

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE QUÍMICA

PROBLEMAS

1. Calcúlese el peso atómico medio del magnesio, dada la siguiente composición:
Mg-24 : 78,70% , masa atómica = 23,9850
Mg-25 : 10,13% , masa atómica = 24,9858
Mg-26 : 11,17% , masa atómica = 25,9826 (Resp: Peso atómico medio: 24,3095)
2. El galio consta de un 60,0% de Ga-69 (m = 68,93 Umas) y un 40,0% de Ga-71 (m = 70,93 Umas).
Calcular el peso atómico del galio ordinario. (Resp: Peso atómico medio: 69,73)
3. Si la composición volumétrica del aire es 78% de Nitrógeno, 21% de oxígeno, 0,6% de dióxido de carbono, 0,2% de vapor de agua y el 0,2% de argón, ¿Cual será el peso molecular aparente del aire? (Resp: P. m.= 28,856)
4. Dada una muestra de SULFATO DE CALCIO. Calcular: a) Su composición centesimal; b) ¿Cuántos moles y moléculas de dicho compuesto hay en 13,6 gramos del mismo? c) ¿Y cuántos átomos de oxígeno? (Resp: a) 29,41% Ca, 23,53% S, 47,06% O; b) 0,1 moles y 6,023.10²² moléc. ; c) 24,092.10²² átomos de Oxígeno)
5. Calcular los correspondientes pesos moleculares a partir de los datos siguientes:
Compuesto A : 12,6 moles pesan 1380 g.
Compuesto B : 0,580 moles pesan 211 g.
Compuesto C : 0,00281 moles pesan 0,489 g. (Resp: Pesos molec.: a= 109,52; b = 363,79; c = 174,02)
6. Calcular el número de moles y de moléculas que hay en 30 g de oxígeno. ¿Qué volumen ocuparán en condiciones normales? (Resp: 0,937 moles ; 5,65.10²³ moléculas ; 21 litros en C.N.)
7. Calcular el número de átomos que hay en 8 g. de Mercurio. (Resp: 2,4 . 10²² átomos)
8. Calcular el número de moléculas que: hay en 3 mg. de cloruro de sodio. (Resp: 3,1.10¹⁹ moléculas)
9. Calcular el número de átomos que hay de cada elemento en 0,3 g. de carbonato de sodio.
(Resp: 1,7 . 10²¹ átomos de C, 3,4.10²¹ átomos de Na y 5,11.10²¹ átomos de O)
10. ¿Cuántas moles y moléculas hay en 3 mg de sulfuro de sodio? ¿Cuántos átomos de cada elemento hay?
(Resp: Hay 3,85.10⁵ moles y 2,32.10¹⁹ moléculas. Y hay 2,32.10¹⁹ át. de S y 4,64.10¹⁹ át. de Na)
11. Calcule la masa de 10²⁵ moléculas de dicromato de sodio. ¿Cuántos átomos de cada elemento hay?

RESOLUCIÓN:

La fórmula del dicromato de sodio es: Na₂Cr₂O₇, y su peso molecular (o masa molecular media) es

$$P_m \text{ del Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = 2.22,99 + 2.52,00 + 7.16,00 = 261,98$$

Por tanto podemos establecer las relaciones entre moles - moléculas y gramos, tanto las generales como calcular las referentes a este problema, pudiendo resolver así las correspondientes reglas de tres:

1 mol de Na ₂ Cr ₂ O ₇ ---	6,023.10 ²³ moléculas de Na ₂ Cr ₂ O ₇ ---	261,98 g de Na ₂ Cr ₂ O ₇
X moles -----	10 ²⁵ moléculas -----	Y gramos

y de ahí:

$$X = \frac{10^{25} \cdot 1}{6,023 \cdot 10^{23}} = 16,60 \text{ moles de Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \quad Y = \frac{10^{25} \cdot 261,98}{6,023 \cdot 10^{23}} = 4349,66 \text{ gramos de Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

El número de átomos de cada elemento lo deducimos de la propia fórmula: Na₂Cr₂O₇, en la que vemos que cada molécula contiene dos átomos de sodio, dos átomos de cromo y siete átomos de oxígeno

Nº átomos de sodio = Nº de átomos de cromo = **$2 \cdot 10^{25}$ átomos**
Nº de átomos de oxígeno = **$7 \cdot 10^{25}$ átomos**

