

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Un compuesto de fórmula AB_3 contiene un 40 % en peso de A. Determina la relación entre los pesos atómicos de A y B.

Solución:

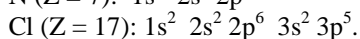
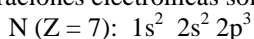
Las moléculas del compuesto contienen 1 átomo de A y 3 átomos de B, por lo que, si cada átomo de A contribuye con un 40 % al peso del compuesto, los tres átomos de B contribuyen con el 60 %, o lo que es lo mismo, un átomo de B contribuye al peso del compuesto con un 20 %. Luego, si la proporción con la que contribuyen los átomos A y B al peso del compuesto es 40% de A y 20% de B, se deduce fácilmente que la masa de un átomo de A es el doble que la de un átomo de B.

CUESTIÓN 2.- Dados los elementos A, de número atómico 7, y B de número atómico 17:

- Determina su estructura electrónica y su situación en la tabla periódica.**
- Si se combinasen entre sí, ¿qué tipo de enlace existiría entre ellos?**
- ¿Cuál sería la fórmula más probable del compuesto formado por A y B?**
- El compuesto del apartado c, ¿sería polar?**

Solución:

a) De los números atómicos de los átomos, Z, se deduce que el A se encuentra situado en el segundo período grupo 15, es el nitrógeno, y el B en el tercer período grupo 17, es el cloro, por lo que sus configuraciones electrónicas son:



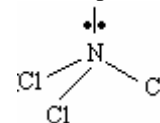
b) Los dos átomos pertenecen a elementos no metálicos, siendo el enlace que se forma entre ellos, cuando se combinan entre sí, el covalente. El átomo de N, con 5 electrones en la capa de valencia, comparte sus 3 electrones desapareados con el electrón desapareado de tres átomos de Cl, para conseguir ambos átomos estructura electrónica de gas noble en su capa de valencia.

c) De lo expuesto en el apartado anterior se deduce que la fórmula más probable del compuesto que se forma es NCl_3 .

d) La estructura de Lewis para la molécula NCl_3 , en la que el átomo de nitrógeno comparte tres pares de electrones con los tres átomos de cloro, para así adquirir todos los átomos la configuración electrónica de gas noble, es:



Aplicando a la molécula la teoría de la repulsión de pares de electrones de la capa de valencia, RPECV, los pares de electrones compartidos y libres, se orientan en el espacio, alejándose lo más posible, para así conseguir la mínima repulsión electrostática entre ellos, siendo la geometría que corresponde a esta orientación la piramidal trigonal, con un par de electrones no compartidos sobre el átomo de nitrógeno, siendo la molécula polar por ser distinto de cero el momento dipolar resultante de los momentos dipolares de los enlaces y par de electrones libres.

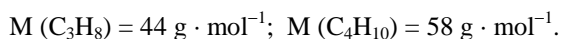


PROBLEMA 2.- Las entalpías de combustión del propano y el butano, a 25 °C y 1 atm, son $-2.220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ y $-2.876 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, respectivamente.

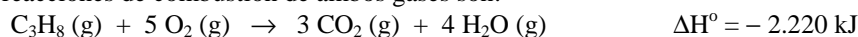
- Calcula la diferencia de calor desprendido al quemar 10 g de cada uno de estos gases.**
- Calcula la diferencia de calor desprendido al quemar 10 L de cada uno de estos gases, medidos a 25 °C y 1 atm.**

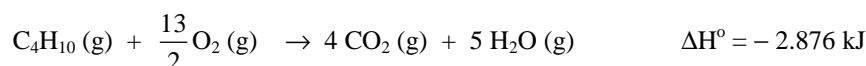
DATOS: $A_r (C) = 12 \text{ u}$; $A_r (H) = 1 \text{ u}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Solución:



a) Las reacciones de combustión de ambos gases son:





El calor que genera la combustión de 10 g de cada gas se determina a partir de la estequiometría de cada reacción de combustión:

$$\text{Para el C}_3\text{H}_8: \quad 10 \text{ g C}_3\text{H}_8 \cdot \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8}{44 \text{ g C}_3\text{H}_8} \cdot \frac{(-2.220) \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8} = -504,55 \text{ kJ}$$

$$\text{Para el C}_4\text{H}_{10}: \quad 10 \text{ g C}_4\text{H}_{10} \cdot \frac{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{58 \text{ g C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{(-2876) \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}} = -495,9 \text{ kJ}$$

La diferencia de calor es: $-504,55 - (-495,9) = -8,65 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1}$ en favor del metano.

b) Los moles correspondientes a los 10 L de cada gas en las condiciones propuestas son:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 10 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 0,41 \text{ moles.}$$

Multiplicando los moles obtenidos para cada gas por sus entalpías de combustión, se obtiene el calor liberado en cada una de ellas:

$$\text{Para el C}_3\text{H}_8: \quad 0,41 \text{ moles C}_3\text{H}_8 \cdot \frac{(-2.220) \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8} = -910,2 \text{ kJ}$$

$$\text{Para el C}_4\text{H}_{10}: \quad 0,41 \text{ moles C}_4\text{H}_{10} \cdot \frac{(-2876) \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}} = -1179,16 \text{ kJ}$$

Siendo la diferencia: $-1179,16 - (-910,2) = -268,96 \text{ kJ} \cdot \text{L}^{-1}$ a favor del butano.

Resultado: a) $-8,65 \text{ kJ}$ en favor del propano; b) $-268,96 \text{ kJ} \cdot \text{L}^{-1}$ en favor del butano.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 1.- Indica, justificando brevemente la respuesta, si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

- Dos elementos que pertenecen al mismo grupo de la tabla periódica presentan propiedades químicas similares.
- Dos elementos que pertenecen al mismo período de la tabla periódica presentan propiedades químicas similares.
- Al desplazarse hacia la derecha en un período, aumenta el número de partículas en el átomo, por lo que el radio atómico aumenta.
- Al desplazarse hacia abajo en un grupo de la tabla periódica, la energía de ionización disminuye.

