

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Se tiene 1 mol de dióxido de carbono, 1 mol de argón y 1 mol de hidrógeno. Cada uno de los gases está encerrado en un globo a 25 °C y 1 bar. Indica:

- El globo de mayor volumen.
- El gas de mayor densidad en estas condiciones.

DATOS: $A_r(\text{C}) = 12 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $A_r(\text{Ar}) = 40 \text{ u}$; $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Solución:

$M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Ar}) = 40 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{H}_2) = 2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

a) Como según Avogadro, igual número de moles de gases diferentes, en las mismas condiciones de presión y temperatura ocupan el mismo volumen, por ser estas las condiciones en las que están un mol de cada uno de los gases propuestos, los tres globos tendrán el mismo volumen.

b) Al ocupar un mol de los distintos gases, en las mismas condiciones de presión y temperatura, el mismo volumen y tener el mismo número de moléculas, la masa de cada globo va a depender de la masa de sus moléculas, y como la masa de cada mol es su masa molar, expuesta al principio, es decir, 44 g para el mol de CO_2 , 40 g para el de Ar y de 2 g para el de H_2 , es evidente que el gas de mayor densidad,

$d = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$, es el CO_2 , seguido del argón y el de menor densidad el H_2 .

CUESTIÓN 2.- Indica, justificando brevemente la respuesta, si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

- Una reacción exotérmica siempre es espontánea.
- La presencia de catalizador permite obtener mayor cantidad de producto en una reacción química.
- Se puede construir una pila con dos electrodos cuyos potenciales de reducción estándar sean ambos positivos.

Solución:

a) Falsa. Una reacción es espontánea cuando $\Delta G < 0$, es decir, cuando $\Delta G = \Delta H - T \Delta S < 0$, en donde ΔG es la variación de energía libre de Gibbs, ΔH la variación de entalpía, T la temperatura absoluta y ΔS la variación de entropía.

Si una reacción es exotérmica, $\Delta H < 0$, y el sistema se desordena, $\Delta S > 0$, al restar, según la expresión de la variación de energía libre, a una cantidad negativa cualquier otra cantidad, el valor que se obtiene es siempre menor que cero, y la reacción es siempre espontánea; pero si el sistema se ordena, es decir, $\Delta S < 0$, y la temperatura es elevada, puede ocurrir que el valor absoluto de la variación de entalpía, sea menor que el valor absoluto del producto de la temperatura por la variación de entropía, es decir, $|\Delta H| < |T \cdot \Delta S|$, y por tanto, la variación de energía libre es mayor que cero, $\Delta G > 0$, pues al sumar a una cantidad negativa otra de mayor valor absoluto, el valor que se obtiene es siempre mayor que cero, y la reacción no es espontánea.

b) Falsa. Un catalizador no influye en el equilibrio de un proceso químico, es decir, no lo desplaza en ninguno de los sentidos, ni hacia la izquierda ni hacia la derecha, por lo que no afecta sobre la mayor o menor cantidad de productos a obtener. Como únicamente actúa sobre la energía de activación de la reacción, lo que se consigue es alcanzar el equilibrio más rápidamente o con más lentitud, según el catalizador sea positivo o negativo.

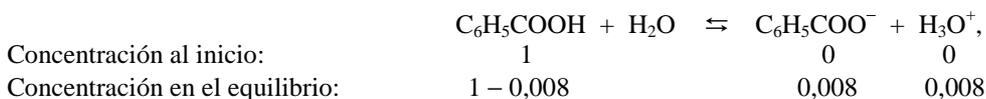
c) Verdadera. En una pila los electrones se dirigen siempre, a través del conductor exterior, desde el ánodo (polo negativo), electrodo de potencial estándar de reducción más negativo o menos positivo, al cátodo (polo positivo), electrodo de potencial estándar de reducción más positivo o menos negativo, por lo que la pila se puede construir con dos electrodos de potenciales estándar de reducción positivo, siempre que uno sea de mayor valor que el otro. El de menor valor actúa de ánodo y el mayor valor de cátodo.

PROBLEMA 2.- Una disolución 1 M de ácido benzoico (monoprótico) tiene una concentración de ión hidrógeno $8,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$. Determina:

- La constante de ionización del ácido benzoico.
- La concentración de ácido benzoico necesaria para que su grado de disociación sea 0,1.