12. El análisis de la clorofila dio un 2,68% de magnesio. ¿Cuántos átomos de magnesio hay en 1 gramo de clorofila? (Resp: Hay $6,72 \cdot 10^{20}$ átomos de Mg)
13. Ordene las siguientes cantidades de mayor a menor número de moles: a) 10^{22} átomos de hierro. b) 6,70 g de hierro. c) 0,11 átomos-gramo de hierro. (Resp: $b (0,120 \text{ moles}) > c (0,11) > a (0,017)$)
14. ¿Cuántos gramos de NH_3 hay en 0,400 moles de amoniaco? ¿Cuántas moléculas? ¿Cuántos átomos y cuántos átomos-gramo de cada elemento hay? (Resp: a) 6,8 g ; b) $2,4 \cdot 10^{23}$ moléculas y c) $2,4 \cdot 10^{23}$ átomos de N y $7,2 \cdot 10^{23}$ átomos de H ; 0,400 át-g de N y 1,200 át-g de H)
15. El peso atómico del aluminio es 26,98. ¿Cuanto "pesa" en gramos un átomo de aluminio? (Resp: Hay $4,48 \cdot 10^{-23}$ gramos)
16. La densidad del calcio es $1,54 \text{ g/cm}^3$. Calcular el volumen de 1 mol de calcio. (Resp: 25,97 ml)
17. En una cucharada de azúcar ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) caben 4 gramos. Calcular:
a) el número de moles y de moléculas que hay en una cucharada.
b) Número de átomos de carbono que tiene esa cucharada
(Resp: a: $0,0117 \text{ moles} = 7 \cdot 10^{21}$ moléculas ; b: $8,46 \cdot 10^{22}$ átomos de C)
18. Calcular la composición centesimal de las siguientes sustancias
a) Dicromato de potasio b) Permanganato de potasio
c) Sulfuro ferroso d) Ortofosfato de sodio
e) Nitrato de amonio f) Cloruro de calcio hexahidratado.
19. Calcular el número de gramos de sodio que hay en 14 g. de Sulfato de sodio. ¿ Cual es el porcentaje de sodio ? (Resp: 4,53 g de Na ; 32,39% de Na)
20. ¿Cuántos gramos de un compuesto que contiene un 52,17 % de Carbono deben quemarse para obtener 6,25 g. de dióxido de carbono? (Resp: 3,27 g del compuesto)
21. Queremos formar un compuesto en el que entren 2 átomos de cromo por cada 3 de azufre. Si solo disponemos de 5,00 g de azufre, ¿Cuanto cromo necesitaremos?
22. Calcular la fórmula empírica de los compuestos cuya composición es la siguiente:
a) 25,00% de B, 2,27% de H y el resto O
b) 17,60% de B, 4,83% de H y el resto O
c) 20,75% de B, 3,76% de H y el resto O
d) 65,79% de As, 20,17% de Na y el resto O
e) 57,14% de Br, 20,00% de Fe y el resto O
f) 35,37% de Cr, 26,53% de K y el resto O
g) 63,69% de W, 13,89% de Ca y el resto O
h) 20,00 de S, 39,81% de Cu y el resto O
23. Un compuesto contiene un 77,50% en peso de un elemento A y el resto de B. Determinar cuántos gramos de ese compuesto se obtendrán cuando se hacen reaccionar 8,30 g del elemento A con 4,50 g de B. ¿Quedará alguna cantidad de A o de B sin reaccionar? (Resp: 10,71 g del compuesto; sobran 2 g de B)
24. Sabemos que 10,00 g de un elemento A reaccionan exactamente con 3,50 g de otro elemento B para dar un compuesto C. ¿Cuántos gramos de C se obtendrán cuando se hacen reaccionar 18,20 g de A con 6,50 g de B? ¿Cuántos gramos de A o de B sobrarán? (Resp: 24,57 g de C ; sobran 0,13 g de B)
25. Cuando se hacen reaccionar 8,60 g de una sustancia A con 2,08 g de otra sustancia B se obtienen 3,06 g de un producto C y una cierta cantidad de D. ¿Cual es esta cantidad? (Resp: 7,62 g de D)
26. Cuando se hacen reaccionar 4,20 g de una sustancia A con una cierta cantidad de otra sustancia B se obtienen 3,80 g de un producto C y 2,15 g de otro producto D. ¿Cual fue la cantidad de "B" utilizada?
27. Un compuesto C se obtiene haciendo reaccionar 3,27 g de un elemento A con 5,33 g de otro elemento B.