Solución:

a) Cierta. Las propiedades químicas de los elementos dependen, casi exclusivamente, de la configuración electrónica de la capa de valencia, y como los elementos de un mismo grupo presentan la misma configuración electrónica en dicha capa, se deduce que dos elementos de un mismo grupo tienen propiedades químicas similares.

b) Falsa. Los elementos del mismo período aumentan los electrones del nivel energético que van llenando, al mismo tiempo que los protones del núcleo, al avanzar de izquierda a derecha en el mismo, por lo que al presentar distintas configuraciones electrónicas en su capa de valencia, las propiedades químicas de dos elementos del mismo período no son similares.

c) Falsa. Como se indica en el apartado anterior, al avanzar de izquierda a derecha en un período aumenta, tanto los electrones del nivel energético que se está llenando, como los protones del núcleo, lo que indica, que al avanzar en el período aumenta la fuerza atractiva núcleo-último electrón, lo que provoca una contracción del volumen del átomo y, en consecuencia, una disminución del radio atómico, aunque aparecen algunas excepciones.

d) Cierta. Al descender en un grupo, el último electrón se va situando en niveles cada vez más alejado del núcleo, por lo que, aunque la carga nuclear también aumenta, la separación núcleo-último electrón provoca que la fuerza atractiva entre ellos sea cada vez menor, por lo que se necesita menos

energía para arrancar el electrón, es decir, al bajar en un grupo decrece el valor de la energía de ionización de los átomos.

CUESTIÓN 3.- Indica, justificando brevemente la respuesta, si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones:

- En cualquier reacción química, todos los reactivos desaparecen a la misma velocidad.
- El valor de la velocidad de reacción depende del reactivo utilizado para expresarla.
- Unas posibles unidades de la velocidad de reacción son: $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

Solución:

a) Falsa. La velocidad de desaparición de un reactivo es la disminución de su concentración por unidad de tiempo y coeficiente estequiométrico, es decir, considerando la reacción $a A + b B \rightarrow c C$, la velocidad de desaparición de A y B son: $v_A = -\frac{\Delta[A]}{a \cdot \Delta t}$ y $v_B = -\frac{\Delta[B]}{b \cdot \Delta t}$, lo que pone de manifiesto la falsedad de la afirmación siempre que los coeficientes a y b tengan distinto valor.

b) Falsa. La velocidad de reacción se define como la variación de la concentración de uno de los reactivos por unidad de tiempo y coeficiente estequiométrico, como se indicó en el apartado anterior, consiguiéndose así que las velocidades de todos los reactivos sean equivalentes, y no dependa su valor del reactivo que se elija. Para la reacción del apartado a): $v_r = -\frac{\Delta[A]}{a \cdot \Delta t} = -\frac{\Delta[B]}{b \cdot \Delta t} = +\frac{\Delta[C]}{c \cdot \Delta t}$, indicando los signos menos (-) y más (+) desaparición de reactivos y formación de productos.

c) Cierta. Al medirse la concentración en moles $\cdot \text{L}^{-1}$ y el tiempo segundos, s, las unidades de velocidad de reacción son: $\text{moles} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

Resultado: a) C_1H_1 ; b) C_2H_2 .

PROBLEMA 2.- a) Determina el pH de una disolución acuosa que es 0,4 M en ácido acético y 0,4 M en acetato de sodio. $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

b) Determina el pH de una disolución acuosa que es 0,4 M en NH_4Cl . $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

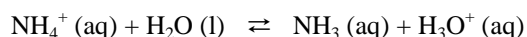
Solución:

a) Teniendo presente que debido al efecto del ión común, $\text{CH}_3 - \text{COO}^-$, la disociación del ácido acético es extremadamente pequeña y puede, por tanto, despreciarse frente a las concentraciones del ácido y su base conjugada (esto es una disolución reguladora o amortiguadora), aplicando la ley de acción de masas al equilibrio puede calcularse la $[\text{H}_3\text{O}^+]$:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_a \cdot [\text{CH}_3\text{COOH}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \cdot 0,04}{0,04} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

y el pH de la disolución es: $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1,8 \cdot 10^{-5}) = 4,74$.

b) La sal se encuentra totalmente ionizada en disolución, y el ión amonio, NH_4^+ , ácido conjugado fuerte de la base débil NH_3 , sufre hidrólisis según la ecuación:



Llamando x a la concentración de ión amonio hidrolizado, las concentraciones al inicio y en el equilibrio de hidrólisis son:

	$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	\rightleftharpoons	$\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
Concentración al inicio:	0,4		0 0
Concentraciones en el equilibrio:	0,4 - x		x x

y aplicando la ley de acción de masas al equilibrio se obtiene la constante de hidrólisis:

$$K_h = \frac{K_w}{K_b} = \frac{[NH_3] \cdot [H_3O^+]}{[NH_4^+]} \Rightarrow \frac{10^{-14}}{1,81 \cdot 10^{-5}} = 5,5 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{0,4 - x}, \text{ y despreciando } x \text{ frente a } 0,4$$

en el denominador y operando, resulta para x: $x = \sqrt{0,4 \cdot 5,5 \cdot 10^{-10}} = \sqrt{2,2 \cdot 10^{-10}} = 1,48 \cdot 10^{-5} \text{ M}$, siendo el pH de la disolución: $\text{pH} = -\log 1,48 \cdot 10^{-5} = 5 - \log 1,48 = 5 - 0,17 = 4,83$.

Resultado: a) pH = 4,74; b) pH = 4,83.