



**JUNIO 2011. FASE ESPECÍFICA.**

**QUÍMICA. OPCIÓN A**

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

Disponemos de los pares redox ( $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$ ) y ( $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ ), con potenciales estándar de reducción  $-0,44 \text{ V}$  y  $+1,23 \text{ V}$ , respectivamente. Con ellos se construye una pila voltaica:

- Escriba las ecuaciones químicas ajustadas para las semirreacciones de oxidación, de reducción y para la reacción global de la pila voltaica. **(1,25 puntos)**
- Indique la semirreacción que ocurre en el ánodo y la que ocurre en el cátodo, así como el sentido en el que fluyen los electrones en la pila. Calcule el potencial estándar de la pila. **(1,25 puntos)**

**Solución:**

- Reacción de reducción: Potencial estándar de reducción más positivo (más elevado) **(0,25 puntos)**



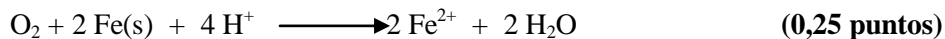
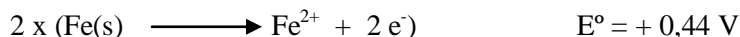
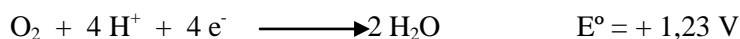
**Si sólo escribe la reacción (0,50 puntos)**

Reacción de oxidación: Potencial estándar menos positivo (más bajo) **(0,25 puntos)**



**Si sólo escribe la reacción (0,50 puntos)**

Reacción global:



- En el ánodo tiene lugar la reacción de oxidación:



En el cátodo tiene lugar la reacción de reducción:



Los electrones fluyen desde el ánodo hasta el cátodo **(0,25 puntos)**

$$E^\circ(\text{pila}) = E^\circ(\text{cátodo}) - E^\circ(\text{ánodo}) = 1,23 \text{ V} - (-0,44 \text{ V}) = +1,67 \text{ V}$$

**(0,25 puntos)**

**(0,25 puntos)**



2. (2,5 puntos)

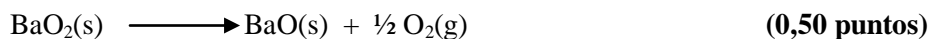
Las entalpías estándar de formación del óxido de bario sólido (BaO) y del peróxido de bario sólido (BaO<sub>2</sub>) son - 553,5 y - 634,3 kJ/mol, respectivamente.

- Calcule la variación de entalpía estándar de la reacción de descomposición del peróxido de bario para dar óxido de bario y oxígeno. Indique si la reacción es endotérmica o exotérmica **(1,75 puntos)**
- A una muestra de 500 g de BaO<sub>2</sub>(s) le suministran 1200 kJ. Calcule el número de moles de O<sub>2</sub>(g) que se forman y los gramos de BaO<sub>2</sub>(s) que quedan sin reaccionar. **(0,75 puntos)**

**Datos:** Masas atómicas: Ba = 137,33 u; O = 16 u.

**Solución:**

- Reacción de descomposición:



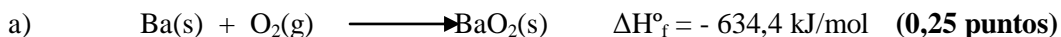
$$\Delta H^\circ(\text{reacción}) = \sum n \Delta H^\circ_f(\text{productos}) - \sum m \Delta H^\circ_f(\text{reactivos}) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^\circ(\text{reacción}) = \left\{ \frac{1}{2} \Delta H^\circ_f[\text{O}_2(\text{g})] + \Delta H^\circ_f[\text{BaO}(\text{s})] \right\} - \Delta H^\circ_f[\text{BaO}_2(\text{s})] \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^\circ(\text{reacción}) = \underbrace{0 - 553,5 - (-634,3)}_{\text{(0,25 puntos)}} \quad \Delta H^\circ(\text{reacción}) = + 80,8 \text{ kJ} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Reacción endotérmica **(0,25 puntos)**

**Otra posibilidad:**



**Combinación: b) - a) (0,75 puntos)**

$$\Delta H^\circ(\text{reacción}) = (- 553,5) - (-634,3) \quad \Delta H^\circ(\text{reacción}) = + 80,8 \text{ kJ} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Reacción endotérmica **(0,25 puntos)**

- 

$$1200 \text{ kJ} \times \frac{1 \text{ mol BaO}_2(\text{s})}{80,8 \text{ kJ}} \times \frac{169,33 \text{ g BaO}_2(\text{s})}{1 \text{ mol BaO}_2(\text{s})} = 2514,8 \text{ g BaO}_2(\text{s}) \text{ que teóricamente deberían descomponer} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Puesto que sólo hay 500 g de BaO<sub>2</sub>: descompone todo el BaO<sub>2</sub> existente en la muestra.

