



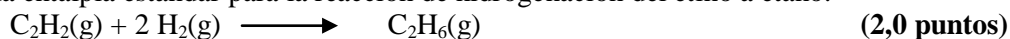
**JULIO 2011. FASE GENERAL**

**QUÍMICA. OPCIÓN A**

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

Las entalpías estándar de combustión del  $C_2H_2(g)$ ,  $C_2H_6(g)$  y del  $H_2(g)$ , son -1300, -1560 y -286 kJ/mol, respectivamente:

- i. Calcule la entalpía estándar para la reacción de hidrogenación del etino a etano:

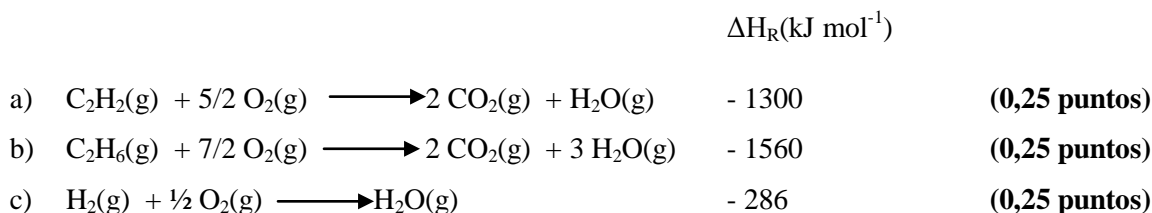


- ii. Calcule la variación de entalpía asociada a la hidrogenación de 500 g de etino gas en condiciones estándar. **(0,5 puntos)**

**Datos:** Masas atómicas C = 12 u; H = 1 u

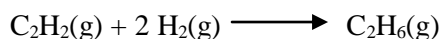
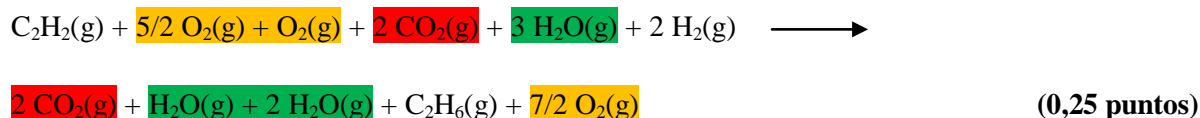
**Solución:**

- i. Reacciones de combustión:



Combinación = a) - b) + 2c) **(0,50 puntos)**

Comprobación:



$$\Delta H^\circ_R = \Delta H^\circ_a) - \Delta H^\circ_b) + 2 \Delta H^\circ_c) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^\circ_R = -312 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

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

- ii)  $M[C_2H_2(g)] = 26 \text{ g mol}^{-1}$

$$500 \text{ g } C_2H_2(g) \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_2(g)}{26 \text{ g } C_2H_2(g)} = 19,23 \text{ moles } C_2H_2(g) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$19,23 \text{ moles } C_2H_2(g) \times \frac{(-312 \text{ kJ})}{1 \text{ mol } C_2H_2} = -6000 \text{ kJ} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



2. (2,5 puntos)

Una disolución acuosa de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) tiene un  $\text{pH} = 3$ .

- Calcule la concentración inicial de ácido acético en la disolución. (1,75 puntos)
- Calcule el volumen de disolución acuosa de  $\text{NaOH}$  0,1 M necesario para neutralizar, exactamente, 30 mL de la disolución acuosa de ácido acético. (0,75 puntos)

**Datos:**  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$

**Solución:**

i.

Equilibrio disociación:  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{ac}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$  (0,25 puntos)

Inicial (concentración)	$c_i$	–	–	
Reaccionan	– x	x	x	(0,25 puntos)
Equilibrio	$c_i - x$	x	x	(0,25 puntos)
$\text{pH} = 3$	$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3} = 0,001 \text{ M}$			(0,25 puntos)
		$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0,001 \text{ M}$		

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]_{\text{eq}} [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}}} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{c_i - x} \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad c_i = 0,056 \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

ó

$$c_i - x \approx c_i \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad c_i = 0,055 \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

ii. Reacción de neutralización:



(0,25 puntos)

