

## TEST DE QUÍMICA CON ENUNCIADOS FORMATIVOS

### Determinación de fórmulas (I)

1. La piedra imán o magnes, nombre atribuido al dramaturgo griego Eurípides, que tiene su origen en un personaje mitológico Magnes, hijo de Eolo (dios del viento), fundador de la ciudad de Magnesia, donde se encontró dicha piedra que se llamó inicialmente, piedra de Herácles (Hércules) ya que era capaz de atraer al hierro. Se trata de un óxido de hierro, del cual una muestra de 10,0 gramos del óxido contiene 7,2g de hierro dirás que se trata de un compuesto de fórmula:

- a)  $FeO$       b)  $Fe_2O_3$       c)  $Fe_3O_4$       d)  $FeO_2$       e) Ninguna de las fórmulas dadas

MA; O=16; Fe=55,8

#### SOLUCIÓN

Se calcula el n° de moles de átomos de hierro y de oxígeno que hay en la muestra, y se halla su menor relación de números enteros

$$\text{Moles de átomos de hierro} = \frac{7,2g}{55,8 \frac{g}{mol}} = 0,06 \quad \text{moles de átomos de oxígeno} = \frac{10 - 7,2g}{16 \frac{g}{mol}} = 0,08$$

Relación =  $n \cdot 0,08 / 0,06 = 1,33n$ , el valor de n para la mínima relación de números enteros es 3; por lo tanto será 4/3 y la fórmula  $Fe_3O_4$  que coincide con la propuesta c.



Foto 1



Foto 2

2. El sulfato de cobre(II), fue llamado vitriolo azul o piedra azul, obtenido por Glauber en 1648. Es un compuesto herbicida y fungicida, por eso se emplea en los viñedos para combatir sus plagas y en las piscinas. Cristaliza con agua que se puede separar calentando fuertemente. Como se observa en la primera foto, si peso del producto que se calienta en la cápsula es de 6,26g, y al final del calentamiento cambia de color como se observa en la foto 2, y pesa 4,00g. Podrás asegurar que el número de moléculas de agua de cristalización que contenía el producto original es de:

- a) 3      b) 2      c) 4  
d) 5      d) Ninguno de los valores dados  
MA: S,32- O, 16 - Cu, 63,5 - H,1

#### SOLUCIÓN

$\frac{CuSO_4 \cdot xH_2O}{CuSO_4} = \frac{6,26}{4,00}$ . Sustituyendo las masas atómicas;  $\frac{63,5 + 32 + 64 + 18x}{63,5 + 32 + 64} = \frac{6,26}{4,00}$ . Resolviendo la ecuación;  $x=5$ , que corresponde a la propuesta d.

3. El yeso ya se conocía en el antiguo Egipto, pues en las pirámides se encontró junto con la cal. Es un sulfato de calcio cristalizado con varias moléculas de agua. sulfato de calcio, que se puede eliminar por desecación, calentándolo fuertemente como en el caso anterior. Si una determinada cantidad de producto, al calentar pierde un quinto de su peso, dirás que el número de moléculas de agua de cristalización es de:

- a) 5      b) 4      c) 3      d) 2      e) Ninguno de los valores dados

MA: S,32- O, 16 - Ca,40 - H,1

#### SOLUCIÓN

$\frac{CaSO_4 \cdot xH_2O}{CaSO_4} = \frac{5}{4}$ ; Sustituyendo las masas atómicas;  $\frac{40 + 32 + 64 + 18x}{40 + 32 + 64} = \frac{5}{4}$ . Resolviendo la ecuación;  $x=2$ , que corresponde a la propuesta d.

