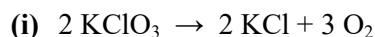


29ª OLIMPIADA ARGENTINA DE QUÍMICA
16 DE AGOSTO DE 2019
CERTAMEN INTERCOLEGIAL-INICIAL-RESPUESTAS

(Utiliza solamente la tabla periódica suministrada por los docentes para resolver el examen)

1. Indica si las siguientes transformaciones son físicas (F) o químicas (Q) en los recuadros correspondientes:
(Puntaje total sugerido: 4 puntos; 1 punto por cada respuesta correcta)



(ii) etanol vapor $\rightarrow$ etanol líquido

(iii) sal de mesa + agua $\rightarrow$ solución salina

(iv) azúcar + calor + oxígeno $\rightarrow$ dióxido de carbono + agua

Q
F
F
Q

2. Los puntos de fusión normales del etanol y del benceno son -114°C y $5,5^\circ\text{C}$, respectivamente. Además se conoce que los puntos de ebullición son $78,3^\circ\text{C}$ y $80,2^\circ\text{C}$ respectivamente. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F) en los recuadros correspondientes:

(Puntaje total sugerido: 6 puntos; 1,5 puntos por cada respuesta correcta)

(i) A -150°C ambas sustancias son sólidas.

(ii) A 0°C el benceno es líquido y el etanol es sólido.

(iii) A 85°C ambas sustancias son gases.

(iv) A 25°C ambas sustancias son líquidas.

V
F
V
V

3. Completa la siguiente tabla: (Puntaje total sugerido: 4,5 puntos; 0,5 puntos por cada respuesta correcta)

Elemento	Número de protones	Número de neutrones	Número de electrones
${}^{39}_{19}\text{K}$	19	20	19
${}^{101}_{44}\text{Ru}$	44	57	44
${}^{11}_5\text{B}$	5	6	5

4. ¿Cuál de los siguientes elementos tiene número atómico 35? (Puntaje sugerido: 2 puntos)

(a) Cl ☐

(b) Br ☒

(c) Zn ☐

(d) Na ☐

5. La masa atómica promedio del argón es de $39,95 \text{ u.m.a.}$ Si suponemos que este elemento tiene 2 isótopos (a los que llamaremos A y B) y la masa del isótopo A es de $39,96 \text{ u.m.a.}$ y su abundancia, del 99,6 %, calcula la masa del otro isótopo (isótopo B). (Puntaje sugerido: 3 puntos)



Llamemos " m_{Ar} " a la masa atómica promedio del argón, " $m_{Ar,A}$ " a la masa atómica del isótopo A, " $m_{Ar,B}$ " a la masa atómica del isótopo B, " $x_{Ar,A}$ " a la abundancia relativa del isótopo A y " $x_{Ar,B}$ " a la abundancia relativa del isótopo B. Luego, " $x_{Ar,A} = 0,996$ " entonces, como son solo 2 isótopos para el argón, " $x_{Ar,B} = 0,004$ ". Entonces:

$$m_{Ar} = m_{Ar,A} \times x_{Ar,A} + m_{Ar,B} \times x_{Ar,B}$$

$$m_{Ar} = 39,95 \text{ uma} = 39,96 \text{ uma} \times 0,996 + m_{Ar,B} \times 0,004$$

Despejando, obtenemos la masa atómica del isótopo B.

Masa del isótopo B del argón = 37,46 uma

6. ¿Cuál es la densidad, en g/mL, de $5 \times 10^4 \mu\text{L}$ de una solución de vinagre (ácido acético en agua) cuya masa es de 50,25 g? (*Puntaje sugerido: 3 puntos*)

La densidad se define como $d = m/V$. Entonces:

$$d = \frac{m}{V} = \frac{50,25 \text{ g}}{50 \text{ mL}}$$

Densidad = 1,005 g/mL

7. Dados los siguientes compuestos, indica el nombre o fórmula química, según corresponda: (*Puntaje total sugerido: 3,75 puntos; 0,75 puntos por cada respuesta correcta*)

Fórmula	Nomenclatura
$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	Nitrato de magnesio
H_2SO_3	Ácido sulfuroso
FeCl_2	Cloruro de hierro (II)
AlN	Nitruro de aluminio
CO	Monóxido de carbono

8. ¿Cuál de los siguientes compuestos se denomina ácido perclórico? (*Puntaje sugerido: 2 puntos*)

(a) HClO ☐

(b) HClO_2 ☐

(c) HClO_3 ☐

(d) HClO_4 ☒

9. La masa que corresponde a $3,01 \times 10^{23}$ átomos de calcio es: *(Puntaje sugerido: 2 puntos)*

- (a) 20,039 g ☒ (b) $1,33 \times 10^{-22}$ g ☐ (c) 40,078 g ☐ (d) $6,66 \times 10^{-23}$ g ☐

