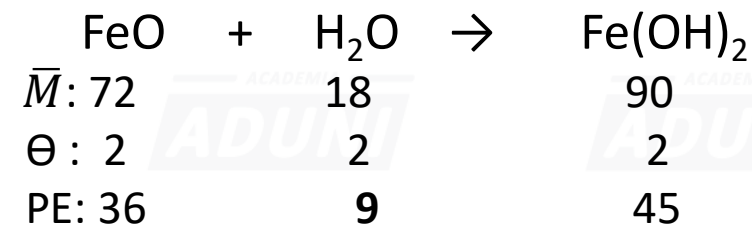
EJEMPLOS



$$\text{PE}(\text{CuSO}_4) = \frac{63,5}{2} + \frac{96}{2} = 79,75$$

EJERCICIO

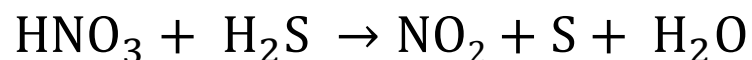
✓ ¿Cuánto vale el peso equivalente del agua en la siguiente reacción (no redox)?



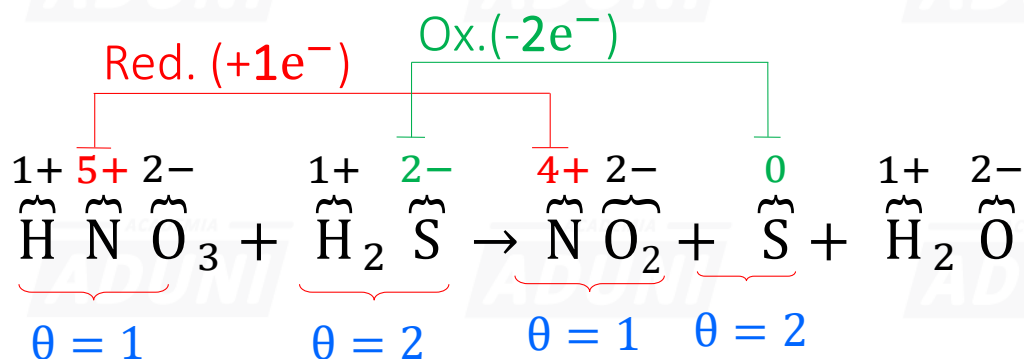
2.2 En reacciones Redox

θ = Cantidad de electrones transferidos por unidad fórmula

EJEMPLO



RESOLUCIÓN



$$\therefore \text{PE}(\text{HNO}_3) = \frac{\bar{M}(\text{HNO}_3)}{\theta} = \frac{63}{1} = 63$$

$$\therefore \text{PE}(\text{H}_2\text{S}) = \frac{\bar{M}(\text{H}_2\text{S})}{\theta} = \frac{34}{2} = 17$$

$$\therefore \text{PE}(\text{NO}_2) = \frac{\bar{M}(\text{NO}_2)}{\theta} = \frac{46}{1} = 46$$

$$\therefore \text{PE}(\text{S}) = \frac{\bar{M}(\text{S})}{\theta} = \frac{32}{2} = 16$$

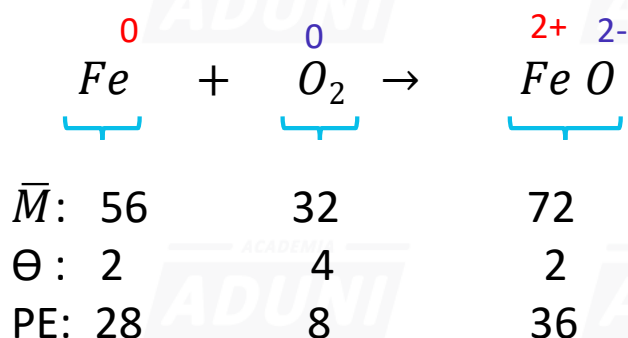
¿Cuánto vale la masa o peso equivalente del agua (H_2O) en esta reacción?

Por ley de conservación de la masa se cumple:

$$\text{PE}(\text{H}_2\text{O}) = (63 + 17) - (46 + 16) = 18$$

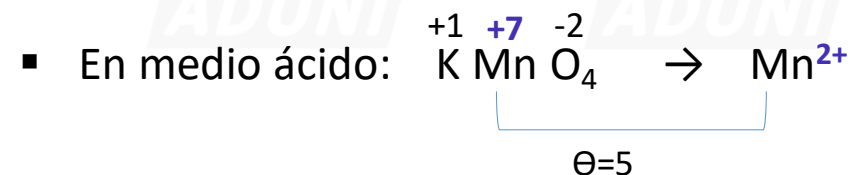
EJERCICIO

Determine el peso equivalente del hierro, oxígeno y óxido ferroso, según:

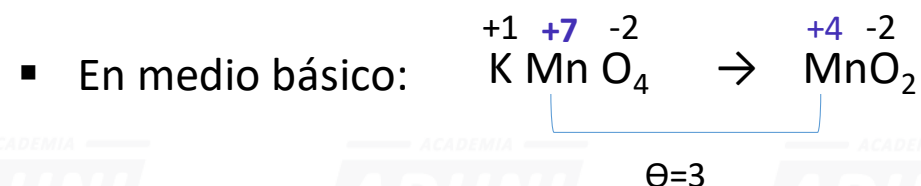
**EJERCICIO**

El permanganato de potasio $KMnO_4$ es un buen agente oxidante, tanto en medio ácido como en medio básico, siendo más severo en medio ácido. Si en medio ácido se reduce a Mn^{2+} y en medio básico a MnO_2 . Halle los valores de peso equivalente del $KMnO_4$.