4. La antiguamente denominada sal de álcali volátil o mefito de sosa, nombre dado porque al ser calentado producía un gas no respirable (Mefitis era una divinidad itálica protectora contra los malos vahos), era un compuesto que anhidro presentaba la siguiente composición: C=11,32 O=45,28%, Na= 43,40%, pero cristalizado con agua, el % de carbono pasaba a ser del 4,2%. Según eso dirás que su fórmula con el agua de cristalización deberá ser:

- a)  $\text{NaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$       b)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$       c)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$   
d)  $\text{NaCO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$       e) Ninguna de las fórmulas dadas

MA: C,12- O, 16 - Na, 23 - H,1

**SOLUCIÓN**

Primero se determina la fórmula empírica de la sal anhidra, calculando los moles de átomos de cada elemento en dicha fórmula en su mínima relación entera

$$\text{Para el C, } \frac{11,32}{12} = 0,94 ; \text{ para el O, } \frac{45,28}{16} = 2,83 ; \text{ para el Na, } \frac{43,40}{23} = 1,87$$

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 1:3:2, por lo que la fórmula de la sal anhidra será  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , e hidratada  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Calculando x, por el mismo sistema de los test anteriores.

$$\text{Así en la sal cristalizada } \frac{46 + 12 + 48 + 18x}{12} = \frac{100}{4,2}. \text{ Resolviendo } x=10. \text{ La propuesta correcta será la c}$$

5. La sal de Epsom también llamada sal amarga purgante, se llama así al ser obtenida ya en 1695 por Nehemiah Grew, en un manantial del pueblo inglés de Epsom, empleándose como purgante. Anhidra, presenta la siguiente composición: S, 26,67%- O, 53,33% y Mg, 20,00% pero al cristalizar con agua, el % en magnesio disminuye hasta casi la mitad, 9,76%. Según eso podrás afirmar que la fórmula de la sal de Epsom es :

- a)  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$       b)  $\text{MgSO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$       c)  $\text{MgSO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
d)  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$       e) Ninguna de las fórmulas dadas

MA: C,12- O, 16 - Mg, 24 - H,1

**SOLUCIÓN**

Se resuelve como en el test anterior

$$\text{Para el S, } \frac{26,67}{32} = 0,83 ; \text{ para el O, } \frac{53,33}{16} = 3,33 ; \text{ para el Mg, } \frac{20,00}{24} = 0,83$$

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 1:4:1, por lo que la fórmula de la sal anhidra será  $\text{MgSO}_4$ , e hidratada  $\text{MgSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Calculando x, por el mismo sistema de los test anteriores.

$$\text{Así en la sal cristalizada } \frac{24 + 32 + 64 + 18x}{24} = \frac{100}{10}. \text{ Resolviendo aproximadamente } x=7. \text{ La propuesta correcta será la d.}$$

6. Otra sal empleada como purgante, la de Glauber, llamada también sal mirábil, porque le había curado "milagrosamente" del mal de Hungría (un tifus), al beber agua de un manantial cerca de Viena, tiene una composición cuando está anhidra : S=22,53%- O=45,07% y Na=32,39%, pero al cristalizar con agua, su composición se modifica de forma que el porcentaje de sodio pasa a ser del 14,29%, dirás por lo tanto su fórmula cuando cristaliza con agua será:

- a)  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$       b)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$       c)  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$   
d)  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$       e) Ninguna de las fórmulas dadas

MA: S,32- O, 16 - Na, 23 - H,1

**SOLUCIÓN**

Se resuelve como en el test anterior

$$\text{Para el S, } \frac{22,53}{32} = 0,70 ; \text{ para el O, } \frac{45,07}{16} = 2,82 ; \text{ para el Na, } \frac{32,39}{23} = 1,4$$

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 1:4:2, por lo que la fórmula de la sal anhidra será  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , e hidratada  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Calculando x, por el mismo sistema de los test anteriores.

$$\text{Así en la sal cristalizada } \frac{23 \cdot 2 + 32 + 64 + 18x}{23 \cdot 2} = \frac{100}{14,29}. \text{ Resolviendo aproximadamente } x=10. \text{ La propuesta correcta será la b.}$$