Determinar la composición centesimal del producto C obtenido. (Resp: 38,02% de A y 61,98% de B)

28. Se sabe que 15,32 g de un elemento A reaccionan con una cierta cantidad de otro elemento B para dar 34,55 g de un compuesto C. ¿Cuántos gramos de C se obtendrán cuando se hacen reaccionar 10,38 g de A con 8,50 g de B? ¿Sobra alguna cantidad de A o de B? ¿Cuál es la composición centesimal del producto C? (Resp: sobran 3,61 g de A ; se obtienen 15,27 g de C y tiene un 44,34% de A)
29. Al analizar un óxido de plomo se encontró que éste tenía un 86,61% de plomo. ¿Cuál es ese óxido? ¿Cuántos gramos del mismo se obtendrán con 0,593 g de plomo? (Resp: PbO_2 , Se obtienen 0,685 g)
30. El análisis de un óxido de cromo indica que su contenido de metal es de un 68,4%. ¿Cuál es su fórmula? (Resp: Cr_2O_3)
31. Un óxido de estaño está formado por un 78,8% de estaño y 21,2% de oxígeno. Determinar la fórmula empírica de este compuesto. (Select. León-septiembre 91)
32. El sulfato de cobre(II) posee un 36,07% de agua de cristalización. Determinar su fórmula empírica. (Resp: $CuSO_4 \cdot 5H_2O$)
33. El perclorato de plomo de una disolución acuosa cristaliza en forma de hidrato: $Pb(ClO_4)_2 \cdot xH_2O$. Si los cristales contienen un 45,0% de plomo ¿Cuál es el valor de "x" en la fórmula? (Resp: $Pb(ClO_4)_2 \cdot 3H_2O$)
34. Cuando se queman 2,80 g de hierro se forman 4,00 g de óxido. Determinar la fórmula empírica del mismo. (Resp: Fe_2O_3)
35. Se tienen dos minerales de cobre cuyas fórmulas simplificadas son Cu_2S y Cu_5FeS_4 ¿Cuál de los dos tiene mayor riqueza en cobre? ¿Y en azufre? (Resp: Más cobre el Cu_2S , y más azufre el Cu_5FeS_4)
36. La sal de Mohr tiene de fórmula $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$. Calcular el % de amonio, de hierro y de agua de cristalización que contiene. ¿Cuál es su riqueza en óxido de hierro(II)? (Resp: 9,18% de NH_4 14,29% de Fe ; 27,55% de agua y 18,37% de FeO)
37. Comprobar si los siguientes datos cumplen la ley de las proporciones definidas:
a) Cuando se calientan 0,635 g de cobre en presencia de oxígeno se obtienen 0,794 g de óxido.
b) Cuando se hacen reaccionar 1,270 g de cobre con ácido nítrico se obtiene una cierta cantidad de nitrato de cobre(II), de cuya descomposición térmica se obtienen 1,593 g del óxido anterior.
c) 0,378 g de cobre se convirtieron en carbonato de cobre(II) el cual originó 0,476 g del óxido anterior por descomposición térmica. (Resp: La proporción Cu/O en los 3 es 4/1)
38. El óxido de plata contiene 6,903% de oxígeno. Si 2,465 g de plata se transforman en 4,290 g de bromuro de plata, calcule los pesos equivalentes de la plata y del bromo. (Resp: $Peq Ag=107,892; Peq Br=80,006$)
39. Al quemar completamente un hidrocarburo (formado exclusivamente por carbono e hidrógeno) se obtienen 2,200 gramos de óxido de carbono(IV) y 1,125 gramos de agua. Determinar la fórmula empírica del compuesto. (Resp: $(C_2H_5)_n$)
40. La combustión de 7,49 g de un compuesto formado por C, H y O produce 14,96 g de dióxido de carbono y 6,13 g de agua. El peso molecular del compuesto es 176. Calcular su fórmula molecular. (Resp: $(C_2H_4O)_n (C_2H_4O)_4$)
41. El análisis de una mezcla de monóxido y dióxido de carbono dio un 33,28% de carbono. Determinar la composición de esta mezcla de gases.

RESOLUCIÓN:

Dado que nos dan el dato del 33,28% de carbono, vamos a partir de una muestra de 100 g., en la cual tendremos, por tanto, 33,28% de carbono y el resto: $100 - 33,28 = 66,72$ g es oxígeno.