10. Calcula la masa (en gramos) de 1×10^{23} moléculas de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. *(Puntaje sugerido: 4 puntos)*

Primero calculamos la masa de 1 mol (M_r) de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:

$$M_r = 2 A_r \text{ Al} + 3 A_r \text{ S} + 12 A_r \text{ O}$$

$$M_r = 2 \times 26,9815 + 3 \times 32,065 + 12 \times 15,9994 = 342,1508 \text{ g/mol}$$

Esta masa corresponde entonces a $6,02 \times 10^{23}$ moléculas de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Por regla de tres simple es posible obtener la masa correspondiente a 1×10^{23} moléculas de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

$$\text{Masa} = \underline{\hspace{2cm}} \text{56,836} \underline{\hspace{2cm}} \text{ g}$$

11. El compuesto equilina tiene una masa molar de 268,3 g/mol y contiene 80,6 % de carbono en peso. ¿Cuántos átomos de carbono hay en cada molécula de equilina? *(Puntaje sugerido: 3 puntos)*

- (a) 36 ☐ (b) 22 ☐ (c) 18 ☒ (d) $1,08 \times 10^{25}$ ☐

12. ¿Cuál de las siguientes muestras contiene el mayor número de moléculas?
(Puntaje sugerido: 3,25 puntos)

- (a) 1 g de CO_2 ☐ (b) 1 g de O_3 ☐ (c) 1 g de H_2O ☐
(d) 1×10^{23} moléculas de H_2O ☐ (e) 0,2 mol de CO_2 ☒

13. Dada una muestra de dicromato de potasio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) que contiene 7,47 g de oxígeno, ¿cuál es la masa, en gramos, de la muestra? *(Puntaje sugerido: 5 puntos)*

Primero calculemos el M_r del $K_2Cr_2O_7$:

$$M_r = 2 A_r K + 2 A_r Cr + 7 A_r O$$

$$M_r = 2 \times 39,0983 + 2 \times 51,996 + 7 \times 15,9994 = 294,1844 \text{ g/mol}$$

En esta masa de $K_2Cr_2O_7$ hay entonces 7 x 15,9994 g de O, es decir, 111,9958 g de O.

Luego, por regla de tres simple, conociendo que 111,9958 g de O están contenidos en 294,1844 g de $K_2Cr_2O_7$, se obtiene la masa de este último que contiene 7,47 g de O.

$$\text{Masa de } K_2Cr_2O_7 = \underline{\quad 19,62 \quad} \text{ g}$$

14. ¿Cuántos átomos de cloro hay en una muestra de 15 g de $FeCl_3$? (*Puntaje sugerido: 3 puntos*)

(a) 0,092 ☐

(b) 0,277 ☐

(c) $1,67 \times 10^{23}$ ☒

(d) $5,57 \times 10^{22}$ ☐

15. Una mezcla de dióxido de titanio y de $BaSO_4$ se utiliza en la fabricación de pinturas. Si en 100 gramos de mezcla hay el doble de moles del compuesto de titanio que del de bario, ¿cuántos gramos de sulfato de bario hay en 100 gramos de mezcla? (*Puntaje sugerido: 8 puntos*)

Primero calculamos los M_r del TiO_2 y del $BaSO_4$, resultando ser 79,8658 g/mol 233,3896 g/mol, respectivamente.

Luego, sabemos que el número de moles de TiO_2 es el doble del número de moles de $BaSO_4$, entonces: $n_{TiO_2} = 2 n_{BaSO_4}$

Por lo tanto, se cumple que:

$$m_{\text{muestra}} = 100 \text{ g} = n_{TiO_2} \times M_{r,TiO_2} + n_{BaSO_4} \times M_{r,BaSO_4}$$

$$m_{\text{muestra}} = 100 \text{ g} = 2 n_{BaSO_4} \times M_{r,TiO_2} + n_{BaSO_4} \times M_{r,BaSO_4}$$

$$m_{\text{muestra}} = 100 \text{ g} = 2 n_{BaSO_4} \times 79,8658 \frac{\text{g}}{\text{mol}} + n_{BaSO_4} \times 233,3896 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

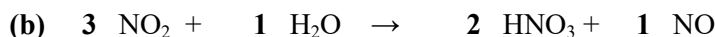
$$m_{\text{muestra}} = 100 \text{ g} = n_{BaSO_4} \times 393,1212 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Despejando se obtiene que $n_{BaSO_4} = 0,2544 \text{ mol}$. Multiplicando este valor por el M_r del $BaSO_4$ se obtiene la masa de $BaSO_4$ en 100 g de la mezcla.