7. Más famosa si cabe fue la sal de la Rochelle o sal de Seignette, descubierta en 1650 por Eli Seignette, boticario del pueblecito francés de la Rochelle, era la “sal policrística” por excelencia (valía para todos los remedios). 250 años después se descubrió que era piezoeléctrica, o sea producía electricidad al ser comprimida. La composición de la sal anhidra es C=22,87%; O=45,71%, H=1,90%, Na=10,95% y K=18,57%, sin embargo cristalizada con agua, modifica su composición de tal forma que el % de O, aumenta hasta 56,74%, por ello podrás decir que la fórmula del compuesto cristalizado es:

- a)  $C_4O_4H_4NaK \cdot 2H_2O$       b)  $C_4O_8H_4NaK \cdot 4H_2O$       c)  $C_4O_6H_4NaK \cdot 4H_2O$   
d)  $C_4O_4H_4NaK \cdot 4H_2O$       d) Ninguna de las fórmulas dadas

MA: C, 12 - O, 16 - Na, 23 K, 39 - H, 1

SOLUCIÓN

Se resuelve como en el test anterior

Para el C,  $\frac{22,87}{12} = 1,91$  ; para el O,  $\frac{45,71}{16} = 2,86$  ; para el H,  $\frac{1,90}{1} = 1,9$  ; para el Na,  $\frac{10,95}{23} = 0,47$  ;

para el K,  $\frac{18,57}{39} = 0,47$ . Dividiendo por el menor, tenemos una relación 4:6:4:1:1, por lo que la fórmula de la sal anhidra será  $NaKH_4C_4O_6$  e hidratada  $NaKH_4C_4O_6 \cdot xH_2O$ . Calculando x, por el mismo sistema de los test anteriores, teniendo en cuenta que el oxígeno también está presente en las moléculas de agua.

$\frac{23 + 39 + 12 \cdot 4 + 4 \cdot 16 + 18x}{4 \cdot 16 + 16x} = \frac{100}{56,74}$ . Resolviendo la ecuación  $x=4$ , por lo que la fórmula de dicha sal será:

$NaKH_4C_4O_6 \cdot 4H_2O$ . La propuesta correcta es la c

8. El francés Dumas, creó el sistema de las densidades de vapor para calcular las masas moleculares de los diferentes compuestos, así en 1832, encontró una forma alotrópica del azufre que a 800K y 1 atm de presión tenía una densidad de vapor de 2,93 g/L, por lo cual podrás asegurar que dicha forma contenía un número de átomos de azufre de :

- a) 4      b) 8      c) 6      d) 9      e) Ninguno de los valores dados

DATOS. S, 32; R= 0,082 atm.L. K<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>. MA: S, 32-

SOLUCIÓN

A partir de la ecuación de los gases  $PV=nRT$ , como  $n=gs/MM$ ;  $\frac{g_s}{V} = d_{vapor} = \frac{MM \cdot P}{RT}$ , , despejando la masa molar y

sustituyendo,  $MM = \frac{d_{vapor} RT}{P} = \frac{2,93 \frac{g}{L} \cdot 0,082 \frac{atm \cdot L}{K \cdot mol} \cdot 800K}{1 atm} = 192 g mol^{-1} = S_x = 32x$ ;  $x=6$ . Por lo tanto se trata del  $S_8$

Por lo tanto la propuesta correcta es la b

9. El azufre es uno de los elementos que posee mas formas alotrópicas, término creado por el sueco Berzelius en 1841, para significar las formas en las que un elemento, se comporta con distintas propiedades ( en griego significa distintas maneras o formas, diferenciándola de la isotopía. Una de las formas alotrópicas es la beta, descrita por Mitscherling en 1823. Este compuesto se disuelve perfectamente en sulfuro de carbono. Si se prepara una disolución disolviendo 11,3g de este azufre en 100g de sulfuro de carbono, se observa un ascenso ebulloscópico de 0,9°C, por lo que podrás asegurar que dicho azufre, está formado por un número de átomos de azufre, de :