**(0,25 puntos)**

$$500 \text{ g BaO}_2(\text{s}) \times \frac{1 \text{ mol BaO}_2(\text{s})}{169,33 \text{ g BaO}_2(\text{s})} \times \frac{\frac{1}{2} \text{ moles O}_2(\text{s})}{1 \text{ mol BaO}_2(\text{s})} = 1,48 \text{ moles O}_2(\text{g})$$

**(0,25 puntos)**



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

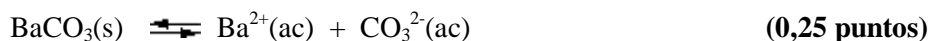
En un tubo de ensayo se vierten 5 mL de disolución acuosa de cloruro de bario ( $\text{BaCl}_2$ ) y, a continuación, gotas de disolución acuosa de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) hasta la formación de un precipitado claramente visible. Escriba la fórmula química del compuesto que precipita. **(0,25 puntos)**  
Una vez formado el precipitado, se añade gota a gota una disolución acuosa de ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ). Indique y explique el cambio que se observa en el tubo de ensayo. **(0,75 puntos)**

**Solución:**

Se formará un precipitado de carbonato de bario:  $\text{BaCO}_3(\text{s})$  **(0,25 puntos)**

Al añadir ácido clorhídrico se observará la disolución del precipitado de  $\text{BaCO}_3$  **(0,25 puntos)**

En la disolución tenemos el equilibrio de solubilidad:



Adición de ácido ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) que reacciona con el  $\text{CO}_3^{2-}(\text{ac})$  para dar  $\text{H}_2\text{CO}_3(\text{ac})$  que es  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ .

El  $\text{CO}_2(\text{g})$  se desprende y el equilibrio de solubilidad se desplaza hacia la derecha, hacia la disolución del precipitado. **(0,25 puntos)**



4. (2,0 puntos)

- A. Escriba las configuraciones electrónicas de los siguientes átomos e iones: X ( $Z = 15$ ),  $X^{3-}$ , Y ( $Z = 33$ ) e  $Y^{3+}$ . Indique el grupo y período de la tabla periódica a los que pertenece cada uno de los elementos. (1,0 punto)

**Solución:**

Configuraciones electrónicas:

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

---

- B. Las moléculas de  $CCl_4$  y de  $CHCl_3$  presentan geometría molecular tetraédrica. Sin embargo, el  $CHCl_3$  es diez veces más soluble en agua que el  $CCl_4$ . Explique la diferencia de solubilidad en agua de las dos sustancias. (1,0 punto)

**Solución:**

Los enlaces C - Cl son más polares que los enlaces C - H. En el  $CCl_4$  los dipolos de los cuatro enlaces son iguales y en la estructura tetraédrica se anulan entre sí. La molécula  $CCl_4$  es no polar. (0,25 puntos)

En  $CHCl_3$  los cuatro dipolos no son iguales y en la estructura tetraédrica no se anulan entre sí. La molécula  $CHCl_3$  es polar. (0,25 puntos)

En un disolvente polar ( $H_2O$ ), una molécula polar es más soluble que una molécula no polar. (0,25 puntos)

El  $CHCl_3$  es más soluble en agua que el  $CCl_4$ . (0,25 puntos)



5. (2,0 puntos)

A. Indique, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de KCN.

Dato:  $K_a(\text{HCN}) = 6,2 \times 10^{-10}$

(1,0 punto)

Solución:

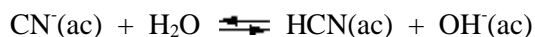
En disolución acuosa, el KCN genera cationes  $\text{K}^+(\text{ac})$  y aniones  $\text{CN}^-(\text{ac})$ :

$\text{KCN} \longrightarrow \text{K}^+(\text{ac}) + \text{CN}^-(\text{ac})$ . El  $\text{K}^+(\text{ac})$  procede de una base fuerte, por lo que se comporta como un ácido muy débil que no reacciona con el agua.

(0,25 puntos)

El anión  $\text{CN}^-(\text{ac})$  procede de un ácido débil ( $K_a = 6,2 \times 10^{-10}$ ), por lo que se comporta como una base débil que reacciona con el agua.