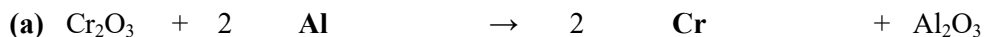
$$\text{Gramos de sulfato de bario en 100 g de mezcla: } \underline{\quad 59,37 \quad} \text{ g}$$

16. Balancea las siguientes ecuaciones químicas: (*Puntaje total sugerido: 5,25 puntos; 0,75 puntos por cada respuesta correcta*)





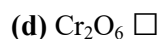
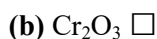
17. Completa las siguientes reacciones con los productos faltantes: *(Puntaje total sugerido: 2,25 puntos; 0,75 puntos por cada respuesta correcta)*



18. Un compuesto cuya masa molar es aproximadamente 42 g/mol tiene la fórmula mínima CH_2 . De acuerdo con estos datos, ¿cuál es su fórmula molecular? *(Puntaje sugerido: 3 puntos)*



19. Un compuesto de 2,63 g de un óxido de cromo contiene 1,37 g de cromo. La fórmula mínima del compuesto es: *(Puntaje sugerido: 4 puntos)*



20. Se cuenta con un compuesto formado únicamente por cobalto, hierro y oxígeno, cuya masa molar es 234,62 g/mol. Si 2 g de dicho compuesto contienen 0,502 g de cobalto y 0,017 moles de átomos de hierro, determina su fórmula molecular. *(Puntaje sugerido: 8 puntos)*

En 2 g de compuesto tenemos:

0,502 g de Co, que equivalen a $8,52 \times 10^{-3}$ moles de Co.

0,949 g de Fe, que equivalente a 0,017 moles de Fe.

Y por diferencia, obtenemos que hay 0,549 g de O, que equivalen a 0,034 moles de O.

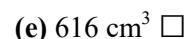
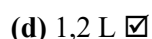
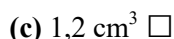
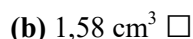
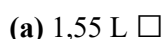
Luego, relacionamos los números de moles de todos los elementos con los del cobalto:

$$n_{\text{Co}} / n_{\text{Co}} = 1 ; n_{\text{Fe}} / n_{\text{Co}} = 2 ; n_{\text{O}} / n_{\text{Co}} = 4$$

Lo que nos da un compuesto con la siguiente estequiometría: CoFe_2O_4 . Luego, la masa de 1 mol de este compuesto nos da justamente 234,62 g/mol. Entonces la fórmula hallada es directamente la fórmula molecular.

Fórmula molecular = $\underline{\text{CoFe}_2\text{O}_4}$

21. ¿Qué volumen ocupa un gas a 980 mmHg si cuando se comprime el recipiente que lo contiene hasta 860 cm^3 dicho gas ejerce una presión de 1,8 atm? La temperatura se mantiene constante durante el proceso. *(Puntaje sugerido: 4 puntos)*



22. Se tiene una muestra de gas cuya masa es de 0,5280 g en un recipiente cuyo volumen es de 500 mL. A 75 °C la presión del gas contenido en el recipiente es de $1,98 \times 10^4$ Pa. Determina la masa molar del gas.

(Puntaje sugerido: 9 puntos)

Primero calculemos los moles del gas. Para ello debemos expresar a la temperatura en K, a la presión en atmósferas y al volumen en litros:

$$P \times V = n \times R \times T \Rightarrow n = \frac{P \times V}{R \times T} = \frac{0,196 \text{ atm} \times 0,5 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 348,15 \text{ K}} = 3,43 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Luego, como $m = 0,5280$ g, por lo tanto $M_r = m / n = 0,5280 \text{ g} / 3,43 \times 10^{-3} \text{ mol}$

Masa molar del gas = _____ 153,936 _____ g/mol

23. Se dispone de 4,88 g de un gas cuya identidad es SO_2 ó SO_3 . Para resolver la duda, se introduce dicha masa gaseosa en un recipiente de 1 L, observando que la presión que ejerce a 27 °C es de 1,5 atm. ¿De qué gas se trata? Muestra tu razonamiento realizando los cálculos en el recuadro correspondiente.

(Puntaje sugerido: 8 puntos)

Al igual que el ítem anterior, primero calculemos los moles del gas:

$$P \times V = n \times R \times T \Rightarrow n = \frac{P \times V}{R \times T} = \frac{1,5 \text{ atm} \times 1 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm L}}{\text{K mol}} \times 300,15 \text{ K}} = 6,09 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

Luego, como $m = 4,88$ g, por lo tanto $M_r = m / n = 4,88 \text{ g} / 6,09 \times 10^{-2} \text{ mol} = 80,131 \text{ g/mol}$.

Para saber de cuál molécula se trata, tenemos que calcular los M_r del SO_2 y del SO_3 . Se obtiene que $M_r \text{ SO}_2 = 64,0638 \text{ g/mol}$ y $M_r \text{ SO}_3 = 80,0632 \text{ g/mol}$. Entonces, como el M_r hallado es similar al del SO_3 , ésta es la identidad del gas desconocido.

Identidad del gas = _____ SO_3 _____