Solución:

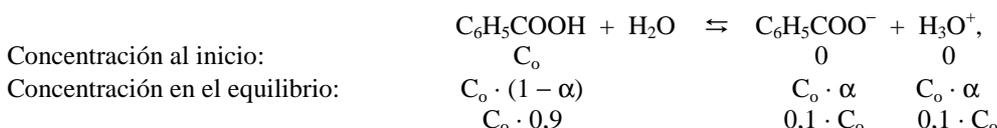
a) El ácido se disocia según la ecuación: $C_6H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + H_3O^+$, siendo las concentraciones de las distintas especies al inicio y en el equilibrio:



y llevando estos valores a la constante K_a del ácido benzoico y operando:

$$K_a = \frac{[C_6H_5COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{0,008^2 M^2}{(1-0,008) M} = 6,45 \cdot 10^{-5}$$

b) Siendo α el grado de disociación de valor 0,1 y C_o la concentración necesaria para este valor de α , las concentraciones de las distintas especies al inicio y en el equilibrio del ácido benzoico son:



y llevando estos valores a la constante K_a del ácido benzoico y operando, sale para C_o el valor:

$$K_a = \frac{[C_6H_5COO^-] \cdot [H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]} \Rightarrow 6,45 \cdot 10^{-5} = \frac{0,1^2 \cdot C_o^2}{0,9 \cdot C_o} \Rightarrow C_o = \frac{6,45 \cdot 10^{-5} \cdot 0,9}{0,1^2} = 5,8 \cdot 10^{-3} M.$$

Resultado: a) $K_a = 6,45 \cdot 10^{-5}$; b) $[C_6H_5COOH] = 5,8 \cdot 10^{-3} M$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Dadas las configuraciones electrónicas externas: $ns^2 np^3$; $ns^2 np^5$ y $ns^2 np^6$.

- Identifica el grupo del sistema periódico al que corresponde cada una de ellas.
- Para $n = 3$, escribe la configuración electrónica completa del elemento resultante en cada uno de los tres casos y nómbralo.
- Indica, razonando brevemente la respuesta, el orden esperado para sus radios atómicos.

Solución:

a) Las configuraciones propuestas corresponden a los siguientes grupos del sistema periódico:
 $ns^2 np^3$ al grupo 15, el de los nitrogenoides;
 $ns^2 np^5$ al grupo 17, al de los halógenos;
 $ns^2 np^6$ al grupo 18, al de los gases nobles.

b) Éste valor del número cuántico principal indica que los elementos se encuentra situado en el tercer período, siendo sus configuraciones electrónicas completas:

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$ que corresponde al fósforo, P.

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ que es la del cloro, Cl.

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ la del argón, Ar.

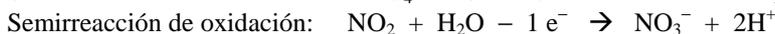
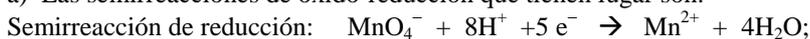
c) El radio atómico, propiedad periódica, disminuye al avanzar en un período de izquierda a derecha. La razón se encuentra en que al avanzar en el período, el electrón que se va ganando, electrón diferenciador, se va situando en el mismo nivel energético, y la carga nuclear, al ir aumentando en un protón en el avance, atrae con más intensidad a los electrones provocando en el átomo una contracción del volumen y, por tanto, una disminución del radio atómico, cuyo orden creciente para los elementos propuestos es:

radio atómico del Ar < radio atómico del Cl < radio atómico del P.

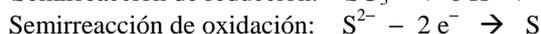
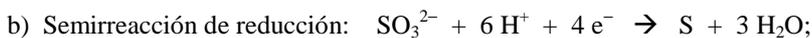
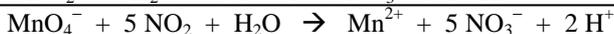
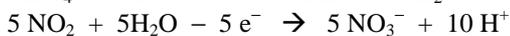
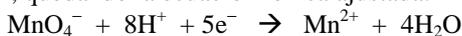
Z-S-08-B-CUESTIÓN 3.- Ajusta en medio ácido los siguientes procesos redox por el método del ión-electrón: a) $MnO_4^- + NO_2 \rightarrow Mn^{2+} + NO_3^-$; b) $H_2S + H_2SO_3 \rightarrow S + H_2O$