(0,25 puntos)



(0,25 puntos)

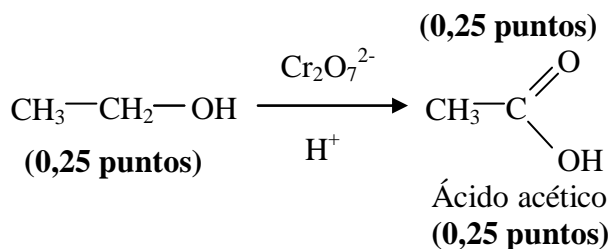
La disolución tendrá carácter básico.

(0,25 puntos)

B. Escriba la ecuación química correspondiente a la oxidación de etanol con  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , en medio ácido. Escriba la fórmula semidesarrollada del reactivo orgánico y nombre y escriba la fórmula semidesarrollada del producto orgánico.

(1,0 punto)

Solución:



Escribe la ecuación  
(0,25 puntos)



**JUNIO 2011. FASE ESPECÍFICA.**

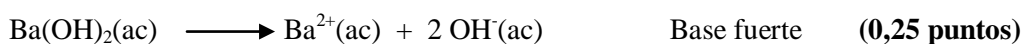
**QUÍMICA. OPCIÓN B**

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

Calcule el pH y el pOH de una disolución acuosa obtenida por mezcla de 10,0 mL de disolución acuosa de hidróxido de bario,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , 0,015 M y 40,0 mL de disolución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH,  $7,5 \times 10^{-3}$  M. Suponga que los volúmenes son aditivos.

**Solución:**

Cálculo de los moles de  $\text{OH}^-$ :



$$1 \times 10^{-2} \text{ L} \times \frac{0,015 \text{ moles Ba}(\text{OH})_2}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{2 \text{ moles OH}^-}{1 \text{ mol Ba}(\text{OH})_2} = 3 \times 10^{-4} \text{ moles OH}^-$$

(0,25 puntos)



$$4 \times 10^{-2} \text{ L} \times \frac{7,5 \times 10^{-3} \text{ moles de NaOH}}{1 \text{ L disolución}} \times \frac{1 \text{ mol OH}^-}{1 \text{ mol NaOH}} = 3 \times 10^{-4} \text{ moles OH}^-$$

(0,25 puntos)

$$V_T = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ L} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$[\text{OH}^-]_{\text{mezcla}} = \frac{(3 \times 10^{-4}) + (3 \times 10^{-4})}{0,05 \text{ L}} = 0,012 \text{ M}$$

(0,25 puntos)

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad \text{pOH} = -\log 0,012 = 1,9 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad \text{pH} = 12,1 \quad (0,25 \text{ puntos})$$



2. (2,5 puntos)

Para la reacción en equilibrio a 673 K:  $\text{Br}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{BrCl}(\text{g})$   $K_c = 7,0$ .

Si en un recipiente de 2 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 39,95 g de  $\text{Br}_2(\text{g})$  y 17,725 g de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  a 673 K:

- Calcule las concentraciones de  $\text{Br}_2(\text{g})$ ,  $\text{Cl}_2(\text{g})$  y  $\text{BrCl}(\text{g})$  en el equilibrio. (2,0 puntos)
- Calcule la presión total del sistema en equilibrio. (0,50 puntos)

Datos:  $R = 0,082 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ . Masas atómicas: Br = 79,9 u; Cl = 35,45 u.

Solución:

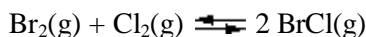
- Cálculo de los moles iniciales:

$$(n_{\text{Br}_2})_i = \frac{39,95 \text{ g Br}_2}{159,8 \text{ g/mol Br}_2} = 0,25 \text{ moles iniciales Br}_2(\text{g})$$

(0,25 puntos)

$$(n_{\text{Cl}_2})_i = \frac{17,725 \text{ g Cl}_2}{70,9 \frac{\text{g}}{\text{mol Cl}_2}} = 0,25 \text{ moles iniciales de Cl}_2(\text{g})$$

(0,25 puntos)



Inicial (moles)	0,25	0,25	--	
Reaccionan	-x	-x	2x	(0,25 puntos)
Equilibrio	0,25 - x	0,25 - x	2x	(0,25 puntos)

$$K_c = \frac{[\text{BrCl}]^2}{[\text{Br}_2][\text{Cl}_2]} \quad 7 = \frac{\left(\frac{2x}{2}\right)^2}{\left(\frac{0,25-x}{2}\right)\left(\frac{0,25-x}{2}\right)} = \frac{4x^2}{(0,25-x)^2}$$

(0,25 puntos) (0,25 puntos)

$$x = 0,14 \text{ moles}$$

$$[\text{Br}_2]_{eq} = [\text{Cl}_2]_{eq} = \frac{(0,25 - 0,14) \text{ moles en equilibrio}}{2 \text{ L}} = 0,055 \text{ M}$$

(0,25 puntos)

$$[\text{BrCl}]_{eq} = \frac{2 \times 0,14 \text{ moles en equilibrio}}{2 \text{ L}} = 0,14 \text{ M}$$

(0,25 puntos)

- Presión total:

$$n_T = 0,11 + 0,11 + 0,28 = 0,5 \text{ moles totales en equilibrio.}$$

$$P_T = \frac{n_T R T}{V} \quad P_T = 0,25 \times 0,082 \times 673 = 13,8 \text{ atm}$$

(0,25 puntos) (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  $\text{KMnO}_4$  (polar) se disuelve en extensión apreciable en un disolvente polar como el agua **(0,25 puntos)**.