- a) 4      b) 8      c) 6      d) 9      e) Ninguno de los valores dados

DATOS. Ke para el sulfuro de carbono 2,29 K.kg.mol<sup>-1</sup>. MA: S=32

SOLUCIÓN

Teniendo en cuenta que  $\Delta t = km$  y que  $m = \frac{n_s}{kg_d}$ ; y que el incremento celsius es igual al kelvin. Sustituyendo:

$0,9K = 2,29K \cdot kg \cdot mol^{-1} m$  ;  $m = 0,39 mol kg^{-1} = ns/0,1kg$ ;  $ns = 0,0393 moles = 11,3g/MM$ ;  $MM = 287,5g/mol = xS = x32$ , de lo que  $x = 9$  corresponde a la propuesta d, o sea el  $S_9$

10. El carbonato sódico, se obtenía hasta 1787, de las cenizas de plantas marinas. Después Nicolás Leblanc, creó un procedimiento industrial. Es un compuesto que cristaliza con agua, que enseguida se descompone (si se calienta por encima de los 270°C se descompone el carbonato). Su % de oxígeno aumenta en 1,6 veces según se considere la sal anhidra, o la sal cristalizada con agua, dirás entonces que el número de moléculas de agua de cristalización es de :

- a) 2                      b) 5                      c) 4                      d) 10                      e) Ninguno de los valores dados

MA: C,12- O, 16 - Na, 23 - H,1

SOLUCIÓN

Se calcula el % de O en la sal anhidra, después el de la sal hidratada, y se aplica el sistema empleado en test anteriores. Como la fórmula de la sal anhidra será  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , la masa molecular es 106u, como la del oxígeno es  $3 \cdot 16 = 48\text{u}$ , el % de O, será  $4800/106 = 45,28\%$ . Si aumenta en 1,6 veces, el % de O de la sal hidratada será  $45,28 \cdot 1,6 = 73,73\%$

Como la fórmula de la sal hidratada  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . se calcula x, por el mismo sistema de los test anteriores.

$$\frac{106 + 18x}{48 + 16x} = \frac{100}{73,73}, \text{ de lo que } x = 10, \text{ que corresponde a la propuesta d}$$

11. Stock es conocido por generalizar el sistema de formulación de los complejos de Werner, a los demás compuestos inorgánicos, sin embargo fue el primer químico conocido muerto a causa de un envenenamiento por vapores de mercurio, al estudiar en profundidad los hidruros de boro, compuestos volátiles a baja presión, enfermedad que fue describiendo a sus últimos años como si de un experimento se tratara. Los hidruros de boro tienen estructuras muy diversas. Si te dicen que uno de ellos tiene un % de boro de 86,63%, y su densidad de vapor a 350K y 0,5 atm, es  $1,14\text{gL}^{-1}$ , podrás asegurar que su fórmula es :

- a)  $\text{B}_2\text{H}_6$                       b)  $\text{B}_4\text{H}_{10}$                       c)  $\text{B}_6\text{H}_{10}$   
d)  $\text{B}_3\text{H}_9$                       e) Ninguna de las dadas

R= 0,082 atm.lit  $\text{K}^{-1}$  .mol<sup>-1</sup>. B=10,8; H=1

SOLUCIÓN

Primero se determina la fórmula empírica del compuesto, calculando los moles de átomos de cada elemento en dicha fórmula en su mínima relación entera

$$\text{Para el N, } \frac{86,63}{10,8} = 8 ; \text{ para el H, el \%} = 100 - 86,63 = 13,37 ; \frac{13,37}{1} = 13,37$$

