



**JULIO 2011. FASE ESPECÍFICA**

**QUÍMICA. OPCIÓN A**

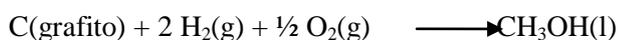
**1. (2,5 puntos)**

Calcule la entalpía estándar de formación del metanol líquido a partir de los siguientes datos:

$\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = - 285,5 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H_f^\circ[\text{CO}_2(\text{g})] = - 393,5 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H^\circ\text{combustión}[\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})] = - 714,4 \text{ kJ/mol}$ .

**Solución:**

Plantea correctamente la ecuación de formación del metanol líquido, con las sustancias en condiciones estándar **(0,25 puntos)** y la ajusta **(0,25 puntos)**:



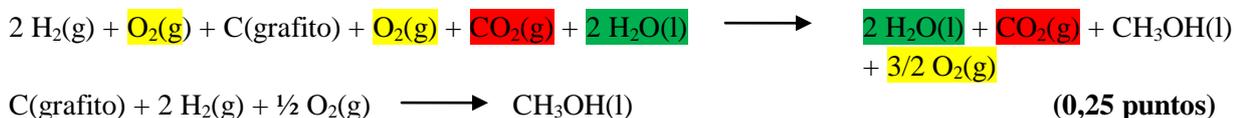
Aplicación de la ley de Hess:

$\Delta H^\circ$  (kJ/mol)

- |      |   |         |                      |
|------|---|---------|----------------------|
| i.   | $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$                                    | - 285,8 | <b>(0,25 puntos)</b> |
| ii.  | $\text{C}(\text{grafito}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$   | - 393,5 | <b>(0,25 puntos)</b> |
| iii. | $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + \frac{3}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ | - 714,4 | <b>(0,25 puntos)</b> |

**Combinación: 2 i) + ii) – iii) (0,50 puntos)**

Comprobación:



$$\Delta H_f^\circ[\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})] = 2 \times \{\Delta H_f^\circ[\text{H}_2\text{O}(\text{l})]\} + \Delta H_f^\circ[\text{CO}_2(\text{g})] - \Delta H^\circ\text{combustión}[\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})] \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H_f^\circ[\text{CH}_3\text{OH}(\text{l})] = -250,7 \text{ kJ/mol} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

**Si no ponen unidades en este apartado (0 puntos)**



2. (2,5 puntos)

A 873 K la constante de equilibrio para la reacción:  $\text{COCl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  tiene el valor  $K_c = 3,8 \times 10^{-2}$ .

En un recipiente de 2,0 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 0,033 moles de  $\text{COCl}_2(\text{g})$ , 0,066 moles de  $\text{CO}(\text{g})$  y 0,066 moles de  $\text{Cl}_2(\text{g})$ . La mezcla se calienta a la temperatura de 873 K.

- i. Justifique si la mezcla se encuentra inicialmente en equilibrio. **(0,75 puntos)**
- ii. Calcule la concentración de cada gas en la mezcla una vez alcanzado el equilibrio. **(1,75 puntos)**

Solución:



$$Q = \frac{[\text{CO}]_i [\text{Cl}_2]_i}{[\text{COCl}_2]_i} = \frac{\left(\frac{0,066}{2}\right) \left(\frac{0,066}{2}\right)}{\left(\frac{0,033}{2}\right)} = 0,066$$

**(0,25 puntos)**

**(0,25 puntos)**

$Q > K_c$       No está en equilibrio      **(0,25 puntos)**

ii.

Desplazamiento  
del equilibrio **(0,25 puntos)**



	$\text{COCl}_2(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{CO}(\text{g}) +$	$\text{Cl}_2(\text{g})$	
Inicial (moles)	0,033		0,066	0,066	
Reaccionan	x		- x	- x	<b>(0,25 puntos)</b>
Equilibrio	$0,033 + x$		$0,066 - x$	$0,066 - x$	<b>(0,25 puntos)</b>

$$K_c = \frac{[\text{CO}]_{\text{eq}} [\text{Cl}_2]_{\text{eq}}}{[\text{COCl}_2]_{\text{eq}}} = \frac{\left(\frac{0,066 - x}{2}\right) \left(\frac{0,066 - x}{2}\right)}{\left(\frac{0,033 + x}{2}\right)} = 0,038$$