Masa molar(g/mol): K=39, Mn= 55, O=16



$$\therefore PE(KMnO_4) = \frac{158}{5} = 31,2$$



$$\therefore PE(KMnO_4) = \frac{158}{3} = 52,67$$

Del último ejercicio se puede concluir que una sustancia puede tener dos o más valores de peso equivalente, dependerá de la reacción química

III. NÚMERO DE EQUIVALENTE GRAMO (#Eq-g)

Para una masa de sustancia "X" y a partir de la siguiente equivalencia se deducirá el #Eq-g:

$$\begin{array}{ccc}
 1\text{Eq} - \text{g} (X) & \xrightarrow{\text{Equivale a}} & \text{PE}(X)\text{g} \\
 \# \text{Eq} - \text{g} (X) & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & m
 \end{array}$$

Resulta:

$$\# \text{Eq} - \text{g} (X) = \frac{m}{\text{PE}(X)} \rightarrow \begin{array}{l} (g) \\ (g/\text{Eq} - \text{g}) \end{array}$$

EJERCICIO

Se tiene una muestra de 320 g de ácido sulfúrico al 98% en masa. Calcule el número de equivalentes del ácido, si este participa en una neutralización. $\bar{M}(\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g/mol})$.

RESOLUCIÓN

$$\# \text{Eq} - \text{g} (X) = \frac{m}{\text{PE}(x)} = \frac{0,98(320)}{98/2} = 6,4 \text{ Eq} - \text{g}$$

Relación :

$$\# \text{eq} - \text{g} (X) = \frac{m}{\frac{\bar{M}}{\theta}} = n \cdot \theta$$

$$\# \text{eq} - \text{g} (X) = n \cdot \theta$$

n: número de moles de X

IV. LEY DEL EQUIVALENTE QUÍMICO

Esta ley establece que los reactantes y productos, al reaccionar completamente, participan con igual número de equivalentes gramos en las reacciones químicas.

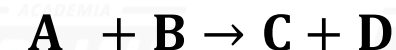
Analicemos la siguiente reacción:

	$2\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CaO}$		
masa (m)	80 g	32 g	112 g
PE	20	8	28
#Eq - g	4	4	4

Observamos que:

$$\#eq - g(\text{Ca}) = \#eq - g(\text{O}_2) = \#eq - g(\text{CaO})$$

De manera general, para las reacciones químicas:



$$\#Eq - g(A) = \#Eq - g(B) = \#Eq - g(C) = \#Eq - g(D)$$

También:

$$\frac{m(A)}{PE(A)} = \frac{m(B)}{PE(B)} = \frac{m(C)}{PE(C)} = \frac{m(D)}{PE(D)}$$

$$n_A \cdot \Theta_A = n_B \cdot \Theta_B = n_C \cdot \Theta_C = n_D \cdot \Theta_D$$

EJERCICIO

Se desea saber la pureza de zinc de una muestra cuya masa es 16,25 g , esta muestra se hace reaccionar con suficiente cantidad de agua regia (mezcla de HCl y HNO₃) . Si se han producido sales del catión divalente de zinc y 4,48 L de gas hidrógeno en condiciones normales, calcule el porcentaje de pureza de zinc en la muestra. Considere que los otros componentes de la muestra no reaccionan con el ácido.

Masa molar (g/mol): Zn=65

RESOLUCIÓN

Según el enunciado el metal zinc será atacado por una mezcla de ácidos, hasta obtener sales de Zn²⁺ y gas hidrógeno en CN. Como no se conoce la ecuación química, se resolverá Con la ley de equivalentes:

$$m_{H_2}(\text{obtenido}) = 4,48L \cdot \frac{2g}{22,4L} = 0,4g$$



$$\#eq-g(Zn) = \#eq-g(H_2)$$

$$\frac{m_{Zn}}{PE(Zn)} = \frac{m_{H_2}}{PE(H_2)}$$

$$\frac{m_{Zn}}{\left(\frac{65}{2}\right)} = \frac{0,4}{1}$$

$$m_{Zn} = 13g$$

$$\text{Hallando el \% pureza: } \%P = \frac{m_{Zn}}{m_{\text{muestra}}} \times 100$$

$$\%P = \frac{13}{16,25} \times 100 = 80\%$$

V. BIBLIOGRAFÍA

- **Química, colección compendios académicos UNI; Lumbreras editores**
- **Química, fundamentos teóricos y aplicaciones; 2019 Lumbreras editores.**
- **Química, fundamentos teóricos y aplicaciones.**
- **Química esencial; Lumbreras editores.**
- **Fundamentos de química, Ralph A. Burns; 2003; PEARSON**
- **Química, segunda edición Timberlake; 2008, PEARSON**
- **Química un proyecto de la ACS; Editorial Reverte; 2005**
- **Química general, Mc Murry-Fay quinta edición**