Puesto que la masa total de la muestra es de 100 g, también sumarán 100 g las cantidades de CO y de CO_2 , de este modo, si llamamos "a gramos" a la cantidad de CO que tenemos, la cantidad de CO_2 será = $(100 - a)$ gramos.

La cantidad total de carbono que tenemos (33,28 g) estará repartida entre el CO y el CO_2 ,

teniendo en cuenta que en un mol de CO (28 g) hay un átomo-gramo (12 g) de Carbono y que en un mol de CO₂ (44 g) hay 12 gramos de carbono, tendremos:

$$\text{Cantidad de Carbono en "a" gramos de CO} = \frac{12}{28} \cdot a$$

y así: **Cantidad de Carbono en "100 - a" gramos de CO₂ = $\frac{12}{44} \cdot (100 - a)$**

$$\frac{12}{28} \cdot a + \frac{12}{44} \cdot (100 - a) = 33,28 \text{ donde, al resolver la ecuación para calcular "a" nos}$$

da: $12 \cdot 44 \cdot a + 1200 \cdot 28 - 12 \cdot 28 \cdot a = 33,28 \cdot 28 \cdot 44$ $528 \cdot a - 336 \cdot a = 41000,96 - 33600$;
 $192 \cdot a = 7400,96$; de donde **a = 38,55 g CO**

es decir que la composición de la muestra será: **38,55% de CO y el resto: 61,45% de CO₂**

42. Se electroliza durante un cierto tiempo una disolución de sulfato de níquel(II). En el cátodo se depositan 2,088 g de Níquel, mientras que en el ánodo se desprenden 0,422 litros de oxígeno medidos sobre agua a 14°C y 766 mm de Hg. Si el níquel actúa como divalente, calcular el peso atómico exacto de dicho metal. Presión de vapor del agua a 14°C = 12 mm Hg (Resp: Pat = 58,714)
43. ¿Cual es la composición en peso de una mezcla de yoduro de mercurio(I) y de yoduro de mercurio(II) que se obtendrá al triturar pesos iguales de yodo y de mercurio? (Resp: 65,50% de Hg I₂)
44. 2,5431 g de un óxido de hierro se tratan con ác. Clorhídrico y se obtienen 5,1665 g del cloruro correspondiente. Sabiendo que el peso equivalente y el atómico del cloro coinciden, hallar el peso equivalente del hierro (Resp: P eq = 18,6124)

RESOLUCIÓN

Suponemos que se tienen "x" gramos de Fe, por lo que en el óxido el resto será oxígeno en el óxido y cloro en el cloruro. Así:

- gramos de oxígeno en el óxido: (**2,5431 - x**) g de oxígeno
- gramos de cloro en el cloruro: (**5,1665 - x**) g de cloro.

Teniendo en cuenta, además, que

- A) en el óxido en número de equivalentes de Hierro ha de ser igual al número de equivalentes de oxígeno
- B) en el cloruro, el número de equivalentes de hierro ha de ser igual al número de equivalentes de cloro
- C) Tanto la cantidad de hierro como su valencia son las mismas en el óxido que en el cloruro

resultará que: **Nº equivalentes de O = Nº equivalentes de Fe = Nº de equivalentes de Cl**
y el número de equivalentes de cada elemento se obtiene al dividir la masa de ese elemento entre su peso equivalente, y que este peso equivalente se conoce para el oxígeno (**8,000 g/equivalente**) y en el caso del cloro nos indica el enunciado del problema que el peso equivalente coincide con el peso atómico, será, para éste: **35,4527 g/equivalente**, de donde:

$$\text{Nº equivalentes de O} = \text{Nº equivalentes de Fe} = \text{Nº de equivalentes de Cl}$$

$$\frac{2,5431 - X}{8,000} = \frac{X}{P \text{ equiv Fe}} = \frac{5,1665 - X}{35,4527}$$

Igualando el número de equivalentes del Fe a los de Cloro:

$$\frac{2,5431 - X}{8,000} = \frac{5,1665 - X}{35,4527} \text{ Donde al despejar nos queda:}$$

$$X = 1,7786 \text{ g de hierro en ambos compuestos}$$

de esta forma: g de O en el óxido = 2,5431 - 1,7786 = 0,7645 g =>

$$(0,7645/8,000) = 0,09556 \text{ equivalentes de O}$$

y en el cloruro : gramos de cloro = $5,1665 - 1,7786 = 3,3879 \text{ g} \Rightarrow$
 $(3,3879 / 35,4527) = 0,09556$ equivalentes de Cl
 y este número de equivalentes será también el de hierro en ambos compuestos, así