**(0,25 puntos)**

$x = 0,019$  moles      **(0,25 puntos)**

$[\text{COCl}_2]_{\text{eq}} = (0,033 + 0,019) / 2 = 0,026$  M **(0,25 puntos)**

$[\text{CO}]_{\text{eq}} = [\text{Cl}_2]_{\text{eq}} = (0,066 - x) / 2 = 0,024$  M      **(0,25 puntos)**



**3. (1,0 punto)**

- i. En un tubo de ensayo se colocan unos cristales de  $I_2(s)$  y se añaden 5 mL de agua ¿Qué observará? Justifique la observación realizada. **(0,5 puntos)**
- ii. A continuación se añaden, en el mismo tubo, 5 mL de un disolvente orgánico no polar, 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. **(0,5 puntos)**

**Solución:**

- i. Al añadir agua sobre cristales de  $I_2(s)$  se observará una coloración muy débil en la fase acuosa **(0,25 puntos)**. Esto es debido a que el  $I_2(s)$  es un sólido no polar y, por tanto, muy poco soluble en un disolvente polar como el agua **(0,25 puntos)**
- ii. Una de las fases, la orgánica, estará fuertemente coloreada de violeta oscuro **(0,25 puntos)**. La otra fase, la acuosa, estará como la fase inicial. El  $I_2(s)$  es un sólido no polar soluble en disolventes no polares. **(0,25 puntos)**.



4. (2,0 puntos)

- A. Escriba las configuraciones electrónicas de los elementos X ( $Z = 9$ ) e Y ( $Z = 4$ ) 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 del radio atómico. **(1,0 punto)**

**Solución:**

- A. X ( $Z = 9$ ). Configuración electrónica:  $1s^2, 2s^2 2p^5$       Período: 2;      Grupo: 17 (VIIA)  
**(0,25 puntos)**  
Y ( $Z = 4$ ). Configuración electrónica:  $1s^2, 2s^2$       Período: 2;      Grupo: 2 (IIA)  
**(0,25 puntos)**

**Si sólo están bien las dos configuraciones electrónicas (0,25 puntos)**

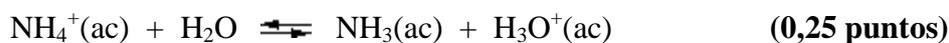
**Las posiciones en la tabla periódica de los dos elementos bien (0,25 puntos)**

En un mismo período de la tabla periódica, el valor del radio atómico **disminuye** a medida que aumenta el número atómico,  $Z$ , es decir, al ir de izquierda a derecha del período. **(0,25 puntos)**

Por tanto, el elemento cuyos átomos presentan el valor más bajo del radio atómico es el de  $Z = 9$ .  
**(0,25 puntos)**

- B. Indique, justificando la respuesta, el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . **Dato:**  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$  **(1,0 punto)**

El  $\text{NH}_4\text{Cl}$  en disolución acuosa genera el anión  $\text{Cl}^-$ , que procede de un ácido fuerte ( $\text{HCl}$ ) y no se hidroliza **(0,25 puntos)** y el catión  $\text{NH}_4^+$ , que procede de una base débil ( $\text{NH}_3$ ) y reacciona con el agua (hidrólisis) **(0,25 puntos)** de acuerdo con la reacción:



Si en lugar de escribir la ecuación química, indica que el  $\text{NH}_4^+$  es un ácido débil.

**(0,25 puntos)**

La disolución acuosa de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  tendrá carácter ácido.

**(0,25 puntos)**





**JULIO 2011. FASE ESPECÍFICA**

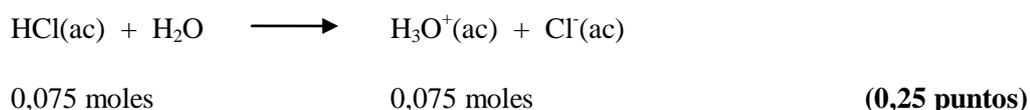
**QUÍMICA. OPCIÓN B**

**1. (2,5 puntos)**

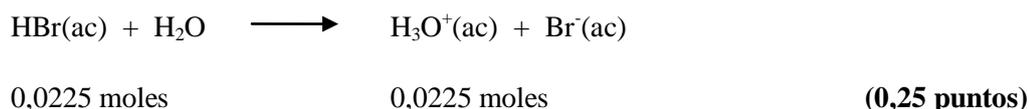
Se mezclan 300 mL de una disolución acuosa de HCl 0,25 M con 150 mL de una disolución acuosa de HBr 0,15 M y con 250 mL de agua. Calcule el pH de la disolución resultante. Suponga que los volúmenes son aditivos.

