



JUNIO 2011. FASE GENERAL

QUÍMICA. OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

La nitroglicerina, $C_3H_5N_3O_9(l)$, descompone a 1 atm y 25 °C para formar $N_2(g)$, $CO_2(g)$, $H_2O(l)$ y $O_2(g)$, desprendiendo 1541,4 kJ/mol de nitroglicerina:

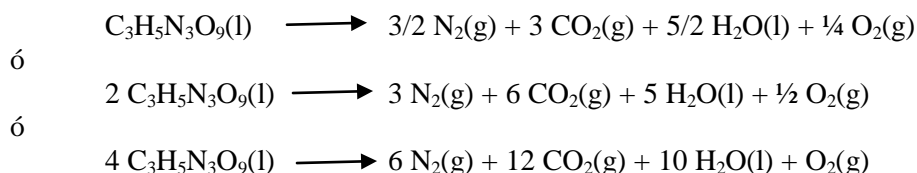
- Escriba la ecuación química ajustada para la descomposición de la nitroglicerina y calcule la entalpía de formación estándar de la nitroglicerina. **(2,0 puntos)**
- Calcule la energía liberada en la descomposición de 1 g de nitroglicerina. **(0,5 puntos)**

Datos: Masas atómicas. H = 1 u; C = 12 u; N = 14 u; O = 16 u.

$$\Delta H_f^\circ[CO_2(g)] = -393,5 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_f^\circ[H_2O(l)] = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

Solución:

- Reacción de descomposición ajustada:



(0,5 puntos)

$$\Delta H^\circ_{\text{reaccion}} = -1541,4 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \text{de nitroglicerina} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{reaccion}} = \{ 6\Delta H_f^\circ[N_2(g)] + 12\Delta H_f^\circ[CO_2(g)] + 10\Delta H_f^\circ[H_2O(l)] + \Delta H_f^\circ[O_2(g)] \} - 4\Delta H_f^\circ[C_3H_5N_3O_9(l)]$$

(0,25 puntos)

$$\Delta H_f^\circ[N_2(g)] = 0 \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H_f^\circ[O_2(g)] = 0 \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

$$4(-1541,4) = [0 + 12(-393,5) + 10(-285,8) + 0] - 4\Delta H_f^\circ[C_3H_5N_3O_9(l)]$$

(0,25 puntos)

$$\Delta H_f^\circ[C_3H_5N_3O_9(l)] = -353,6 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \textbf{(0,25 puntos)}$$

- Masa molecular $[C_3H_5N_3O_9(l)] = 227 \text{ g mol}^{-1}$

$$1 \text{ g } C_3H_5N_3O_9(l) \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_5N_3O_9(l)}{227 \text{ g } C_3H_5N_3O_9(l)} \times \frac{(-1541,4 \text{ kJ})}{1 \text{ mol } C_3H_5N_3O_9(l)} = -6,79 \text{ kJ}$$

(0,25 puntos)

Se liberan 6,79 kJ **(0,25 puntos)**



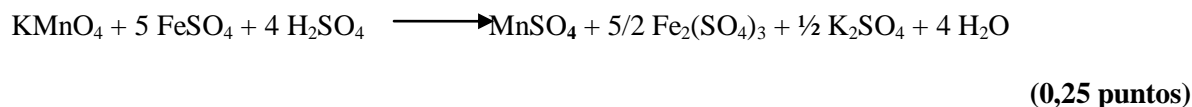
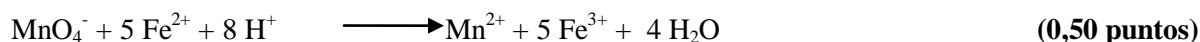
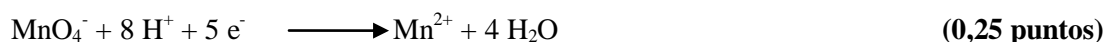
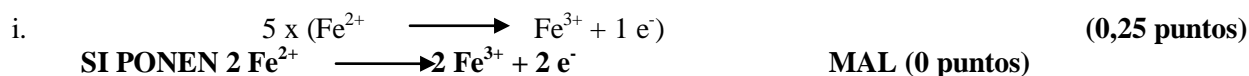
2. (2,5 puntos)

A 1,2 g de un mineral de hierro se le añade H_2SO_4 diluído hasta que todo el hierro que contiene el mineral se disuelve como $\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$. Para oxidar este $\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$ a $\text{Fe}^{3+}(\text{ac})$, en presencia de H_2SO_4 , se consumen 20 mL de disolución acuosa de KMnO_4 0,1 M :