(0,25 puntos)

$$\begin{aligned} & \overbrace{3 \times 10^{-2} \text{ L} \times \frac{0,055 \text{ moles } \text{CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ L disolución}}} \times \overbrace{\frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{COOH}} \times \frac{1 \text{ L disolución NaOH}}{0,1 \text{ moles NaOH}}} \\ & = 8,25 \times 10^{-3} \text{ L disolución de NaOH} \end{aligned}$$

**V = 8,25 mL de disolución de NaOH**



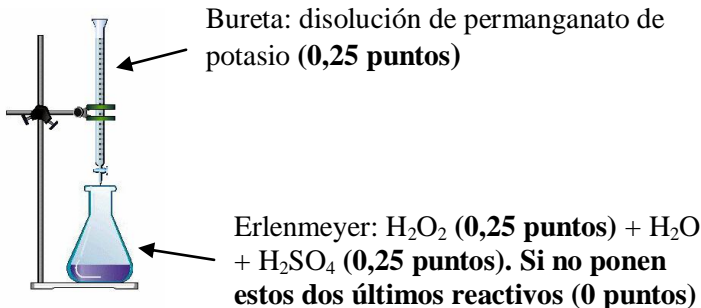
### 3. (1,0 punto)

Describe el procedimiento experimental a seguir en el laboratorio para determinar la concentración de peróxido de hidrógeno en un agua oxigenada, mediante la valoración denominada permanganimetría.

#### Solución:

- Se toma un volumen de agua oxigenada, se colocan en una probeta y se diluyen con agua destilada. Una alícuota de esta disolución se vierte en el erlenmeyer. **(0,25 puntos)**  
Si sólo indican que el agua oxigenada se coloca en el erlenmeyer **(0,25 puntos)**.
- Al erlenmeyer se añade agua destilada y ácido sulfúrico. **(0,25 puntos)**
- Se llena la bureta con la disolución de permanganato de potasio. **(0,25 puntos)**
- Añadir lentamente la disolución de la bureta sobre el erlenmeyer hasta que se produzca un cambio de color. **(0,25 puntos)**

#### OTRA POSIBILIDAD:



Se añade lentamente el permanganato **(0,25 puntos)**



**4. (2,0 puntos)**

A. Para los elementos X ( $Z = 4$ ) e Y ( $Z = 8$ ), escriba las configuraciones electrónicas respectivas e indique, de forma razonada, el que presenta el valor más negativo de la afinidad electrónica.

**(1,0 punto)**

**Solución:**

A.

X ( $Z = 4$ ). Configuración electrónica:  $1s^2, 2s^2$ . Período: 2 Grupo: 2 (IIA) **(0,25 puntos)**

Y ( $Z = 8$ ). Configuración electrónica:  $1s^2, 2s^2, 2p^4$ . Período: 2 Grupo: 16 (VIA) **(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, la afinidad electrónica se hace más negativa al avanzar de izquierda a derecha. **(0,25 puntos)**

Por tanto, el elemento cuyos átomos presentan el valor más negativo de la afinidad electrónica es el de  $Z = 8$ . **(0,25 puntos)**

B. Para la molécula  $\text{CO}_2$ : i) dibuje la estructura de Lewis; ii) deduzca y dibuje su forma geométrica e indique los ángulos de enlace aproximados de la molécula. **(1,0 punto)**

**Datos:** C ( $Z = 6$ ), O ( $Z = 8$ )

**Solución:**

i. Estructura de Lewis:



ii. Geometría electrónica = geometría molecular : Lineal **(0,25 puntos)**



Ángulos de enlace:  $180^\circ$  **(0,25 puntos)**



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

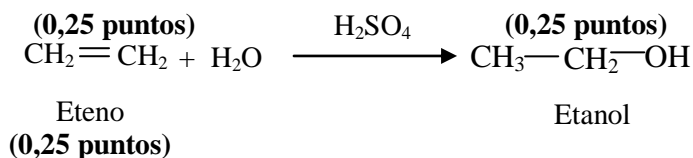
- A. Para la reacción en equilibrio:  $4 \text{NH}_3(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 4 \text{NO}(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$   $\Delta H^\circ = -904,4 \text{ kJ}$ . Explique el efecto que sobre la cantidad de  $\text{NO}(\text{g})$  en el equilibrio tendrá:
- Una disminución de la  $[\text{O}_2]$  manteniendo constante el volumen del recipiente. **(0,5 puntos)**
  - Transferir la mezcla en equilibrio a un recipiente cuyo volumen es la mitad del volumen del recipiente original, a la misma temperatura. **(0,5 puntos)**