**Solución:**

$$n[\text{HCl}(\text{ac})]_i = 0,3 \text{ L disolución} \times \frac{0,25 \text{ moles HCl}}{1 \text{ L disolución}} = 0,075 \text{ moles de HCl} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



$$n[\text{HBr}(\text{ac})]_i = 0,15 \text{ L disolución} \times \frac{0,15 \text{ moles de HBr}}{1 \text{ L disolución}} = 0,0225 \text{ moles de HBr} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



$$n_{\text{T}}[\text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})] = 0,075 + 0,0225 = 0,0975 \text{ moles de H}_3\text{O}^+(\text{ac}) \quad (0,50 \text{ puntos})$$

$$V_{\text{T}} = 300 \text{ mL} + 150 \text{ mL} + 250 = 700 \text{ mL}; \quad V_{\text{T}} = 0,7 \text{ L} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{0,0975 \text{ moles H}_3\text{O}^+}{0,7 \text{ L disolución}} = 0,139 \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad \text{pH} = -\log 0,139$$

$$\text{pH} = 0,86 \quad (0,25 \text{ puntos})$$



2. (2,5 puntos)

La pila que se basa en la reacción química:  $\text{Cr(s)} + \text{Zn}^{2+}(\text{ac}) \longrightarrow \text{Cr}^{2+}(\text{ac}) + \text{Zn(s)}$  tiene un potencial de pila estándar  $E^\circ(\text{pila}) = + 0,137 \text{ V}$ .

- Escriba las semirreacciones de oxidación y reducción y calcule el valor del potencial estándar de reducción del par  $\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}$ . **(1,0 punto)**
- Dibuje un esquema de la pila, indicando el ánodo, el cátodo y el sentido de flujo de los electrones. **(1,5 puntos)**

**Datos:**  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = - 0,763 \text{ V}$

**Solución:**

i.

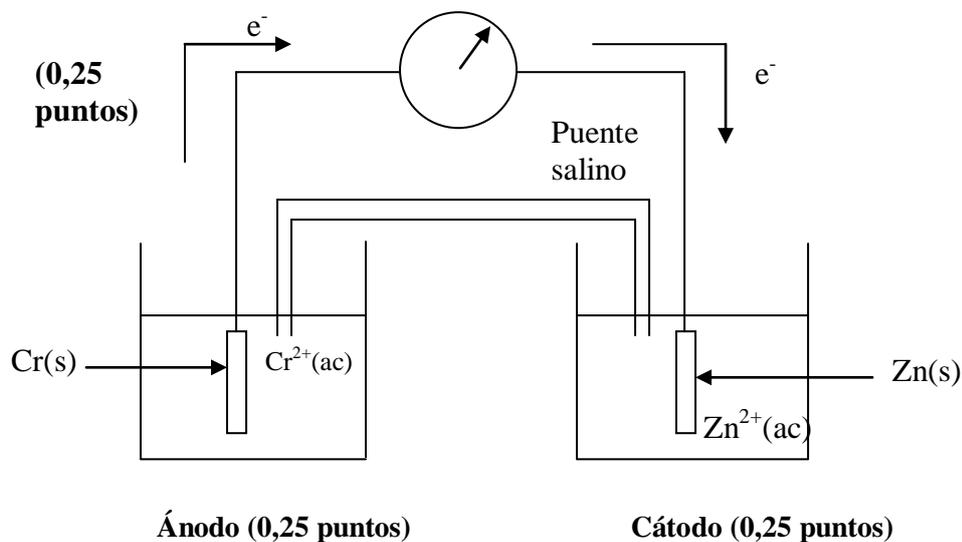
Semirreacción de oxidación:  $\text{Cr(s)} \longrightarrow \text{Cr}^{2+} + 2 \text{e}^-$        $- E^\circ(\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}) = \text{¿???$   
**(0,25 puntos)**

Semirreacción de reducción:  $\text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Zn(s)}$        $E^\circ = - 0,763 \text{ V}$   
**(0,25 puntos)**

$E^\circ \text{ pila} = - E^\circ(\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}) + E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$  **(0,25 puntos)**

$0,137 = - E^\circ(\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}) - 0,763$        $E^\circ(\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}) = - 0,90 \text{ V}$  **(0,25 puntos)**

ii.