- Escriba y ajuste por el método del ión-electrón, en forma iónica y molecular, la reacción química que tiene lugar, sabiendo que el permanganato se reduce a $\text{Mn}^{2+}(\text{ac})$. (1,25 puntos)
- Calcule el porcentaje de hierro en el mineral. (1,25 puntos)

Datos: Masa atómica Fe = 55,85 u

Solución:



ii. $0,02 \text{ L disolución de KMnO}_4 \times \frac{0,1 \text{ moles KMnO}_4}{1 \text{ L disolución}} = 2 \times 10^{-3} \text{ moles KMnO}_4$ (0,25 puntos)

$2 \times 10^{-3} \text{ moles de KMnO}_4 \times \frac{5 \text{ moles FeSO}_4}{1 \text{ mol KMnO}_4} \times \frac{1 \text{ mol Fe}^{2+}}{1 \text{ mol FeSO}_4} = 0,01 \text{ moles de Fe}^{2+}(\text{ac})$ (0,25 puntos)

Hay 0,01 moles de hierro en el mineral. (0,25 puntos)

$0,01 \text{ moles de Fe} \times \frac{55,85 \text{ g de Fe}}{1 \text{ mol de Fe}} = 0,56 \text{ g de Fe en el mineral}$ (0,25 puntos)

$\frac{0,56 \text{ g de Fe}}{1,2 \text{ g de mineral}} \times 100 = 46,7\%$ (0,25 puntos)



3. (1,0 punto)

En un tubo de ensayo se vierten 5 mL de disolución acuosa de cloruro de sodio, NaCl, a la que se añaden gotas de disolución acuosa de nitrato de plata, AgNO₃, hasta la formación de un precipitado claramente visible. Escriba la fórmula química del compuesto que precipita. Se añade a continuación gota a gota disolución acuosa de amoníaco. Indique y explique el cambio que se observa.

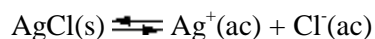
Solución:

El precipitado que se forma es **AgCl**. **(0,25 puntos)**

Al añadir amoníaco se observa la disolución del precipitado. **(0,25 puntos)**

La disolución del precipitado se debe a la formación de un complejo. **(0,25 puntos)**

La formación de este compuesto desplaza el equilibrio de solubilidad:



hacia la derecha, hacia la disolución del precipitado **(0,25 puntos)**



4. (2,0 puntos)

- A. Escriba las configuraciones electrónicas de los elementos X ($Z = 7$) e Y ($Z = 33$) e indique el grupo y período de la tabla periódica al que pertenece cada uno de los elementos. A partir de esas configuraciones electrónicas, indique, de forma razonada, el elemento que presenta el valor más bajo de la primera energía de ionización. **(1,0 punto)**

Solución:

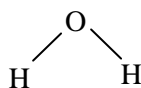
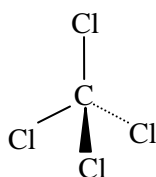
X ($Z = 7$) Configuración electrónica: $1s^2, 2s^2 2p^3$. Grupo 15 (o VA) Período 2
(0,25 puntos)

Y ($Z = 33$) Configuración electrónica: $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^3$
Grupo 15 (o VA) Período 4
(0,25 puntos)

En un mismo grupo de la tabla periódica, el valor de la primera energía de ionización disminuye al descender en el grupo, es decir, al aumentar el período. **(0,25 puntos)**

Por tanto, el elemento que presenta el valor más bajo de la primera energía de ionización es el Y ($Z=33$). **(0,25 puntos)**

- B. Deduzca el carácter polar, o no polar, de las siguientes moléculas:



(1,0 punto)

Ángulo de enlace Cl – C – Cl = $109,5^\circ$

Ángulo de enlace H – O – H = $104,5^\circ$

Solución:

En la molécula de CCl_4 , el cloro es más electronegativo que el carbono, por lo que los cuatro enlaces son polares. **(0,25 puntos)**. Dada la geometría de la molécula, la resultante vectorial de las cuatro polaridades es nula y, en consecuencia, la molécula es **no polar**. **(0,25 puntos)**

En la molécula de agua, el oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno, por lo que los dos enlaces son polares. **(0,25 puntos)**. Dada la geometría de la molécula, la resultante vectorial de las dos polaridades no es nula y, en consecuencia, la molécula es **polar**. **(0,25 puntos)**



5. (2,0 puntos)

- A. Indique, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de NH_4Cl .
Datos: $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$ (1,0 punto)

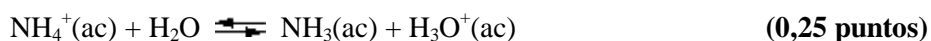
Solución:

En disolución acuosa, el NH_4Cl genera cationes $\text{NH}_4^+(\text{ac})$ y $\text{Cl}^-(\text{ac})$. El $\text{Cl}^-(\text{ac})$ procede de un ácido fuerte, por lo que se comporta como una base muy débil que no reacciona con el agua (hidrólisis).

