



RICHTER, JEREMÍAS BENJAMÍN

(Hirschberg, 1762-Berlin, 1807) Químico alemán, estudió filosofía y matemática bajo la dirección de Immanuel Kant, y en Königsberg, en 1785, obtuvo un grado doctoral con una disertación en el uso de las Matemáticas en Química. Él nunca alcanzó una posición académica y experimentó con su peculio, trabajando en una fábrica de cerámica. El estudio sistemático de las proporciones numéricas en que se combinan las diversas sustancias le llevó a enunciar la *ley de las proporciones recíprocas*, también conocida como *ley de Wenzel-Richter*. Él también introdujo el término "stoichiometry" en química, descubrió el indio y determinó el peso equivalente de numerosos ácidos y bases.

La **masa equivalente** es la fracción del peso fórmula de una sustancia que corresponde a una unidad de cambio químico. Se han escogido como unidad de cambio químico al átomo de hidrógeno, ya que, en la mayoría de reacciones está implicado directa o indirectamente; incluyendo reacciones rédox en las cuales por cada electrón transferido se establece una equivalencia con un átomo de hidrógeno. Una definición equivalente establece que la masa equivalente de una sustancia, en procesos que no implican reacciones rédox, son las partes de sustancia químicamente equivalente a 1,008 partes de hidrógeno u ocho partes de oxígeno.

Para elementos

- **Se define la Masa Equivalente** como el valor numérico que se obtiene al relacionar el Peso Atómico respectivo y el valor absoluto de su estado de oxidación (la masa equivalente siempre será positiva)

$$\text{Masa equivalente} = \frac{\text{Masa Atómica}}{|\text{estado de oxidación}|}$$

Ejemplo: Hallar la masa equivalente en cada caso:

- $\text{O}^{-2} \rightarrow = 8$
- $\text{H}^{+1} \rightarrow = 1$
- $\text{Al}^{+3} \rightarrow = 9$
- $\text{Hg}(+1, +2) \rightarrow = 200$
- $\rightarrow = 100$

- **Se define el equivalente gramo (eq-g)** como el peso de dicho elemento, expresado en gramos, numéricamente igual al peso equivalente respectivo.

Observación: Para trabajar en compuestos se necesitan determinar la carga iónica respectiva (q)

* Determinación de "q" (carga iónica)

- $\text{C}^{+4} \rightarrow q = 2 \times 2 = 4$
- $\text{S}^{-2} \rightarrow q = 1 \times 2 = 2$
- $\text{S}^{+6} \rightarrow q = 2 \times 3 = 6$
- $\text{Na}^{+1} | (\text{OH})^{-1} \rightarrow q = 1 \times 1 = 1$
- $\text{Fe}^{+3} | (\text{OH}) \rightarrow q = 1 \times 3 = 3$

Para Compuestos:

- **Se define la masa equivalente $Meq(E)$** como el valor numérico que se obtiene al relacionar el peso molecular (\overline{M}) respectivo y la carga iónica (θ).

$$Meq(E) = \frac{\overline{M}}{\theta}$$

Ejemplo: Hallar el $Meq(E)$ de: P.A. (C = 12, O = 16, Na = 23, S = 32, H = 1)

- $CO_2 = 11$
- $H_2SO_4 = 49$
- $NaOH = 40$
- $H_2 = 1$

- * **Se define al Equivalente Gramo (eq-g) de un compuesto** al peso expresado en gramos numéricamente igual al peso equivalente de dicho compuesto.