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 1:1,66 que nos dará una relación mínima ( $\text{BH}_{1,66}$ ) multiplicaremos por un factor que se determinará a partir de la masa molar, que se obtiene por el método de las densidades de vapor

$$\frac{g_s}{V} = d_{\text{vapor}} = \frac{MM \cdot P}{RT}, \text{ , despejando la masa molar y sustituyendo:}$$

$$MM = \frac{d_{\text{vapor}} RT}{P} = \frac{1,14 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot 350\text{K}}{0,5 \text{ atm}} = 74,8 \text{ g mol}^{-1} = (\text{BH}_{1,66})_x = (10,8 + 1,66)x; x = 6. \text{ Por lo tanto se trata del}$$

$\text{B}_6\text{H}_{10}$ . Por lo tanto la propuesta correcta es la c

12. El fósforo fue el elemento químico más importante descubierto en la época alquimista. Todo ello porque emitía luz y se le creyó una fuente primaria de energía. En 1650, los gobiernos de la época, se disputaron su proceso de obtención, como 300 años más tarde lo harían con la bomba atómica. La primera fábrica productora, fue el hombre, pues se extrajo de su orina, y la primera fábrica, la sufrida guarnición de la plaza de Hannover, con cuya "colaboración urinaria" se montó. Su fórmula molecular se determinó por ebulloscopía, pero su disolución no se pudo realizar en agua, sino en sulfuro de carbono. Si 0,15g. del mismo se disolvieron en 17,3g. de aquel disolvente, experimentando la disolución una elevación del punto de ebullición de 0,16°C. Dirás que su fórmula molecular será:

- a)  $\text{P}_2$                       b)  $\text{P}_4$                       c)  $\text{P}_6$                       d)  $\text{P}_3$                       e) Ninguna de las dadas

DATOS. Ke para el sulfuro de carbono 2,29 K.kg.mol<sup>-1</sup>. MA: P,31

SOLUCIÓN

Operando como en el test 9.  $\Delta t = km$  y que  $m = \frac{n_s}{kg_d}$ ; y que el incremento celsius es igual al kelvin. Sustituyendo:

$$0,16\text{K} = 2,29\text{K} \cdot \text{kg} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot m ; m = 0,07 \text{ mol kg}^{-1} = n_s / 0,0173\text{kg} ; n_s = 0,0012 \text{ moles} = 0,15\text{g} / MM ; MM = 124,1\text{g/mol} = xP = x31 , \text{ de lo que } x = 4 \text{ corresponde a la propuesta b, o sea el } \text{P}_4$$

13. Uno de los muchos nombres con que fue conocido el cloruro de mercurioso, aparte de mercurio dulce, fue calomelano, nombre completamente inapropiado, dado que significa en griego negro bonito, aunque se trata de un sólido blanco. Se empleaba como purgante, para combatir las lombrices, e incluso contra la sífilis. Su composición arroja un % de Hg del 85%, y Baker encontró en 1900 que su densidad de vapor a 600K y 1 atmósfera de presión era de 9,6 g/L, según esto podrás asegurar que su fórmula molecular debería ser:

- a)  $Hg_3Cl_3$     b)  $HgCl_2$     c)  $Hg_2Cl_2$     d)  $HgCl$     e) Ninguna de las dadas

MA:  $R = 0,082 \text{ atm.lit K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Cl, 35,5- Hg, 200,6

SOLUCIÓN

Se determina la fórmula empírica del compuesto, calculando los moles de átomos de cada elemento en dicha fórmula en su mínima relación entera. Para el Hg,  $\frac{85,0}{200,6} = 0,42$ ; para el Cl, el  $\% = 100 - 85 = 15$ ;  $\frac{15}{35,5} = 0,42$

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 1:1, por lo que la fórmula empírica del compuesto será  $HgCl$ , para conocer la fórmula molecular, se necesita la masa molar que se calcula a través de las densidades de vapor

$$MM = \frac{d_{\text{vapor}} RT}{P} = \frac{9,6 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm.L}}{\text{K.mol}} \cdot 600\text{K}}{1 \text{ atm}} = 472,2 \text{ g mol}^{-1} = (HgCl)_x = (200,6 + 35,5)x; x = 2. \text{ Por lo tanto se trata del}$$

