

BLOQUE 1

CUESTIÓN 1A.- a) Escribe la configuración electrónica de las siguientes especies en estado fundamental: Cl, P³⁻, Al³⁺.

b) Ordena los elementos químicos P, Na, Si, Mg, S, Ar, Al, Cl, según su primera energía de ionización, razonando la respuesta.

DATOS: Z(P) =15; Z(Na) =11; Z(Si) =14; Z(Mg) =12; Z(S) =16; Z(Ar) =18; Z(Al) =13; Z(Cl) = 17.

Solución:

a) Cl (Z=17): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$; P³⁻ (Z=15): $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 p^6$; Al³⁺ (Z=13): $1s^2 2s^2 2p^6$.

b) Energía de ionización es la que hay que suministrar a un átomo neutro, gaseoso y en estado electrónico fundamental, para arrancarle el electrón más externo y convertirlo en un catión monovalente, gaseoso y en su estado electrónico fundamental.

Esta es una propiedad periódica que aumenta al avanzar en un período de izquierda a derecha y disminuye al bajar en un grupo. El aumento en los períodos se debe a que al avanzar en él, el electrón que se va ganando, electrón diferenciador, se sitúa en el mismo nivel energético, y como el núcleo va incrementando también su carga positiva con un protón por cada lugar que se avanza, el electrón diferenciador se encuentra cada vez más fuertemente retenido por el núcleo, necesiándose por ello, más energía para arrancar el último electrón al avanzar en un período.

La disminución en un grupo se debe a que, aunque aumenta la carga nuclear al bajar en el grupo, el último electrón se sitúa cada vez en un orbital más alejado, siendo la fuerza atractiva núcleo-electrón más externo cada vez más débil necesiándose, por ello, menos energía para arrancar dicho electrón. Luego, por pertenecer los elementos al tercer período, el orden creciente de su primera energía de ionización es: E.I. (Na) < E.I. (Mg) < E.I. (Al) < E.I. (Si) < E.I. (S) < E.I. (Cl) < E.I. (Ar).

BLOQUE 2

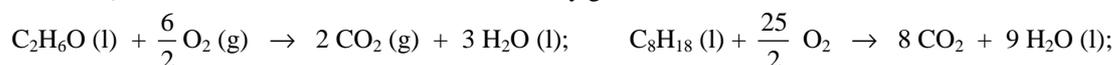
PROBLEMA 2B.- El etanol, CH₃CH₂OH (l), está siendo considerado como un posible sustituto de los combustibles fósiles tales como el octano, C₈H₁₈ (l), componente mayoritario de la gasolina. Teniendo en cuenta que la combustión del etanol como del octano, da lugar a CO₂ (g) y H₂O (l), calcula:

- La entalpía correspondiente a la combustión de 1 mol de etanol y 1 mol de octano.**
- La cantidad de energía en forma de calor que desprenderá al quemarse 1 gramo de etanol y compárala con la que desprende la combustión de 1 gramo de octano.**
- La cantidad de energía en forma de calor que se desprende en cada una de las reacciones de combustión (de etanol y de octano) por cada mol de CO₂ que se produce.**

DATOS: ΔH_f° [CH₃CH₂OH (l)] = -277,7 kJ · mol⁻¹; ΔH_f° [C₈H₁₈ (l)] = -250,1 kJ · mol⁻¹; ΔH_f° [CO₂ (g)] = -393,5 kJ · mol⁻¹; ΔH_f° [H₂O (l)] = -285,8 kJ · mol⁻¹; A_r (H) = 1 u; A_r (C) = 12 u; A_r(O) = 16 u.

Solución:

a) Las reacciones de combustión del etanol y gasolina son:



La entalpía de las reacciones de combustión se obtiene de la expresión:

$$\Delta H_r^\circ = \sum n \cdot \Delta H_f^\circ \text{ productos} - \sum m \cdot \Delta H_f^\circ \text{ reactivos};$$

$$\Delta H_r^\circ (\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 2 \cdot (-393,5) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 3 \cdot (-285,8) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-277,7) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -1366,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

$$\Delta H_r^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18}) = 8 \cdot (-393,5) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} + 9 \cdot (-285,8) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} - (-250,1) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} = -5470,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

b) Para determinar el calor que se desprende al quemar 1 g de etanol y 1 g de gasolina, se multiplica la masa por la relación mol-gramos y por la relación ΔH_c -mol de etanol y gasolina en cada