(0,25 puntos)

El catión NH_4^+ procede de una base débil, por lo que se comporta como un ácido débil que reacciona con el agua.

(0,25 puntos)

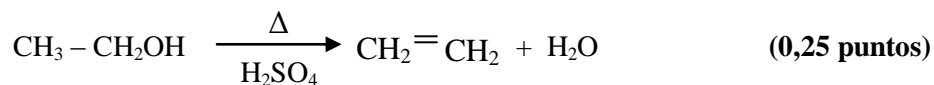


La disolución tendrá carácter ácido. (0,25 puntos)

- B. Complete la siguiente ecuación química: $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\Delta} \text{_____}$

Indique el tipo de reacción química que tiene lugar, nombre el reactivo, nombre y escriba la fórmula semidesarrollada del producto orgánico de la reacción. (1,0 punto)

Solución:



Es una reacción de eliminación (deshidratación). (0,25 puntos)

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$ Etanol (0,25 puntos)

$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$ Eteno o etileno (0,25 puntos)

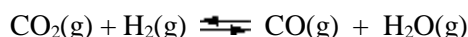


JUNIO 2011. FASE GENERAL

QUÍMICA. OPCIÓN B

1. (2,5 puntos)

En un recipiente de 2,0 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 0,20 moles de CO₂, 0,10 moles de H₂ y 0,16 moles de H₂O. A continuación se establece el siguiente equilibrio a 500 K :



- i. Si en el equilibrio $[p(\text{H}_2\text{O})]_{\text{eq}} = 3,51 \text{ atm}$, calcule las presiones parciales en el equilibrio de CO₂, H₂ y CO. **(1,5 puntos)**
- ii. Calcule K_p y K_c para el equilibrio a 500 K. **(1,0 punto)**

Datos: R = 0,082 atm L K⁻¹ mol⁻¹

Solución:

i.	CO ₂ (g)	+	H ₂ (g)	\rightleftharpoons	CO(g)	+	H ₂ O(g)	
Inicial	0,20 moles		0,10 moles				0,16 moles	
Reaccionan	- x		- x		+ x		+ x	(0,25 puntos)
Equilibrio	(0,2 - x)		(0,1 - x)		x		(0,16 + x)	(0,25 puntos)

$$[p\text{H}_2\text{O}]_{\text{eq}} = 3,51 \text{ atm} = \frac{[n(\text{H}_2\text{O})]_{\text{eq}}RT}{V} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$3,51 = \frac{(0,16+x)}{2} 0,082 \times 500$$

$$x = 0,01 \text{ moles} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\left. \begin{aligned} [p_i]_{\text{eq}} &= \frac{(n_i)_{\text{eq}} RT}{V} \\ [p(\text{CO}_2)]_{\text{eq}} &= 3,9 \text{ atm} \\ [p(\text{CO})]_{\text{eq}} &= 0,2 \text{ atm} \\ [p(\text{H}_2)]_{\text{eq}} &= 1,8 \text{ atm} \end{aligned} \right\} \quad \text{(0,50 puntos)}$$

ii.

$$K_p = \frac{[p(\text{CO})]_{\text{eq}}[p(\text{H}_2\text{O})]_{\text{eq}}}{[p(\text{CO}_2)]_{\text{eq}}[p(\text{H}_2)]_{\text{eq}}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$K_p = 0,1 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta n = 0 \quad \text{(0,25 puntos)} \quad K_p = K_c = 0,1$$



2. (2,5 puntos)

Se mezclan 100 mL de disolución acuosa de HCl(ac) con pH = 2,5 y 100 mL de disolución acuosa de NaOH(ac) con pH = 11,0. Calcule el pH de la disolución resultante. Suponga que los volúmenes son aditivos.