Número de Equivalentes # (Eq-g)

Para determinar el Número de Equivalentes de un elemento o compuesto bastará relacionar el peso (gramos) y el eq - g.

$$\# \text{ Equivalentes} = \frac{W_{(g)}}{\text{eq - g}}$$

Ejemplo: Determine el número de equivalentes que se tendrá:

- 60g de Ca^{+2} : P.A. (40) $\rightarrow \# \text{ Equiv.} = \frac{60g}{40} = 1.5$
- 18g de Al^{+3} : P.A. (27) $\rightarrow \# \text{ Equiv.} = \frac{18g}{27} = 0.67$
- 33g de CO_2 : P.A. (44) $\rightarrow \# \text{ Equiv.} = \frac{33g}{44} = 0.75$

PROBLEMAS PROPUESTOS

01. Identificar el hidróxido de mayor carga iónica (θ).

- a) KOH b) NaOH c) $Mg(OH)_2$
d) $Al(OH)_3$ e) $Pb(OH)_4$

02. De los óxidos mostrados, hallar el de menor " θ ".

- a) CaO b) Na_2O c) Al_2O_3
d) FeO e) a, b y d

03. ¿Cuál de los siguientes compuestos presentará menor " θ "?

- a) Fe_2O_3 b) $Al_2(SO_4)_3$ c) H_2SO_4
d) NaOH e) $Mg(OH)_2$

04. Hallar qué hidróxido presenta el menor factor " θ ".

- a) $Al(OH)_3$ b) $Mg(OH)_2$
c) $Pb(OH)_2$ d) $Fe(OH)_3$
e)) NaOH

05. Hallar cuál de los siguientes compuestos presenta el menor factor " θ ".

- a) Na_2O b) MgO c) Al_2O_3
d) PbO_2 e) a y b

06. Hallar el factor " θ " para la siguiente sal: $Al_2(SO_4)_3$

- a) 2 b) 3 c) 6
d) 12 e) 18

07. Se tiene el siguiente cuadro:

Sustancia	P.A.	E.O.	P - Eq
Na	23	+1	a
O	16	-2	b
Al	27	+3	c

llenar adecuadamente y señalar "a + b + c"

- a) 23 b) 32 c) 31
d) 40 e) 30

08. Determine la masa equivalente del Al:
Dato: m.A. [Al = 27]

- a) 27 b) 13,5 c) 9
d) 4,5 e) 11

09. Hallar el Eq - g del CaO. ($\bar{M} = 56$).

- a) 56 g b) 28 g c) 56 g
d) 28 g e) 84

10. ¿Cuántos equivalentes gramo hay en 94g de HNO_2 ?
P.A. (N = 14, O = 16)

- a) 1 b) 2 c) 3
d) 4 e) 5

11. ¿Cuántos equivalentes gramo existen en 900g de H_2O ?

- a) 200 b) 50 c) 100
d) 300 e) 500

12. Hallar el peso de 3 Eq - g del ácido carbónico H_2CO_3 .
P.A. (C = 12, O = 16)

- a) 99 b) 96 c) 93
d) 90 e) 80

13. Hallar el P-eq del Na_2O . P.A. (Na=23, O=16)

- a) 31 b) 21 c) 11
d) 41 e) 13

14. Hallar el peso de H_3PO_4 , que hay en 6 Eq - g del ácido.
P.A. (P = 31, O = 16)

- a) 89 g b) 98 g c) 147 g
d) 196 g e) 241 g

15. Determinar el peso equivalente del H_2SO_4 en la siguiente reacción: P.A. (S = 32)
 $H_2SO_4 + NaOH \rightarrow NaHSO_4 + H_2O$

- a) 98 b) 49 c) 24,5
d) 196 e) 12,25

16. Hallar el número de equivalentes que hay en 520g de $Al(OH)_3$. ($\bar{M} = 78$).

- a) 20 b) 35 c) 12
d) 25 e) 27

17. ¿Cuántos equivalentes hay en 300 g de $CaCO_3$? P.A. (Ca = 40, C = 12, O = 16)

- a) 3 b) 6 c) 9
d) 12 e) 10

18. Determinar el peso equivalente del cromo III
(P.A. = 51,6).

- a) 51,6 b) 17,2 c) 25,8
d) 103,2 e) 12,9

19. Determinar la masa equivalente de un nuevo elemento químico denominado Trilcito quien pertenece a la familia de los alcalinos térreos cuya masa atómica es 400.

- a) 100 b) 150 c) 200
d) 300 e) 500

20. Determine la masa equivalente del hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 :
Dato: m.A. [Ca = 40]
- a) 74 b) 56 c) 31
d) 24,6 e) 37
21. ¿Qué analogía es incorrecta?
m.A. [S=32, Fe=56, Al=27, Na=23]
- | sustancia | Masa equivalente |
|---------------------------------|------------------|
| a) H_2SO_4 | 49 |
| b) Na_2SO_4 | 71 |
| c) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ | 66,66 |
| d) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ | 80,67 |
| e) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | 114 |
22. Determine la masa equivalente del H_3PO_4 , según la siguiente reacción:
Dato: m.A. [K=39, P=31]
 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} \Rightarrow \text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- a) 98 b) 49 c) 32,6
d) 21,4 e) 33
23. Identifique el compuesto cuya masa equivalente es 26.
m.A. [Al=27, Na = 23, K = 39, S = 32]
- a) NaOH b) KOH c) H_2SO_4
d) Al(OH)_3 e) NaH
24. Hallar la masa equivalente del ácido fosfórico, H_3PO_4 sabiendo que se convierte en $\text{H}_2\text{PO}_4^{1-}$.
Dato: m.A. [P = 31]
- a) 98 b) 49 c) 32,66
d) 24,5 e) 33
25. Determine la masa contenida en 2,5 equivalentes-gramo de ácido sulfúrico.
Dato :m.A. [S=32]
- a) 98 g b) 122,5 g c) 245 g
d) 49 g e) 100 g
26. Determine la masa de 0,8 eq-g de H_3PO_4 .
Dato: m.A. [P=31]
- a) 49 g b) 98 g c) 78,4 g
d) 39,2 g e) 26,08 g
27. Determine la masa de 600 miliequivalentes-gramo de Ca(OH)_2 .
Dato: m.A. [Ca=40]
- a) 37 g b) 22,2 g c) 74 g
d) 39,1 g e) 33 g
28. Calcular el equivalente-gramo del cobre en el fosfato cúprico trihidratado.
Dato: m.A. [Cu = 63,5]
- a) 63,5 g b) 31,75 g c) 21,17 g
d) 72,4 g e) 43,12 g
29. El peso molecular de R_2O_3 es 326, ¿Cuál es el equivalente gramo de "R"? P.A. (O = 16)
- a) 23,15 b) 46,3 c) 12,15
d) 30,14 e) 85,41
30. El peso equivalente del óxido X_2O_3 es 36. Determinar el peso equivalente de "X".
- a) 12 b) 64 c) 32
d) 24 e) 8
31. El peso equivalente de la sal: $\text{X(NO}_3)_2$ es 94. ¿Cuál es el peso equivalente del X_3PO_4 .
P.A. (P = 31, O = 16, N = 14)
- a) 80,3 b) 95,6 c) 100
d) 180,6 e) 88,7
32. Sabiendo que la masa equivalente de un cloruro de cobre es 99,5. ¿Cuál es la fórmula del correspondiente óxido de cobre?
Dato: m.A. [Cu=63,5 Cl=35,5]
- a) CuO b) Cu_2O c) Cu_2O_3
d) CuO_2 e) CuO_3
33. Hallar la masa equivalente del tiosulfato de sodio, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, sabiendo que al reaccionar con el I_2 se transforma en $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$.
Dato: m.A. [S=32, I = 127]
- a) 158 b) 79 c) 52,66
d) 103 e) 112
34. ¿Qué cantidad de calcio se combinará con 1 g de oxígeno? P.A. (Ca = 40, O = 16)
- a) 25 g b) 2,5 g c) 50 g
d) 5 g e) 3,75 g
35. Un trozo de óxido metálico cuya masa es de 2,59 g contiene 0,401 g de oxígeno. Calcular el equivalente gramo del metal. P.A. (O = 16).
- a) 43,8 b) 33,8 c) 63,8
d) 53,8 e) N.A.
36. Un clavo de hierro (Fe = 56) que pesa 40 g cae en un recipiente que contiene 59,5 g de H_2SO_4 . ¿Qué porcentaje del clavo no reacciona? P.A. (S = 32)
- a) 20% b) 80% c) 65%
d) 58% e) 15%