Dibuja electrodo  $\text{Cr}/\text{Cr}^{2+}$  **(0,25 puntos)**

Dibuja electrodo  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  **(0,25 puntos)**

Dibuja puente salino, voltímetro, conexiones eléctricas. **(0,25 puntos)**



**3. (1,0 punto)**

En el laboratorio se dispone del dispositivo experimental necesario para determinar calores de reacción a presión constante. Describa el procedimiento a seguir para determinar el calor de la reacción ácido-base entre el hidróxido de sodio y el ácido clorhídrico.

**Solución:**

- Colocar  $V$  mL de la disolución de  $\text{HCl(ac)}$  en el vaso de poliestireno. **(0,25 puntos)**
- Anotar la temperatura. **(0,25 puntos)**
- Verter  $V$  mL de la disolución de  $\text{NaOH(ac)}$  sobre la de  $\text{HCl(ac)}$ . **(0,25 puntos)**
- Agitar suavemente y anotar la temperatura. **(0,25 puntos)**



4. (2,0 puntos)

A. Deduzca el número de orbitales que hay en el nivel  $n = 3$ . Especifique el tipo de cada uno de esos orbitales en la forma  $ns$ ,  $np$ ,  $nd$ ... (1,0 punto)

Solución:

n	l	$m_l$	Nº orbitales	Tipo	
3	0	0	1	3s	(0,25 puntos)
	1	-1	3	3p	(0,25 puntos)
		0			
		+1			
	2	-2	5	3d	(0,25 puntos)
		-1			
		0			
		+1			
		+2			

(0,25 puntos)

B. Dados los siguientes compuestos:  $KF(s)$  y  $CaO(s)$  indique el que presenta el valor más negativo de la entalpía de red. Justifique su respuesta. Suponga que los dos compuestos presentan la misma estructura cristalina y que las distancias entre los iones en cada compuesto son:  $d(Ca-O) = 240$  pm  
 $d(K-F) = 271$  pm. (1,0 punto)

Solución:

La entalpía de red de un compuesto iónico aumenta, en valor absoluto, (presenta un valor más negativo) al aumentar la carga de los iones y disminuye (presenta un valor menos negativo) al aumentar la distancia entre ellos. (0,25 puntos)

En este caso, la carga de los iones que forman los dos compuestos son diferentes ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $F^-$ ,  $O^{2-}$ ), siendo en el  $CaO$  el doble que en el  $KF$ . Teniendo en cuenta el factor carga, la entalpía de red del  $CaO$  será más negativa que la correspondiente al  $KF$ . (0,25 puntos)

La distancia  $Ca-O$  es menor que la distancia  $K-F$ , por lo que la entalpía de red del  $CaO$  será más negativa que la entalpía de red del  $KF$ . (0,25 puntos)

En consecuencia, la entalpía de red del  $CaO$  será más negativa que la entalpía de red del  $KF$ . (0,25 puntos)



**5. (2,0 puntos)**

A. Considere la reacción en equilibrio:  $\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$ :

- i) Si disminuye la concentración de  $\text{CO(g)}$  en el equilibrio ¿Qué sucede con la concentración de  $\text{H}_2\text{(g)}$  en el equilibrio? ii) Si disminuye la concentración de  $\text{H}_2\text{O(g)}$  en el equilibrio ¿Qué sucede con la constante de equilibrio de la reacción? **(1,0 punto)**

**Solución:**

- i. De acuerdo con el principio de Le Chatelier, al disminuir la concentración de  $\text{CO}$  en la mezcla en equilibrio, éste se desplazará en el sentido en que se produzca  $\text{CO(g)}$ , es decir, hacia la izquierda. **(0,25 puntos)**. Por tanto, disminuirá la concentración de  $\text{H}_2\text{(g)}$  presente en la mezcla en equilibrio. **(0,25 puntos)**.
- ii. El valor de la constante de un equilibrio sólo cambia con la temperatura **(0,25 puntos)**. Por tanto, la disminución de la concentración de  $\text{H}_2\text{O(g)}$  no modifica el valor de la constante de equilibrio. **(0,25 puntos)**.

B. En la siguiente reacción química, indique los nombres de los reactivos A y B y escriba las fórmulas semidesarrolladas de los reactivos y de los productos:



**Solución:**  $\text{Ácido acético} + \text{etanol} \longrightarrow \text{Acetato de etilo} + \text{agua}$  **(0,25 puntos)**  
A B