Solución:

Disolución de HCl(ac): pH = 2,5 $[H_3O^+] = 3,2 \times 10^{-3} M$ **(0,25 puntos)**

$$n(H_3O^+) = 0,1 L \text{ disolución} \times \frac{3,2 \times 10^{-3} \text{ moles } H_3O^+}{1 L \text{ disolución}} = 3,2 \times 10^{-4} \text{ moles} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Disolución de NaOH (ac): pH = 11, pOH = 3 $[OH^-] = 10^{-3} M$ **(0,25 puntos)**

$$n(OH^-) = 0,1 L \text{ de disolución} \times \frac{10^{-3} \text{ moles } OH^-}{1 L \text{ disolución}} = 10^{-4} \text{ moles} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Reacción de neutralización:

HCl(ac)	+	NaOH(ac)	→	NaCl(ac)	+	H ₂ O	(0,25 puntos)
Inicial		$3,2 \times 10^{-4} \text{ moles}$		10^{-4} moles			
Reaccionan		-10^{-4} moles		-10^{-4} moles		10^{-4} moles	(0,25 puntos)
Final		$2,2 \times 10^{-4} \text{ moles}$		-		10^{-4} moles	(0,25 puntos)
				$V_T = 0,2 L$			(0,25 puntos)

$$[H_3O^+] = \frac{2,2 \times 10^{-4} \text{ moles}}{0,2 L} = 1,1 \times 10^{-3} M \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\text{pH} = 2,96 \quad \text{(0,25 puntos)}$$



3. (1,0 punto)

En un tubo de ensayo se colocan unos cristales de $\text{KMnO}_4(\text{s})$ y se añaden 5 mL de un disolvente orgánico no polar. Indique y justifique la observación realizada. A continuación se añaden en el mismo tubo 5 mL de agua, se agita la mezcla y se deja reposar hasta que se separen dos fases. Indique y justifique la coloración que presenta cada una de las fases.

Solución:

Al añadir un disolvente orgánico no polar (tolueno) sobre los cristales de $\text{KMnO}_4(\text{s})$ no se apreciarán cambios significativos **(0,25 puntos)**. El $\text{KMnO}_4(\text{s})$ es un compuesto iónico (polar) que no se disuelve de manera apreciable en un disolvente no polar como el tolueno **(0,25 puntos)**.

Al añadir agua, agitar y dejar reposar, se observarán dos fases: una orgánica (tolueno) no coloreada, y otra fase acuosa, fuertemente coloreada (violeta intenso) **(0,25 puntos)**. El KMnO_4 (polar) se disuelve en extensión apreciable en un disolvente polar como el agua **(0,25 puntos)**.



4. (2,0 puntos)

A. Indique, de forma razonada, el número máximo de electrones en un átomo que pueden tener los números cuánticos: $n = 2$ y $m_s = -\frac{1}{2}$. **(1,0 punto)**

Solución:

Para $n = 2$ $l = 0$ $m_l = 0$ $m_s = -\frac{1}{2}$ $1 e^-$ **(0,25 puntos)**

$l = 1$ $m_l = -1$ $m_s = -\frac{1}{2}$ $1 e^-$ **(0,25 puntos)**

$m_l = 0$ $m_s = -\frac{1}{2}$ $1 e^-$ **(0,25 puntos)**

$m_l = +1$ $m_s = -\frac{1}{2}$ $1 e^-$ **(0,25 puntos)**

Total: 4 e⁻

B. Para la reacción: $\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H^\circ = + 105,5 \text{ kJ}$. Indique y justifique si existen condiciones de temperatura en las que la reacción anterior será espontánea. **(1,0 punto)**

Solución:

$\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{g})$ $\Delta H^\circ > 0$ y $\Delta S^\circ < 0$ **(0,25 puntos)**

Reacción espontánea: $\Delta G^\circ < 0$ **(0,25 puntos)**

$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$ **(0,25 puntos)**

$\left. \begin{array}{l} \Delta H^\circ > 0 \\ T \Delta S^\circ > 0 \end{array} \right\}$ ΔG° será siempre positiva, cualquiera que sea la temperatura. Por tanto, **no** existen condiciones de temperatura en las que la reacción sea espontánea. **(0,25 puntos)**



5. 2,0 puntos)

A. Indique, de forma razonada, si la reacción: $\text{Sn(s)} + \text{Pb}^{2+}(\text{ac}) \longrightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{ac}) + \text{Pb(s)}$, transcurrirá de manera espontánea en el sentido en que está escrita. Suponga que reactivos y productos se encuentran en estados estándar. **(1,0 punto)**

Datos: $E^\circ(\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}) = -0,137 \text{ V}$; $E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,125 \text{ V}$

Solución:

Para la reacción: $\text{Sn(s)} + \text{Pb}^{2+}(\text{ac}) \longrightarrow \text{Sn}^{2+}(\text{ac}) + \text{Pb(s)}$ las semirreacciones correspondientes son:



$E^\circ > 0$; $\Delta G^\circ < 0$ **espontánea** en el sentido en que está escrita. **(0,25 puntos)**

B. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos: i) éter metil propílico; ii) 2-propanol; iii) 2-penteno; iv) 1,1,1-clorodifluoroetano. **(1,0 punto)**

Solución:



iv.