**Solución:**

- La disminución de  $[\text{O}_2](\text{g})$ , a volumen constante, supone que la masa de este reactivo disminuye. De acuerdo con el principio de Le Chatelier, el equilibrio se desplazará en el sentido de contrarrestar esta disminución de  $\text{O}_2(\text{g})$  produciendo  $\text{O}_2(\text{g})$ , es decir, hacia la izquierda. **(0,25 puntos)**  
Por tanto, disminuirá la cantidad de  $\text{NO}(\text{g})$  en el equilibrio **(0,25 puntos)**
  - Al transferir la mezcla a un volumen menor (la mitad), a temperatura constante, la presión total aumenta. De acuerdo con el principio de Le Chatelier, el equilibrio se desplazará hacia donde se forme el menor número de moles gaseosos, es decir, hacia la izquierda. **(0,25 puntos)**  
Por tanto, disminuirá la cantidad de  $\text{NO}(\text{g})$  en el equilibrio. **(0,25 puntos)**
- 

- B. Escriba la ecuación química ajustada que representa la obtención de etanol por adición de agua a eteno en medio sulfúrico. Nombre y escriba la fórmula semidesarrollada de los reactivos y productos que intervienen en la citada reacción. **(1,0 punto)**

**Solución:**



Escribir la reacción **(0,25 puntos)**



**JULIO 2011. FASE GENERAL**

**QUÍMICA. OPCIÓN B**

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

En un recipiente de 2 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 2,0 g de  $\text{CO}_2(\text{g})$  y carbono sólido en exceso. El conjunto se calienta a 1173 K, estableciéndose el equilibrio químico representado por la ecuación:  $\text{C}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{CO}(\text{g})$ .

i. Si en el equilibrio hay 2,1 g de  $\text{CO}(\text{g})$ , calcule las presiones parciales de  $\text{CO}_2(\text{g})$  y de  $\text{CO}(\text{g})$  en el equilibrio. **(1,50 puntos)**

ii. Calcule los valores de  $K_p$  y  $K_c$  para el equilibrio a 1173 K. **(1,0 punto)**

**Dato:**  $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ . Masas atómicas: C = 12 u; O = 16 u.

**Solución:**

i.

$$n(\text{CO}_2)_i = 2,0 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} = 0,045 \text{ moles iniciales de CO}_2$$

$$n(\text{CO})_{\text{eq}} = 2,1 \text{ g CO}(\text{g}) \times \frac{1 \text{ mol CO}(\text{g})}{28 \text{ g CO}(\text{g})} = 0,075 \text{ moles CO}(\text{g}) \text{ en el equilibrio}$$

**(0,25 puntos)**



Inicial (moles)            0,045                    ----

Reaccionan                - x                        2x

**(0,25 puntos)**

Equilibrio                 0,045 - x                2x

**(0,25 puntos)**

$$2x = 0,075 \text{ moles}$$

$$x = 0,0375 \text{ moles}$$

**(0,25 puntos)**

$$p(\text{CO}_2)_{\text{eq}} = \frac{(n\text{CO}_2)_{\text{eq}} \times R \times T}{V} = \frac{(0,045 - 0,0375) \times 0,082 \times 1173}{2} = 0,361 \text{ atm}$$

**(0,25 puntos)**

$$p(\text{CO})_{\text{eq}} = \frac{0,075 \times 0,082 \times 1173}{2} = 3,61 \text{ atm}$$

**(0,25 puntos)**



ii.

$$K_p = \frac{p_{CO}^2(eq)}{p_{CO_2}(eq)} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$K_p = \frac{3,61^2}{0,361} = 36,1 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

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

$$K_c = 36,1(0,082 \times 1173)^{-1} = 0,375$$



2. (2,5 puntos)

A partir de los siguientes valores de potenciales estándar de reducción:  $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = + 0,80 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = - 0,23 \text{ V}$  y  $E^\circ(\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}) = - 0,74 \text{ V}$ .