$Hg_2Cl_2$ . Por lo tanto la propuesta correcta es la c

14. Wislicenus, fue muy conocido por apoyar la teoría del carbono tetraédrico de Van't Hoff, cuando nadie la consideraba, empleándola para estudiar las isomerías del ácido láctico. Sin embargo en 1893, demostró la fórmula del ácido hiponitroso, que tenía un % de Nitrógeno del 45,16% y de O del 51,61%. Para ello preparó una disolución con 10g de dicho compuesto sólido en 100g de agua, observando un descenso del punto de congelación del agua de 3°. Según eso podrás asegurar que su fórmula molecular es:

- a)  $HNO$     b)  $H_2N_2O_2$     c)  $HNO_2$     d)  $HN_2O_2$     e) Ninguna de las dadas

MA: N, 14- O, 16 - H, 1 Ke para el agua 1,86 K.kg.mol<sup>-1</sup>.

SOLUCIÓN

Primero se determina la fórmula empírica del compuesto, calculando los moles de átomos de cada elemento en dicha fórmula en su mínima relación entera

$$\text{Para el N, } \frac{45,16}{14} = 3,23; \text{ para el O, } \frac{51,61}{16} = 3,23; \text{ para el H, el } \% = 100 - 45,16 - 51,61 = 3,23; \text{ ; } \frac{3,23}{1} = 3,23$$

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 1:1:1, por lo que la fórmula del ácido será  $HNO$

Para hallar la masa molecular se emplea la crioscopia, suponiendo que es un ácido muy débil y que  $i = 1$

$$\Delta t = k m_i \text{ y que } m = \frac{n_s}{kg_d}; \text{ y que el incremento celsius es igual al kelvin. Sustituyendo:}$$

$$3K = 1,86K \cdot kg \cdot mol^{-1} m; m = 1,61 \text{ mol kg}^{-1} = n_s / 0,1kg; n_s = 0,161 \text{ moles} = 0,10g / MM; MM = 62g/mol = xHNO = x(1 + 14 + 16)$$

,de lo que  $x = 2$ , por lo que la fórmula molecular será  $H_2N_2O_2$  corresponde a la propuesta b

15. En 1825, Oersted profesor danés famoso por sus experimentos con corrientes eléctricas e imanes, calentando fuertemente óxido de aluminio con carbón en corriente de cloro, obtuvo un compuesto de cloro y aluminio con un 20,22% de aluminio. Si su densidad de vapor a 377°C y 1 atm. es 5g/litro. Dirás que su fórmula molecular es:

- a)  $AlCl_3$     b)  $AlCl$     c)  $Al_3Cl_3$

- d)  $Al_2Cl_6$     e) Ninguna de las dadas

$R = 0,082 \text{ atm.lit K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Al=27; Cl=35,5

SOLUCIÓN

Se determina la fórmula empírica del compuesto, calculando los moles de átomos de cada elemento en dicha fórmula en su mínima relación entera. Para el Al,  $\frac{20,22}{27} = 0,75$ ; para el Cl, el  $\% = 100 - 20,22 = 79,78$ ;  $\frac{79,78}{35,5} = 2,25$

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 1:3, por lo que la fórmula empírica del compuesto será  $AlCl_3$ , para conocer la fórmula molecular, se necesita la masa molar que se calcula a través de las densidades de vapor

$$MM = \frac{d_{\text{vapor}} RT}{P} = \frac{5 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm.L}}{\text{K.mol}} \cdot 650\text{K}}{1 \text{ atm}} = 266,5 \text{ g mol}^{-1} = (AlCl_3)_x = (27 + 3 \cdot 35,5)x; x = 2. \text{ Por lo tanto se trata del}$$

$Al_2Cl_6$ . Por lo tanto la propuesta correcta es la d.