Solución:

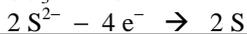
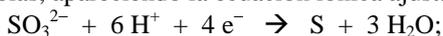
a) Las semirreacciones de oxidación-reducción que tienen lugar son:



Para eliminar los electrones intercambiados, se multiplica la semirreacción de oxidación por 5 y se suman, quedando la ecuación iónica ajustada:



Los electrones intercambiados se eliminan multiplicando la semirreacción de oxidación por 2 y sumándolas, apareciendo la ecuación iónica ajustada:



$\hline \text{SO}_3^{2-} + 2\text{S}^{2-} + 6\text{H}^+ \rightarrow 3\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$, y llevando estos coeficientes a la ecuación molecular, queda esta ajustada: $2\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow 3\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$.

PROBLEMA 1.- Un hidrocarburo de masa molar $112 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ contiene un 85,7 % de carbono, siendo el resto hidrógeno. Determina:

a) Su fórmula molecular.

b) El volumen de aire, medido en condiciones normales, necesario para quemar 30 g del citado hidrocarburo (El aire posee un 21 % de oxígeno y un 79 % e3 nitrógeno).

DATOS: $A_r(\text{C}) = 12 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $A_r(\text{H}) = 1 \text{ u}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Solución:

a) Tomando 100 g de compuesto se determinan los moles de carbono e hidrógeno:

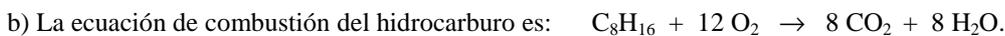
$$\text{moles de C: } 85,7 \frac{\text{g C}}{\text{g C}} \cdot \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g C}} = 7,14 \text{ moles C}; \quad \text{moles H: } 14,3 \frac{\text{g H}}{\text{g H}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}}{1 \text{ g H}} = 14,3 \text{ moles H.}$$

Los moles de carbono e hidrógeno son los subíndices de ambos en el compuesto, pero al ser decimales se dividen por el menor para convertirlos en enteros, resultando:

$$\text{C: } \frac{7,14}{7,14} = 1; \quad \text{H: } \frac{14,3}{7,14} = 2, \text{ por lo que la fórmula empírica del compuesto es: } \text{CH}_2, \text{ y su}$$

fórmula molecular $(\text{CH}_2)_n = \text{C}_n\text{H}_{2n}$. Como su masa molar es 112 g, y se obtiene sumando los productos de los subíndices por las masas molares de los átomos, se tiene: $112 \text{ g} = n \cdot 12 \text{ g} + 2 \cdot n \cdot 1 \text{ g} = 14 \cdot n \text{ g}$,

resultando para n el valor: $n = \frac{112 \text{ g}}{14 \text{ g}} = 8$, por lo que la fórmula molecular del compuesto es C_8H_{16} .



Para calcular el volumen de aire que se necesita para la combustión hay que conocer los moles de oxígeno, y para ello hay que saber los moles de hidrocarburo.

$$\text{Moles de } \text{C}_8\text{H}_{16}: \quad 30 \frac{\text{g } \text{C}_8\text{H}_{16}}{\text{g } \text{C}_8\text{H}_{16}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{C}_8\text{H}_{16}}{112 \text{ g } \text{C}_8\text{H}_{16}} = 0,268 \text{ moles, y como por cada mol de } \text{C}_8\text{H}_{16} \text{ se}$$

necesitan, según la estequiometría de la reacción, 12 moles de O_2 , los moles de este gas que se gastan en la combustión son $0,268 \text{ moles} \cdot 12 = 3,216 \text{ moles de } \text{O}_2$, que en condiciones normales ocupan un volumen de $3,216 \text{ moles} \cdot 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} = 72,038 \text{ L}$.

Como estos litros son el de oxígeno son el 21 % del aire, el volumen de aire que se necesita para la combustión es: $V_{\text{aire}} = 72,038 \text{ L} \cdot \frac{100}{21} = 343,038 \text{ L de aire}$.

Resultado: a) C_8H_{16} ; b) $V = 343,038 \text{ L aire}$.