- i. De todas las combinaciones posibles tomando dos potenciales estándar de reducción, indique aquella que utilizaría para construir la pila voltaica que presente el valor de potencial estándar de pila más elevado. Justifique su respuesta. **(1,0 punto)**
- ii. Escriba las semirreacciones de oxidación y reducción, así como la reacción global que ocurren en la pila construida en el apartado i). Indique el ánodo, el cátodo y calcule el potencial estándar de la pila. **(1,50 puntos)**

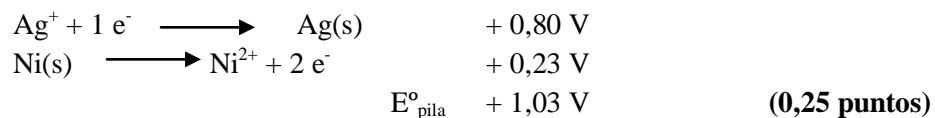
**Solución:**

- i. Dados los potenciales estándar de reducción, el que presente el valor más bajo (más negativo) es el que mayor tendencia tiene a experimentar la reacción de oxidación (la forma reducida es el reductor más fuerte) **(0,25 puntos)** El par que presente el valor más elevado del potencial estándar de reducción (más positivo, menos negativo) es el que tiene mayor tendencia a experimentar la reacción de reducción ( la forma oxidada es el oxidante más fuerte) **(0,25 puntos)** La reacción que con mayor facilidad se producirá es la que involucre al par que tenga potencial estándar de reducción más negativo (más fácil la oxidación) y el par que tenga el potencial estándar de reducción menos negativo (más positivo). **(0,25 puntos)**  
Para construir la pila que tenga el potencial estándar más elevado, utilizaría los pares ( $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$ ) y ( $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ ). **(0,25 puntos)**

**Otra posibilidad (a tanteo)**

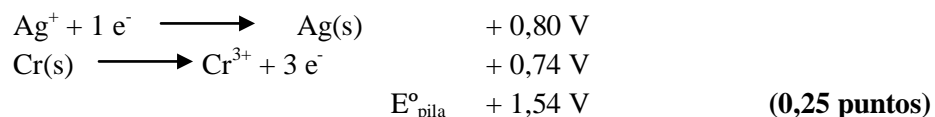
Combinación de pares: ( $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ ) y ( $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$ )

Reacciones:



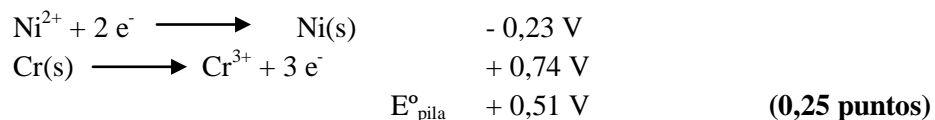
Combinación de pares: ( $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ ) y ( $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$ )

Reacciones:



Combinación de pares: ( $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$ ) y ( $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$ )

Reacciones:

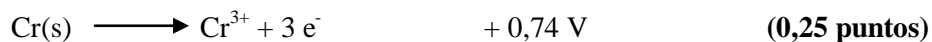


De acuerdo con estos resultados, utilizaría la combinación ( $\text{Ag}^+/\text{Ag}$ ) y ( $\text{Cr}^{3+}/\text{Cr}$ ) **(0,25 puntos)**



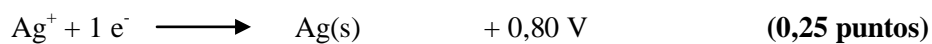


ii. Semirreacción de oxidación:



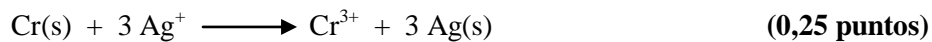
Ánodo **(0,25 puntos)**

Semirreacción de reducción:



Cátodo **(0,25 puntos)**

Reacción global:



$$E^{\circ}_{\text{pila}} = 1,54 \text{ V} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Otra posibilidad:

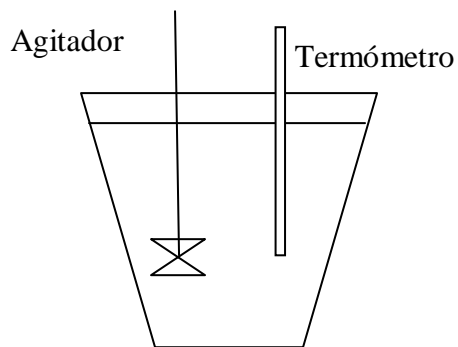
$$E^{\circ}_{\text{pila}} = E^{\circ}_{\text{cátodo}} - E^{\circ}_{\text{ánodo}} \quad E^{\circ}_{\text{pila}} = + 0,80 - (- 0,74) = 1,54 \text{ V} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



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

En el laboratorio se desea determinar el calor de la reacción ácido-base del hidróxido de sodio con el ácido clorhídrico. Dibuje un esquema del dispositivo experimental e indique el material utilizado.