37. 10 gramos del óxido de un metal al reaccionar con suficiente H_2O se convierte en 15 g de su hidróxido. Hallar el peso atómico del metal, si se sabe que el metal es un alcalino térreo.
- a) 10 b) 15 c) 20
d) 25 e) 30
38. Calcule el peso equivalente del agente oxidante y reductor en la siguiente ecuación: P.A. ($\text{Zn} = 65$; $\text{N} = 14$; $\text{Cl} = 35,5$; $\text{H} = 1$; $\text{O} = 16$)

$$\text{Zn} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- a) 21 y 32,5 b) 31,5 y 65
c) 63 y 65 d) 63 y 32,5
e) 51,5 y 32,5
39. Calcular el peso equivalente de cierto elemento divalente, si 9,6 g de este elemento reacciona con $1,2 \times 10^{23}$ moléculas de oxígeno. P.A. ($\text{O} = 16$)
- a) 6 b) 12 c) 24
d) 36 e) 18
40. Se reduce un óxido metálico mediante una corriente de H_2 , cuando 2,15 g del óxido son reducidos se producen 1,35 g de agua. Hallar el peso atómico del metal si es monovalente. P.A. ($\text{O} = 16$)
- a) 31,4 b) 16 c) 12
d) 28,4 e) 6,3
41. Determinar el peso atómico de un metal sabiendo que al calentar 4,3 g de óxido del metal se obtuvieron 580 ml de oxígeno a 17°C y 580 mmHg. Si se sabe que el metal es trivalente.
- a) 16 b) 63,5 c) 16,7
d) 149,4 e) 28,4
42. Hallar la masa equivalente de **X**, sabiendo que 1 gramo de **X** representa 0,05 equivalente-gramo.
- a) 40 b) 30 c) 20
d) 10 e) 45
43. Hallar la masa equivalente de un metal, sabiendo que se combina 4,6 gramos de metal con 1,6 gramos de O_2 .
- a) 20 b) 23 c) 26
d) 30 e) 32
44. Hallar la masa equivalente de un óxido metálico, sabiendo que 5,6 gramos del correspondiente óxido contiene 4 gramos de metal.
- a) 20 b) 56 c) 28
d) 23 e) 31
45. Determine la masa equivalente de un metal, si 3,24 gramos de metal forman 3,72 gramos del correspondiente sulfuro metálico.
- a) 108 b) 32 c) 27
d) 207 e) 97
46. Durante la tostación de 5 gramos de metal se forma 9,44 gramos de su óxido. Determine la masa de 0,8 eq-g de metal.
- a) 9 g b) 7,2 g c) 8,2 g
d) 12 g e) 10,3 g
47. Para reducir 1,8 gramos de un óxido metálico, se consumieron 1 008 mL de hidrógeno medidos a condiciones normales. Calcular la masa equivalente del correspondiente óxido metálico.
- a) 24 b) 40 c) 32,2
d) 16,2 e) 20
48. Al reaccionar 4,8 gramos de cierta sustancia con 14,6 gramos de cloruro de hidrógeno, se formaron 19 gramos de la correspondiente sal. Calcular la masa equivalente de dicha sal
Dato: m.A. [$\text{Cl} = 35,5$]
- a) 79 b) 58,4 c) 35,5
d) 47,5 e) 43,2
49. Disolviendo 1,6 gramos de un metal en ácido clorhídrico diluido se desprende 0,896 litros de hidrógeno gaseoso a condiciones normales. Calcular la masa equivalente del correspondiente cloruro metálico.
- a) 20 b) 55,5 c) 35,5
d) 69,5 e) 45
50. Disolviendo 1,83 gramos de un metal en ácido sulfúrico se obtienen 4,56 gramos del correspondiente sulfato metálico. Calcular la masa equivalente del metal.
Dato: m.A. [$\text{S} = 32$]
- a) 32,2 b) 28 c) 24,3
d) 46 e) 20
51. Por tratamiento de 5,64 gramos de un nitrato metálico con ácido sulfúrico, se obtuvieron 4,8 gramos del correspondiente sulfato metálico. Calcular la masa equivalente del correspondiente metal.
Dato: m.A. [$\text{S} = 32$]
- a) 32 b) 28 c) 24,3
d) 46 e) 20