$$\text{reacción: } 1 \text{ g } \frac{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}}{\text{C}_2\text{H}_6\text{O}} \cdot \frac{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6\text{O}}{46 \text{ g } \text{C}_2\text{H}_6\text{O}} \cdot \frac{-1366,7 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } \text{C}_2\text{H}_6\text{O}} = -29,71 \text{ kJ}.$$

$$1 \cancel{8} \text{C}_8\text{H}_{18} \cdot \frac{1 \cancel{\text{mol}} \text{C}_8\text{H}_{18}}{114 \cancel{8} \text{C}_8\text{H}_{18}} \cdot \frac{-5470,1 \text{ kJ}}{1 \cancel{\text{mol}} \text{C}_8\text{H}_{18}} = -47,98 \text{ kJ}.$$

c) De las reacciones de combustión se deduce que por cada 2 y 8 moles de CO₂ que se desprenden, respectivamente, se producen - 1366,7 kJ y - 5470,1 kJ, por lo que para obtener el calor desprendido por mol de CO₂ producido, basta con dividir por 2 y 8 los correspondientes calores de combustión del apartado a), es decir:

$$- 1366,7 \text{ kJ} \cdot \frac{1}{2} = - 683,35 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ de CO}_2 \text{ desprendido en la combustión del etanol};$$

$$- 5470,1 \text{ kJ} \cdot \frac{1}{8} = - 683,76 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ de CO}_2 \text{ desprendido en la combustión de la gasolina}.$$

Resultado: a) $\Delta H_r^\circ (\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = - 1366,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$; $\Delta H_r^\circ (\text{C}_8\text{H}_{18}) = - 5470,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
b) $(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = - 29,71 \text{ kJ}$; $(\text{C}_8\text{H}_{18}) = - 47,98 \text{ kJ}$; c) $(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = - 683,35 \text{ kJ}$; $(\text{C}_8\text{H}_{18}) = - 683,76 \text{ kJ}$.

BLOQUE 3

CUESTIÓN 3A.- Para el equilibrio: $\text{SnO}_2 (\text{s}) + 2 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{Sn} (\text{s}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$, K_p vale a 400 K $2,54 \cdot 10^{-7}$ y su valor es de $8,67 \cdot 10^{-5}$ cuando la temperatura de trabajo es de 500 K. Contesta de forma razonada si, para conseguir mayor producción de estaño, serán favorables las siguientes condiciones:

a) Aumentar la temperatura de trabajo.

b) Aumentar el volumen del reactor.

c) Aumentar la cantidad de hidrógeno.

d) Añadir un catalizador al equilibrio.

Solución:

a) El valor de la constante de equilibrio en función de las presiones de productos y reactivos es:

$$K_p = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}^2}{P_{\text{H}_2}^2}, \text{ por lo que si al aumentar la temperatura se incrementa el valor de } K_p, \text{ ello indica}$$

que se ha producido un aumento de la cantidad de H₂O (g), lo que pone de manifiesto que el equilibrio se ha desplazado hacia la derecha, deduciéndose, por tanto, que un aumento de la temperatura provoca una mayor producción de estaño.

b) Un aumento del volumen del reactor provoca que el equilibrio se desplaza en el sentido en el que aparece un mayor número de moles, más cantidad de materia, pero como dicho número de moles es el mismo para reactivos y productos, el equilibrio no se altera y, por tanto, no se produce aumento ni disminución en la producción de estaño.

c) Si se aumenta la cantidad de hidrógeno, el sistema contrarresta la alteración que se produce aumentando la reacción del H₂ (g) y SnO₂ (s) para generar más Sn (s) y H₂O (g) hasta alcanzar un nuevo equilibrio; el sistema se desplaza hacia la derecha aumentando, por tanto, la producción de estaño.

d) La adición de un catalizador no modifica el equilibrio del sistema, pues ésta sustancia sólo sirve para incrementar la velocidad de una reacción, por lo que su adición, al aumentar la velocidad de las reacciones directa e inversa, únicamente sirve para que el equilibrio se alcance más rápidamente.

BLOQUE 4

PROBLEMA 4A.- La formamida, HCONH₂, es un compuesto orgánico de gran importancia en la obtención de fármacos y fertilizantes agrícolas. A altas temperaturas, la formamida se disocia en amoníaco, NH₃, y monóxido de carbono, CO, de acuerdo al equilibrio:



En un recipiente de almacenamiento industrial de 200 L (en el que previamente se ha hecho el vacío) manteniendo la temperatura de 400 K se añade formamida hasta que la presión inicial en su interior es de 1,45 atm. Calcula:

a) Las cantidades de formamida, amoníaco y monóxido de carbono que contiene el recipiente una vez alcanzado el equilibrio.