4. (2,0 puntos)

A. De los siguientes conjuntos de números cuánticos, indique los que son posibles y los que no son posibles. Justifique la respuesta.

i.  $n = 3; l = 3; m_l = 0$

ii.  $n = 2; l = 1; m_l = 0$

iii.  $n = 6; l = 5; m_l = -1$

iv.  $n = 4; l = 3; m_l = -4$

(1,0 punto)

**Solución:**

- i. Los valores de  $l$  son 0 hasta  $n - 1$ . Para  $n = 3$ , el valor máximo de  $l$  será 2. Si  $l = 3$  el conjunto no será posible. (0,25 puntos)
- ii. Los valores de  $m_l$  van de  $-l$  a  $+l$ , pasando por cero. En este caso,  $l = n-1$ ,  $m_l = 0$ , luego el conjunto será posible. (0,25 puntos)
- iii. Valor de  $l = n - 1$  y el valor de  $m_l$  comprendido entre  $-l$  y  $+l$ . (0,25 puntos)
- iv. El valor de  $m_l$  debe estar comprendido entre  $-l$  y  $+l$ . Luego  $m_l$  no puede valer  $-4$  y el conjunto no será posible. (0,25 puntos)

---

B. La descomposición de agua líquida para dar oxígeno e hidrógeno gaseosos, es un proceso endotérmico. Indique, de forma razonada, el intervalo de temperaturas (altas o bajas) en el que es posible realizar la descomposición del agua. (1,0 punto)

**Solución:**

Reacción de descomposición:  $\text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow \text{H}_2(g) + \frac{1}{2} \text{O}_2(g)$  (0,25 puntos)

$$\left. \begin{array}{l} \Delta H^\circ > 0 \\ \Delta S^\circ > 0 \end{array} \right\} \Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ \quad (0,25 \text{ puntos})$$

(0,25 puntos)

Para que la reacción sea espontánea (realizable)  $\Delta G^\circ < 0$ . Por lo tanto, a temperaturas elevadas.

(0,25 puntos)



5. (2,0 puntos)

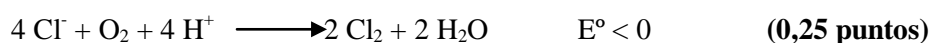
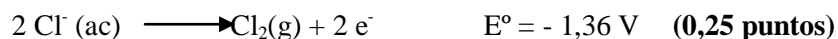
- A. Indique si el  $O_2(g)$  oxidará al  $Cl^-(ac)$  a  $Cl_2(g)$  en medio ácido, con formación de agua. Justifique la respuesta.

Datos:  $E^\circ(O_2/H_2O) = + 1,23 V$ ;  $E^\circ(Cl_2/Cl^-) = + 1,36 V$ .

(1,0 punto)

Solución:

Reacciones que deberían producirse:

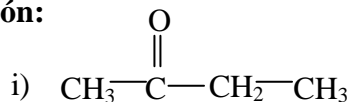


$\Delta G^\circ > 0$ . El proceso no será espontáneo. No habrá reacción. (0,25 puntos)

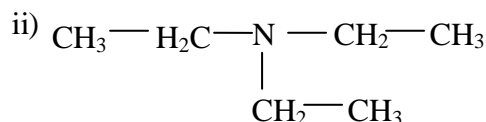
---

- B. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos: i) butanona; ii) Trietilamina; iii) Ácido pentanoico; iv) 1-butino. (1,0 punto)

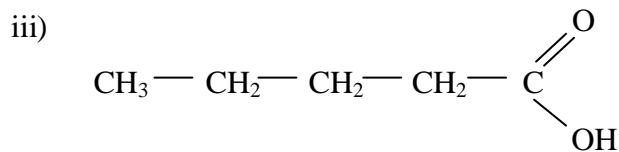
Solución:



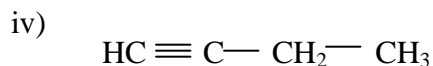
(0,25 puntos)



(0,25 puntos)



(0,25 puntos)



(0,25 puntos)