52. Un gramo de cierto metal se combina con 8,89 gramos de Br_2 . Hallar la masa equivalente del correspondiente sulfuro metálico.
Dato: m.A. $[\text{Br}=80]$
- a) 20 b) 25 c) 34
d) 29 e) 33
53. Cierta cantidad de metal cuya masa equivalente es 27,9 g/eq-g, desplaza del HCl, 700 mililitros de hidrógeno en condiciones normales. Determine ¿qué masa de metal reaccionó?
- a) 1,74 g b) 1,12 c) 2,34
d) 0,89 e) 2,12
54. Una misma cantidad de metal se combina con 0,2 gramos de oxígeno y con 3,17 gramos de uno de los halógenos. Determine la masa equivalente del halógeno.
- a) 35,5 b) 80 c) 126,8
d) 19 e) 100
55. La masa de 1 litro de oxígeno es igual 1,4 gramos. ¿Cuántos litros de oxígeno se consumen durante la combustión de 21 gramos de magnesio?
Dato: m.A. $[\text{Mg} = 24]$
- a) 1 L b) 10 L c) 15 L
d) 13 e) 8
56. Un metal forma dos óxidos. Durante la formación del primer óxido para una determinada cantidad de metal se invirtió el doble de la cantidad de oxígeno que durante la formación del segundo óxido. ¿Cuál es la relación de los grados de oxidación del metal?
- a) 1 b) 1/4 c) 1/2
d) 2/3 e) 1/3
57. Los ácidos sulfúrico y fosfórico tienen los mismos pesos moleculares. ¿Cuál es la relación de masas de estos ácidos consumidos para neutralizar una misma cantidad de NaOH, sabiendo que se forma respectivamente sulfato de sodio y dihidrógenofosfato de sodio.
Dato: m.A. $[\text{S}=32, \text{Na}=23]$
- a) 1 b) 1/2 c) 1/3
d) 3/2 e) 2/3
58. Hallar la masa equivalente del fosfato de potasio, sabiendo que, al reaccionar con el ácido clorhídrico, produce hidrógenofosfato de potasio.
Dato: m.A. $[\text{K}=39, \text{P}=31]$
- a) 106 b) 53 c) 212
d) 70,6 e) 123
59. Durante la oxidación de 5 gramos de metal se forman 13,89 gramos del correspondiente sulfuro. Determine la masa de 200 miliequivalentes-gramos del metal.
- a) 9 g b) 0,9 g c) 4,5 g
d) 1,8 g e) 2,2 g
60. ¿Cuántos equivalentes gramo existen en 800g CaCO_3 ?
- a) 16 b) 18 c) 17
d) 19 e) 15

Claves

01.	e
02.	e
03.	b
04.	e
05.	e
06.	c
07.	d
08.	c
09.	b
10.	b
11.	b
12.	c
13.	a
14.	d
15.	a
16.	a
17.	b
18.	b
19.	c
20.	e
21.	e
22.	b
23.	d
24.	c
25.	b
26.	e
27.	b
28.	b
29.	b
30.	e

31.	b
32.	b
33.	a
34.	b
35.	a
36.	e
37.	c
38.	d
39.	b
40.	c
41.	d
42.	c
43.	b
44.	c
45.	a
46.	b
47.	e
48.	d
49.	b
50.	a
51.	a
52.	b
53.	a
54.	c
55.	b
56.	c
57.	b
58.	c
59.	d
60.	a