BLOQUE 1

CUESTIÓN 1A.- a) Escribe la configuración electrónica de las siguientes especies en estado fundamental: Cl, P^{3-}, Al^{3+}.

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): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$; P^{3-} (Z=15): $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ p^6$; Al^{3+} (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 monopositico, 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, necesitándose 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 necesitándose, 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, CH_3CH_2OH (l), está siendo considerado como un posible sustituto de los combustibles fósiles tales como el octano, C_8H_{18} (l), componente mayoritario de la gasolina. Teniendo en cuenta que la combustión del etanol como del octano, da lugar a CO_2 (g) y H_2O (l), calcula:

a) La entalpía correspondiente a la combustión de 1 mol de etanol y 1 mol de octano.

b) 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.

c) 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 CO_2 que se produce.

DATOS: ΔH_f^o [CH_3CH_2OH (l)] = –277,7 kJ · mol^{-1}; ΔH_f^o [C_8H_{18} (l)] = –250,1 kJ · mol^{-1}; ΔH_f^o [CO_2 (g)] = –393,5 kJ · mol^{-1}; ΔH_f^o [H_2O (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:

$$C_2H_6O\ (l) + \frac{6}{2} O_2\ (g) \rightarrow 2\ CO_2\ (g) + 3\ H_2O\ (l); \qquad C_8H_{18}\ (l) + \frac{25}{2} O_2 \rightarrow 8\ CO_2 + 9\ H_2O\ (l);$$

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

$$\Delta H^o_r = \Sigma\ n \cdot \Delta H^o_{f\ productos} - \Sigma\ m \cdot \Delta H^o_{f\ reactivos};$$

$$\Delta H^o_r\ (C_2H_6O) = 2\cdot(-393{,}5)\ kJ \cdot mol^{-1} + 3\cdot(-285{,}8)\ kJ \cdot mol^{-1} - (-277{,}7)\ kJ \cdot mol^{-1} = -\ 1366{,}7\ kJ \cdot mol^{-1}.$$

$$\Delta H^o_r\ (C_8H_{18}) = 8\cdot(-393{,}5)\ kJ \cdot mol^{-1} + 9\cdot(-285{,}8)\ kJ \cdot mol^{-1} - (-250{,}1)\ kJ \cdot mol^{-1} = -\ 5470{,}1\ kJ \cdot mol^{-1}.$$

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 reacción:

$$1\ \cancel{g\ C_2H_6O}\ \frac{1\ \cancel{mol\ C_2H_6O}}{46\ \cancel{g\ C_2H_6O}} \cdot \frac{-1366{,}7\ kJ}{1\ \cancel{mol\ C_2H_6O}} = -29{,}71\ kJ.$$

www.yoquieroaprobar.es

$$1\ \cancel{g\ C_8H_{18}} \cdot \frac{1\ \cancel{mol\ C_8H_{18}}}{114\ \cancel{g\ C_8H_{18}}} \cdot \frac{-5470{,}1\ kJ}{1\ \cancel{mol\ C_8H_{18}}} = -47{,}98\ kJ.$$

c) De las reacciones de combustión se deduce que por cada 2 y 8 moles de CO_2 que se desprenden, respectivamente, se producen – 1366,7 kJ y – 5470,1 kJ, por lo que para obtener el calor desprendido por mol de CO_2 producido, basta con dividir por 2 y 8 los correspondientes calores de combustión del apartado a), es decir:

$$-\ 1366{,}7\ kJ \cdot \frac{1}{2} = -\ 683{,}35\ kJ \cdot mol^{-1} \text{ de } CO_2 \text{ desprendido en la combustión del etanol;}$$

$$-\ 5470{,}1\ kJ \cdot \frac{1}{8} = -\ 683{,}76\ kJ \cdot mol{-}1 \text{ de } CO_2 \text{ desprendido en la combustión de la gasolina.}$$

Resultado: a) ΔH^o_r (C_2H_6O) = – 1366,7 kJ · mol^{-1}; ΔH^o_r (C_8H_{18}) = – 5470,1 kJ · mol^{-1}; b) (C_2H_6O) = – 29,71 kJ; (C_8H_{18}) = – 47,98 kJ; c) (C_2H_6O) = – 683,35 kJ; (C_8H_{18}) = – 683,76 kJ.

BLOQUE 3

CUESTIÓN 3A.- Para el equilibrio: SnO_2 (s) + 2 H_2 (g) ⇆ Sn (s) + 2 H_2O (g), K_p vale a 400 K 2,54 · 10^{-7} y su valor es de 8,67 · 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:

$K_p = \dfrac{P^2_{H_2O}}{P^2_{H_2}}$, por lo que si al aumentar la temperatura se incrementa el valor de K_p, ello indica que se ha producido un aumento de la cantidad de H_2O (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 H_2 (g) y SnO_2 (s) para generar más Sn (s) y H_2O (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, $HCONH_2$, es un compuesto orgánico de gran importancia en la obtención de fármacos y fertilizantes agrícolas. A altas temperaturas, la formamida se disocia en amoníaco, NH_3, y monóxido de carbono, CO, de acuerdo al equilibrio:

$HCONH_2$ (g) ⇆ NH_3 (g) + CO (g) K_c = 4,84 a 400 K

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.

www.yoquieroaprobar.es

b) El grado de disociación de la formamida en estas condiciones (porcentaje de reactivo disociado en el equilibrio).

c) Deduce razonadamente si el grado de disociación de la formamida aumentará o disminuirá si a la mezcla del apartado anterior se le añade NH_3.

DATOS: R = 0,082 atm · L · mol^{-1} · K^{-1}.

Solución:

a) Despejando de la ecuación de los gases ideales los moles, sustituyendo las variables por sus valores y operando, se obtienen los moles de formamida introducidos en el reactor:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad \Rightarrow \quad n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1{,}45\ \cancel{atm} \cdot 200\ \cancel{L}}{0{,}082\ \cancel{atm \cdot L} \cdot mol^{-1} \cdot \cancel{K}^{-1} \cdot 400\ \cancel{K}} = 8{,}84 \text{ moles.}$$

Llamando x a los moles de formamida que se disocian, los moles iniciales y en el equilibrio de cada una de las especies son:

	$HCONH_2$ (g)	⇆	NH_3 (g)	+	CO (g)
Moles iniciales:	8,84		0		0
Moles en el equilibrio:	8,84 – x		x		x

siendo sus concentraciones: $[HCONH_2] = \frac{8{,}84 - x}{200} M$; $[NH_3] = [CO] = \frac{x}{200} M$, y llevando estos valores a la constante de equilibrio K_c, y resolviendo la ecuación de segundo grado que resulta después de preparar la ecuación, sale para x el valor: $K_c = \frac{[NH_3] \cdot [CO]}{[HCONH_2]} \Rightarrow 4{,}84 = \frac{\frac{x}{200} \cdot \frac{x}{200}}{\frac{8{,}84 - x}{200}} \Rightarrow$

$\Rightarrow x^2 + 968 \cdot x - 8557{,}12 = 0, \Rightarrow$ x = 8,76 moles. Luego, los moles de cada sustancia en el equilibrio son: $HCONH_2$ = 8,84 – 8,76 = 0,08 moles; NH_3 = CO = 8,76 moles.

b) El grado de disociación de la formamida se obtiene dividiendo la cantidad disociada entre la inicial y multiplicando por cien el valor obtenido, resultando: $\alpha = \frac{8{,}76}{8{,}84} \cdot 100 = 99{,}1\ \%$.

c) Si se añade NH_3, éste reacciona con el CO para producir $HCONH_2$, por lo que al aumentar la cantidad de formamida en el equilibrio y disminuir las de NH_3 y CO, es decir, disminuye el numerador y aumenta el denominador de la expresión anterior de α, por lo que se produce un descenso en el grado de disociación.

Resultado: a) 0,08 moles de $HCONH_2$; 8,76 moles de NH_3 y CO; b) α = 99,1 %; c) Disminuye.

BLOQUE 5

CUESTIÓN 5B.- Completa las siguientes reacciones indicando el nombre de todos los compuestos que en ellas aparecen.

a) $CH_3 – CH_2Cl$ + NH_3 → **b) $CH_3 – CH_2 – CH_2Cl$ + KOH (ac) →**

c) CH_3CH_2OH + H_2SO_4 (conc) + Q → **d) $CH_3 – CH = CH – CH_3$ + HCl →**

e) HCOOH + $CH_3 – CH_2 – CH_2OH$ medio ácido (H^+) →

Solución:

a) $CH_3 – CH_2Cl$ + NH_3 → $CH_3 – CH_2NH_2$ + HCl
Cloruro de etilo, amoníaco, etilamina, cloruro de hidrógeno

b) $CH_3 – CH_2 – CH_2Cl$ + KOH (ac) → $CH_3 – CH_2 – CH_2OH$ + KCl
Cloruro de propilo, Hidróxido de potasio, 1-propanol, cloruro de potasio

c) CH_3CH_2OH + H_2SO_4 (conc) + Q → $CH_2 = CH_2$
Etanol, ácido sulfúrico, Eteno

d) $CH_3 – CH = CH – CH_3$ + HCl → $CH_3 – CH_2 – CHCl – CH_3$
2 – buteno, Cloruro de hidrógeno, 2 - cloropropano

e) HCOOH + $CH_3 – CH_2 – CH_2OH$ medio ácido (H^+) → $HCOO – CH_2 – CH_2 – CH_3$.
Ácido fórmico, 1 – propanol, formiato de propilo

www.yoquieroaprobar.es