16. Los hidruros de germanio, se conocieron a partir de 1924, y presentan cierto paralelismo con los de carbono, aunque son menos inflamables. Si un determinado hidruro presenta un % de germanio del 96%, y su densidad de vapor a 400K y 1 atmósfera es de 4,61 g/L, podrás afirmar que se trata de un :

- a) digermano                      b) trigermano                      c) tetragermano  
d) germano                      e) Nada de lo dicho

$R = 0,082 \text{ atm.lit K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Ge=72,6; H=1

**SOLUCIÓN**

Se determina la fórmula empírica del compuesto, calculando los moles de átomos de cada elemento en dicha fórmula en su mínima relación entera

Para el Ge,  $\frac{96,0}{72,6} = 1,3$  ; para el H, el % =  $100 - 96 = 4$  ;  $\frac{4}{1} = 4$

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 1:3, por lo que la fórmula empírica del compuesto será  $\text{GeH}_3$ , para conocer la fórmula molecular, se necesita la masa molar que se calcula a través de las densidades de vapor

$$MM = \frac{d_{\text{vapor}} RT}{P} = \frac{4,61 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm.L}}{\text{K.mol}} \cdot 400\text{K}}{1 \text{ atm}} = 151,2 \text{ g mol}^{-1} = (\text{GeH}_3)_x = (72,6 + 3)x; x=2. \text{ Por lo tanto se trata del}$$

$\text{Ge}_2\text{H}_6$ . Por lo tanto la propuesta correcta es la a

17. Uno de los grandes misterios químicos del siglo XVIII, era la composición de una sustancia empleada para teñir, denominada azul de prusia, que al ser calentada desprendía un gas, que Gay Lussac, llamó cianógeno (de kianos, azul), que sólo contenía carbono y nitrógeno, con un % del primero de 46,2%. Si su densidad a 300K y 1 atm de presión es 2,11g/L, dirás que su fórmula molecular será:

- a) CN                      b)  $\text{C}_2\text{N}_2$                       c)  $\text{C}_3\text{N}_3$                       d)  $\text{C}_4\text{N}_4$                       e) Ninguna de las dadas

$R = 0,082 \text{ atm.lit K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ . C=12, N=14

**SOLUCIÓN**

Primero se determina la fórmula empírica del compuesto, calculando los moles de átomos de cada elemento en dicha fórmula en su mínima relación entera

Para el C,  $\frac{46,2}{12} = 3,84$  ; para el N, el % =  $100 - 46,2 = 53,8$  ,  $\frac{53,8}{14} = 3,84$

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 1:1, por lo que la fórmula empírica del compuesto será (CN), para conocer la fórmula molecular, se necesita la masa molar que se calcula a través de las densidades de vapor

$$MM = \frac{d_{\text{vapor}} RT}{P} = \frac{2,11 \frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 0,082 \frac{\text{atm.L}}{\text{K.mol}} \cdot 300\text{K}}{1 \text{ atm}} = 52 \text{ g mol}^{-1} = (\text{CN})_x = (12 + 14)x; x=2. \text{ Por lo tanto se trata del } \text{C}_2\text{N}_2. \text{ Por}$$

lo tanto la propuesta correcta es la b

18. Tratado elemental de química de Lavoisier, de 1789, al hacer referencia a las combinaciones del vinagre con el cobre, relata que su nombre antiguo era cardenillo, nombre nada apropiado, pues deriva del latín cadinus, morado, cuando su color es verdoso. La composición de la sal anhidra es la siguiente: C=26,45%; O=35,26%; H=3,31% y Cu=34,99%. Sin embargo al cristalizar con agua, el % de hidrógeno aumenta en un 0,7%. Con esos datos dirás que la fórmula de la sal cristalizada es:

- a)  $\text{CH}_3\text{COOCu} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$                       b)  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} \cdot \text{H}_2\text{O}$                       c)  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Cu} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
d)  $\text{CH}_3\text{COOCu} \cdot \text{H}_2\text{O}$                       e) Ninguna de las fórmulas dadas

MA: C, 12- O, 16 - Cu, 63,5 - H, 1

**SOLUCIÓN**

Se resuelve como los test 4-10

Para el C,  $\frac{26,45}{12} = 2,20$  ; para el O,  $\frac{35,26}{16} = 2,20$  ; para el H,  $\frac{3,31}{1} = 3,31$  ; para el Cu,  $\frac{34,99}{63,5} = 0,55$  ;

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 4:4:6:1, por lo que la fórmula de la sal anhidra será  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  e hidratada  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ . Se calcula el % de H, en la fórmula anhidra. Como la masa molecular es 181,5; el % de H será  $600/181,5 = 3,31\%$ . Al aumentar en 0,7, pasará a 4,01%.

Calculando x, por el mismo sistema de los test anteriores, teniendo en cuenta que el hidrógeno también está presente en las moléculas de agua.

$$\frac{181,5 + 18x}{6 + 2x} = \frac{100}{4,01}. \text{ Resolviendo la ecuación } x=1, \text{ por lo que la fórmula de dicha sal será: } \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}.$$

La propuesta correcta es la c

19. La piedra del alumbre fue conocida desde épocas muy remotas. Los egipcios lo usaban dos milenios antes de Cristo, con el nombre de ybn. En la biblioteca de Assurbanipal, en Nínive (660 a.C.), entre las 125 sustancias minerales registradas y descritas, se hacía referencia a dicho compuesto. Los hebreos lo conocían como alam, y así aparece en la Biblia. Los griegos lo usaban como vomitivo. Las referencias más precisas las hace Plinio en el tomo 35 de su Historia Natural. Allí habla del alumen candidum, que es lo que se conoció posteriormente como alumbre. Es un sulfato doble siendo la composición de la sal anhidra S=24,81; O=49,61%; Al=10,47%, K=15,11%, siendo su masa molecular 516, mientras que la composición de la sal cristalizada con agua, modifica sus porcentajes, hasta tal punto que el oxígeno aumenta hasta un 67,51%. Por todo ello podrás asegurar que la fórmula del alumbre cristalizado será:

- a)  $AlK(SO_4)_2 \cdot 10H_2O$       b)  $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$       c)  $AlK(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$   
d)  $Al_2K_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O$       e) Ninguna de las dadas

MA: S,32- O, 16 - K, 39 -Al, 27- H,1

SOLUCIÓN

Se resuelve como en el test anterior

Para el S,  $\frac{24,28}{32} = 0,77$  ; para el O,  $\frac{49,61}{16} = 3,1$  ; para el Al,  $\frac{10,47}{27} = 0,39$  ; para el K,  $\frac{15,11}{39} = 0,39$  .

Dividiendo por el menor, tenemos una relación 2:8:1:1, por lo que la fórmula mínima de la sal anhidra será  $AlKS_2O_8$  o sea  $AlK(SO_4)_2$  , sin embargo la masa molecular no corresponde a dicha fórmula, por lo tanto será un múltiplo n de la fórmula mínima  $[AlK(SO_4)_2]n = 516$ ;  $[27+39+2(96)]n=516$ ;  $n=2$ . La fórmula molecular será  $Al_2K_2(SO_4)_4$

La fórmula hidratada  $Al_2K_2(SO_4)_4 \cdot xH_2O$ . Calculando x, por el mismo sistema de los test anteriores, teniendo en cuenta que el oxígeno también está presente en las moléculas de agua.

$\frac{516+18x}{8 \cdot 16 + 16x} = \frac{100}{67,51}$  . Resolviendo la ecuación  $x=24$ , por lo que la fórmula de dicha sal será:  $Al_2K_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O$

La propuesta correcta es la d.