Nº equiv. de Fe = (gramos de Fe) / (Peso equivalente del Fe) $0,09556 = 1,7786 / P$ equiv del Fe

y de ahí: **Peso equivalente del Fe = 18,6124 g/equivalente**

45. Un determinado metal puede formar dos cloruros que contienen respectivamente un 50,91% y un 46,37% en peso del metal. Determinar el posible valor del peso atómico de dicho metal. (Resp: 184)
46. Una tira de cobre electrolíticamente puro, que pesa 3,178 g se calienta fuertemente en corriente de oxígeno hasta que toda ella se convierte en óxido negro. Este polvo resultante pesa 3,978 g. Calcular la fórmula empírica de este óxido. (Resp.: CuO)
47. Se quema completamente una cierta cantidad de un hidrocarburo, obteniéndose como únicos productos de la combustión 4,5 g de agua y 4,48 litros de dióxido de carbono medidos en Condiciones Normales. Determinar la fórmula empírica de dicho hidrocarburo. (Resp.: C₂H₅)
48. La combustión de 7,49 g de un compuesto formado por C, H y O produce 14,96 g de dióxido de carbono y 6,13 g de agua. El peso molecular del compuesto es 176. Calcular sus fórmulas empírica y molecular.

RESOLUCIÓN

Al quemarse el compuesto, todo el C irá a parar al dióxido de carbono y todo el H irá al agua, por lo que las cantidades de ambos elementos pueden determinarse directamente, pero el O que contenía el compuesto se repartirá entre ambos, junto con el O del aire necesario para la combustión, por lo que la cantidad de oxígeno se determinará por diferencia entre la cantidad inicial de muestra y las cantidades de C e H.

g. de C en el CO₂ = $14,96 \cdot \frac{12}{44} = 4,08 \text{ g de C}$; g. de H en el H₂O = $6,13 \cdot \frac{2}{18} = 0,68 \text{ g de H}$

por lo que la cantidad de O que había en la cantidad inicial del compuesto orgánico es:

$$7,49 - 4,08 - 0,68 = 2,73 \text{ g de O}$$

Teniendo en cuenta estas cantidades, determinamos el número de átomos gramo de cada elemento que hay en estas cantidades

$$\left. \begin{array}{l} \text{g de C: } \frac{4,08}{12} = 0,34 \\ \text{g de H: } \frac{0,68}{1} = 0,68 \\ \text{g de O: } \frac{2,729}{16} = 0,17 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{C: } \frac{0,34}{0,17} = 2 \\ \text{H: } \frac{0,68}{0,17} = 4 \\ \text{O: } \frac{0,17}{0,17} = 1 \end{array} \quad \text{por lo que la formula empirica es: } (C_2H_4O)_x$$

Para determinar su fórmula molecular, se sabe que su peso molecular es 176, por lo que:

$$176 = x \cdot (2 \cdot 12 + 4 \cdot 1 + 1 \cdot 16) ; x = 4 \text{ y así, la fórmula molecular es: } C_8H_{16}O_4$$

49. Una mezcla de 0.99 g formada por óxidos de cobre(I) y (II) reacciona en caliente con hidrógeno y se obtienen 0,85 g de cobre. Calcula la composición de la mezcla inicial de ambos óxidos.

RESOLUCIÓN

Suponemos que la muestra inicial está formada por "x" gramos de CuO, e "y" gramos de Cu₂O, por lo que tenemos: **x + y = 0,99**, al hacer un balance total de materia.

Si hacemos ahora un balance al cobre: (g de Cu en CuO + g de Cu en el Cu₂O = 0,85) donde:

$$\text{g de Cu en el CuO} = \frac{63,5 \cdot x}{79,5} = 0,799 \cdot x ; \text{ g de Cu en el Cu}_2\text{O} = \frac{127 \cdot y}{143} = 0,888 \cdot y$$

de esta manera nos queda el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\left. \begin{array}{l} x + y = 0,99 \\ 0,799 \cdot x + 0,888 \cdot y = 0,85 \end{array} \right\} \text{ y al resolverlo: } x = 0,327 \text{ g de CuO ; } y = 0,663 \text{ g de Cu}_2\text{O ;}$$

cantidades éstas que expresadas en % : **33,0% de CuO y 67,0% de Cu₂O**