**Solución:**



**Dibujo (0,25 puntos)**

Vaso de poliestireno con tapa **(0,25 puntos)**

Termómetro **(0,25 puntos)**

Agitador **(0,25 puntos)**

Vaso de poliestireno con tapa



4. (2,0 puntos)

- A. Indique, justificando la respuesta, el número de electrones desapareados que presentan en estado fundamental los átomos de Cr ( $Z = 24$ ) y As ( $Z = 33$ ). (1,0 punto)

Solución:

Cr:  $Z = 24$  Configuración electrónica:  $1s^2; 2s^2 2p^6; 3s^2 3p^6 3d^5, 4s^1$  (0,25 puntos)

Capa de valencia: 

↑	↑	↑	↑	↑	↑
<b>3d</b>					<b>4s</b>

 6 electrones desapareados (0,25 puntos)

Si ponen la configuración electrónica:  $1s^2; 2s^2 2p^6; 3s^2 3p^6 3d^4, 4s^2$  (0,25 puntos). Electrones desapareados 4 (0 puntos)

As:  $Z = 33$  Configuración electrónica:  $1s^2; 2s^2 2p^6; 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^3$  (0,25 puntos)

Capa de valencia: 

↑↓	↑	↑	↑
<b>4s</b>	<b>3p</b>		

 3 electrones desapareados (0,25 puntos)

- 
- B. Los valores de los puntos de ebullición normales del  $\text{Cl}_2$  y del  $\text{I}_2$  son 239 y 457 K, respectivamente. Explique la diferencia observada en estos valores de los puntos de ebullición normales. (1,0 punto)

Solución:

Ambos son especies diatómicas de elementos halógenos (grupo 17). Al descender en el grupo aumenta el radio de los átomos y, en consecuencia, el tamaño (volumen) de las moléculas diatómicas. (0,25 puntos)

Las dos moléculas son apolares. Al aumentar el tamaño de las moléculas aumenta la facilidad con que pueden deformarse y dar lugar a dipolos instantáneos. El  $\text{I}_2$  forma dipolos instantáneos más fácilmente y de mayor valor del momento dipolar que el  $\text{Cl}_2$ . (0,25 puntos)

Las moléculas de  $\text{I}_2$  experimentan interacciones dipolo inducido-dipolo inducido (fuerzas de London) más intensas que las moléculas de  $\text{Cl}_2$ . (0,25 puntos) En consecuencia, las fuerzas intermoleculares son más intensas entre las moléculas de  $\text{I}_2$  que entre las moléculas de  $\text{Cl}_2$  y el valor del punto de ebullición normal del  $\text{I}_2$  será mayor que el correspondiente al  $\text{Cl}_2$ . (0,25 puntos)



5. (2,0 puntos)

- A. Dispone de una disolución reguladora de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) y acetato de sodio ( $\text{NaCH}_3\text{COO}$ )  
Escriba y justifique la ecuación química que muestre cómo reacciona la disolución reguladora preparada cuando: i) se le añade una pequeña cantidad de ácido fuerte. (0,5 puntos); ii) se le añade una pequeña cantidad de base fuerte. (0,50 puntos)

Solución:

- i. La adición de una pequeña cantidad de ácido fuerte a la disolución reguladora, supone la adición de  $\text{H}_3\text{O}^+(\text{ac})$  que reaccionará con la base de la disolución reguladora, es decir, con el  $\text{CH}_3\text{COO}^-(\text{ac})$ .

(0,25 puntos)



- ii. La adición de una pequeña cantidad de base fuerte a la disolución reguladora, supone la adición de  $\text{OH}^-(\text{ac})$  que reaccionará con el ácido de la disolución reguladora, es decir, con el  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{ac})$ .

(0,25 puntos)



- B. Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos:

i) Ácido propanoico

ii) trans-2-penteno

iii) 3-etil-4-metil-1-hexino

iv) 3-pentanol

(1,0 punto)

Solución:

