

OPCIÓN A

CUESTIÓN 1.- Razona si las siguientes configuraciones electrónicas corresponden a un estado excitado, fundamental o no son posibles para los siguientes átomos o iones:

a) $\text{Be}^- : 1s^2 2s^2 2p^1$; b) $\text{Na}^+ : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$; c) $\text{C}^+ : 1s^2 2s^1 2p^1 2d^1$; d) $\text{He} : 2p^1$.

Solución:

a) El berilio no puede aceptar un electrón por tratarse de un metal, por lo que la configuración propuesta es imposible.

b) El sodio, elemento alcalino, tiene en su estado electrónico fundamental 1 electrón en el orbital 3s. Su ión, Na^+ , formado al perder el átomo neutro 1 electrón, quedaría con 1 electrón menos y configuración estable de gas noble. Luego la configuración propuesta para este ión es imposible, pues es la que corresponde al átomo neutro. Sería correcta suprimiendo el electrón 3s.

c) La configuración del catión C^+ es imposible, entre otras razones, porque en el nivel energético 2 no existe posibilidad de llenado de un orbital "d".

d) También es imposible la configuración electrónica propuesta para el gas noble helio, pues al tener 2 electrones y cumplirse el principio de mínima energía en el llenado de los orbitales, su configuración electrónica es $1s^2$.

PROBLEMA 1.- Un óxido de bario de fórmula desconocida dio en su descomposición controlada 5 g de BaO y 366 mL de O_2 medidos a 0°C y 760 mm Hg.

a) ¿Cuál es la fórmula empírica del óxido?

b) ¿Qué peso inicial del óxido fue sometido a calentamiento?

DATOS: $A_r(\text{Ba}) = 137,4 \text{ u}$; $A_r(\text{O}) = 16 \text{ u}$; $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Solución:

$M(\text{BaO}) = 153,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Ba}) = 137,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $T = 273 \text{ K}$; $P = 1 \text{ atm}$.

a) El oxígeno del óxido de bario descompuesto se obtiene como oxígeno molecular y como BaO. Calculando los moles de bario y oxígeno contenido en el BaO y los moles de átomos de oxígeno que se desprenden, se obtiene la fórmula del compuesto inicial.

Los gramos de Ba en el óxido de bario, BaO, que se obtiene son:

$$5 \text{ g BaO} \cdot \frac{1 \text{ mol BaO}}{153,4 \text{ g BaO}} \cdot \frac{137,4 \text{ g Ba}}{1 \text{ mol BaO}} = 4,48 \text{ g Ba}; \text{ y los gramos de oxígeno en el compuesto son:}$$

g oxígeno = $5 \text{ g} - 4,48 \text{ g} = 0,52 \text{ g}$ de O.

Los moles de estos elementos son: moles de Ba: $n = \frac{4,48 \text{ g}}{137,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0326 \text{ moles Ba}$.

moles de O: $n = \frac{0,52 \text{ g}}{16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0325$.

Los moles de átomos de oxígeno que se desprenden son:

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 0,366 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 273 \text{ K}} = 0,0163 \text{ moles } \text{O}_2 = 0,0163 \cdot 2 = 0,0326 \text{ moles O}.$$

Los moles de oxígeno en el compuesto inicial son $0,0325 + 0,0326 = 0,0651$ moles.

Dividiendo los moles de Ba y O entre el menor se obtienen sus subíndices en el compuesto

inicial: Ba: $\frac{0,0326}{0,0326} = 1$; O: $\frac{0,0651}{0,0326} = 2$; siendo la fórmula empírica del compuesto inicial BaO_2 .

b) Los gramos de BaO_2 , que se descomponen se obtienen sumando los gramos de BaO, y los de oxígeno molecular que se desprenden: gramos de O_2 : $0,0163 \text{ moles } \text{O}_2 \cdot \frac{32 \text{ g } \text{O}_2}{1 \text{ mol } \text{O}_2} = 0,522 \text{ g } \text{O}_2$.

Gramos de BaO_2 calentados: $5 \text{ g BaO} + 0,522 \text{ g } \text{O}_2 = 5,522 \text{ g } \text{BaO}_2$.

Resultado: a) BaO_2 ; b) 5,522 g.

CUESTIÓN 2.- Una reacción tiene a 80 °C una energía de activación de 50 kJ · mol⁻¹ y una velocidad de 1,3 · 10⁻⁵ mol · L⁻¹ · s⁻¹. ¿Cuál sería su velocidad si se añadiera un catalizador que redujera su energía de activación en 1/3 de la original?

DATO: R = 8,31 J · mol⁻¹ · K⁻¹.

Solución:

La energía de activación al añadir un catalizador es $E'_a = 50 - \frac{50}{3} = 33,33 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Al ser la velocidad proporcional a la constante de velocidad, K, calculando su valor para ambos valores de la energía de activación, se obtiene, dividiéndolas, las veces que una es mayor que la otra, y a partir de este valor se determina el de la nueva velocidad.

Según Arrhenius, $K = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$ y su valor para cada una de las energía de activación es:

$$\text{Para } E_a = 50 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}: K = A \cdot e^{-\frac{50 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{8,31 \cdot 10^{-3} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 353 \text{ K}}} = A \cdot e^{-17,045} = A \cdot 3,96 \cdot 10^{-8}.$$

$$\text{Para } E'_a = 33,33 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}: K' = A \cdot e^{-\frac{33,33 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}{8,31 \cdot 10^{-3} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 353 \text{ K}}} = A \cdot e^{-11,36} = A \cdot 1,17 \cdot 10^{-5}.$$

$$\text{Dividiendo el segundo valor entre el primero: } \frac{A \cdot 1,17 \cdot 10^{-5}}{A \cdot 3,96 \cdot 10^{-8}} = 0,295 \cdot 10^{-3} = 300.$$

Al ser la constante de velocidad en presencia del catalizador 300 veces superior, la velocidad de reacción también será 300 veces superior a la inicial, siendo su valor:

$$v = 3 \cdot 10^2 \cdot 1,3 \cdot 10^{-5} = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Resultado: $v = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$.

OPCIÓN B

CUESTIÓN 2.- Dadas las siguientes ecuaciones termoquímicas:



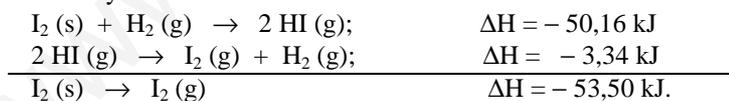
Calcula:

- La energía necesaria para sublimar el yodo.
- La energía que será necesario aportar para disociar en sus elementos el yoduro de hidrógeno contenido en un matraz de 750 mL a 25 °C y 800 mm Hg.

DATOS: R = 0,082 atm · L · mol⁻¹ · K⁻¹.

Solución:

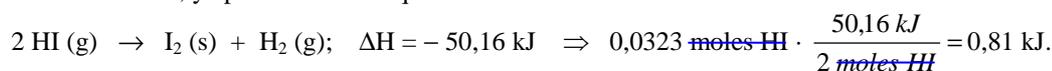
a) Sumando a la segunda ecuación termoquímica la primera, ley de Hess, se obtiene la energía de sublimación de yodo:



b) Los moles de yoduro de hidrógeno contenidos en el matraz son:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1,053 \text{ atm} \cdot 0,750 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 298 \text{ K}} = 0,0323 \text{ moles.}$$

Invirtiéndola ecuación termoquímica segunda, la primera sería exotérmica y desprende energía en vez de comunicársela, y aplicando su estequiometría:

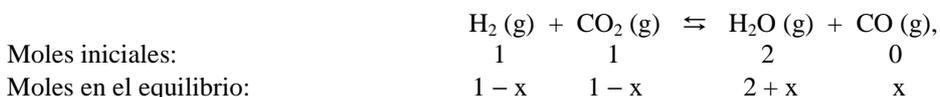


Resultado: a) - 53,5 kJ · mol⁻¹; b) 0,81 kJ · mol⁻¹.

PROBLEMA 1.- Para el equilibrio $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$, la constante $K_c = 4,40$ a 2000 K. Calcula las concentraciones en el equilibrio cuando se introducen simultáneamente 1 mol de H_2 , 1 mol de CO_2 y 2 moles de H_2O en un reactor de 4,68 L a dicha temperatura.

Solución:

Llamando “x” a los moles de H_2 y CO_2 que reaccionan, los moles al inicio y en el equilibrio de las distintas especies son:



y sus concentraciones son:

$$[\text{H}_2] = \frac{1-x}{4,68} \text{ M}; \quad [\text{CO}_2] = \frac{1-x}{4,68} \text{ M}; \quad [\text{H}_2\text{O}] = \frac{2+x}{4,68} \text{ M}; \quad [\text{CO}] = \frac{x}{4,68} \text{ M};$$

que llevadas a la constante de equilibrio K_c y resolviendo la ecuación de segundo grado que resulta, se obtiene el valor de “x”:

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{O}] \cdot [\text{CO}]}{[\text{H}_2] \cdot [\text{CO}_2]} \Rightarrow 4,40 = \frac{\frac{2+x}{4,68} \cdot \frac{x}{4,68}}{\frac{1-x}{4,68} \cdot \frac{1-x}{4,68}} = \frac{2 \cdot x + x^2}{1+x^2 - 2 \cdot x} \Rightarrow 3,4 \cdot x^2 - 10,8 \cdot x + 4,4 = 0, \text{ que resuelta}$$

proporciona dos soluciones: $x_1 = 2,697$ moles, imposible por ser de mayor valor que los introducidos inicialmente, y $x_2 = 0,48$ moles que es la solución real.

Las concentraciones de las distintas especies en el equilibrio son:

$$[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = \frac{1-0,48}{4,68} = \frac{0,52}{4,68} = 0,11 \text{ M}; \quad [\text{H}_2\text{O}] = \frac{2+0,48}{4,68} = 0,53 \text{ M}; \quad [\text{CO}] = \frac{0,48}{4,68} = 0,1 \text{ M}.$$

Resultado: $[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = 0,11 \text{ M}; [\text{H}_2\text{O}] = 0,53 \text{ M}; [\text{CO}] = 0,1 \text{ M}.$

CUESTIÓN 3.- Justifica sin realizar cálculos numéricos si las disoluciones acuosas de las siguientes sustancias tendrán un pH ácido, básico o neutro:

a) Cianuro de sodio; b) Nitrato de potasio; c) Cloruro de amonio.

DATOS: $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$; $K_a(\text{HCN}) = 4 \cdot 10^{-10}$.

Solución:

a) El cianuro de sodio, NaCN, es una sal que en disolución se encuentra totalmente disociada. El ión Na^+ , ácido conjugado extremadamente débil de la base muy fuerte NaOH, no se hidroliza y queda en la disolución como ión espectador. Por el contrario, el ión CN^- base conjugada medianamente fuerte del ácido muy débil HCN, reacciona con el agua hidrolizándose según la ecuación:

$\text{CN}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCN} + \text{OH}^-$, que al aumentar la concentración de iones OH^- debida a la autoionización del agua, proporciona a la disolución un carácter básico.

b) El nitrato de potasio, KNO_3 , es una sal completamente disociada en disolución. Los iones NO_3^- y K^+ base y ácido conjugados extremadamente débil del ácido y base muy fuertes HNO_3 y KOH , no se hidrolizan y quedan en la disolución como iones espectadores. Esto hace que la concentración de los iones H_3O^+ y OH^- sean las debidas a la autodisociación del agua y, por ello, la disolución es neutra.

c) En la disolución de cloruro de amonio, NH_4Cl , sal completamente disociada, El ión Cl^- , base conjugada extremadamente débil del ácido muy fuerte HCl, no se hidroliza y queda en la disolución como ión espectador. Por el contrario, el ión NH_4^+ ácido conjugado medianamente fuerte de la base muy débil NH_3 , reacciona con el agua hidrolizándose según la ecuación:

$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$, que al aumentar la concentración de iones H_3O^+ debida a la autoionización del agua, proporciona a la disolución un carácter ácido.