



## QUÍMICA. SEPTIEMBRE (FE). OPCIÓN A

### 1. (2,5 puntos)

Las entalpías estándar de combustión del C(s), H<sub>2</sub>(g) y propano gas, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>(g), son -394, -286 y -2220 kJ/mol, respectivamente:

- Calcule la entalpía estándar de formación del propano. **(2,0 puntos)**
- Calcule la variación de entalpía asociada a la formación de 100 g de propano gas en condiciones estándar. **(0,5 puntos)**

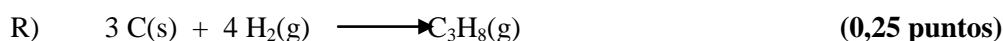
**Datos:** Masas atómicas C = 12 u; H = 1 u

### Solución:

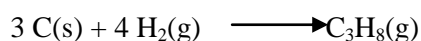
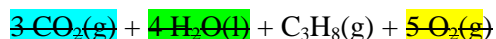
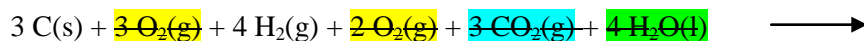
i. Reacciones de combustión:

	$\Delta H_R$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	
a) C(s) + O <sub>2</sub> (g) $\longrightarrow$ CO <sub>2</sub> (g)	- 394	<b>(0,25 puntos)</b>
b) H <sub>2</sub> (g) + ½ O <sub>2</sub> (g) $\longrightarrow$ H <sub>2</sub> O(l)	- 286	<b>(0,25 puntos)</b>
c) C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (g) + 5 O <sub>2</sub> (g) $\longrightarrow$ 3 CO <sub>2</sub> (g) + 4 H <sub>2</sub> O(l)	-2220	<b>(0,25 puntos)</b>

Ecuación problema:



Combinación: R) = 3 a) + 4 b) - c) **(0,50 puntos)**



$$\Delta H_R = \Delta H_f^\circ[\text{C}_3\text{H}_8\text{(g)}]$$

$$\Delta H_f^\circ[\text{C}_3\text{H}_8\text{(g)}] = [3 \times (-394)] + [4 \times (-286)] - [1 \times (-2220)] = -106 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f^\circ[\text{C}_3\text{H}_8\text{(g)}] = -106 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \text{(0,50 puntos)}$$

ii) M[C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>(g)] = 44 g mol<sup>-1</sup>

$$100 \text{ g C}_3\text{H}_8\text{(g)} \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8\text{(g)}}{44 \text{ g C}_3\text{H}_8\text{(g)}} = 2,27 \text{ moles C}_3\text{H}_8\text{(g)} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$2,27 \text{ moles C}_3\text{H}_8\text{(g)} \times \frac{(-106 \text{ kJ})}{1 \text{ mol C}_3\text{H}_8\text{(g)}} = -240,9 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^\circ_R = -240,9 \text{ kJ} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



2. (2,5 puntos)

Una disolución acuosa de  $\text{NH}_3$  tiene un  $\text{pH} = 10,6$ .

i. Calcule la concentración inicial de  $\text{NH}_3$ , en moles/L. **(2,0 puntos)**

ii. Calcule el volumen, en litros, de una disolución acuosa de  $\text{NH}_3$  0,1 M necesario para preparar, por dilución, 500 mL de la disolución del apartado anterior. **(0,5 puntos)**

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

**Solución:**

i.

Equilibrio disociación:  $\text{NH}_3(\text{ac}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{ac}) + \text{OH}^-(\text{ac})$  **(0,25 puntos)**

Inicial (concentración)  $c_i$  – –

Reaccionan - x x x **(0,25 puntos)**

Equilibrio  $c_i - x$  x x **(0,25 puntos)**

$\text{pH} = 10,6$   $\text{pOH} = 3,4$  **(0,25 puntos)**  $[\text{OH}^-] = 10^{-3,4} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ M}$  **(0,25 puntos)**

$x = [\text{OH}^-] = 4,0 \times 10^{-4} \text{ M}$  **(0,25 puntos)**

$$K_b(\text{NH}_3) = \frac{[\text{NH}_4^+]_{eq} [\text{OH}^-]_{eq}}{[\text{NH}_3]_{eq}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$1,8 \times 10^{-5} = \frac{x^2}{c_i - x} \quad c_i = \mathbf{0,009 \text{ M}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

ii.

$$0,5 \text{ L} \times \frac{0,01 \text{ moles } \text{NH}_3}{1 \text{ L disolución}} = 5 \times 10^{-3} \text{ moles } \text{NH}_3 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$V \text{ L} \times \frac{0,1 \text{ moles } \text{NH}_3}{1 \text{ L disolución}} = 5 \times 10^{-3} \text{ L}$$

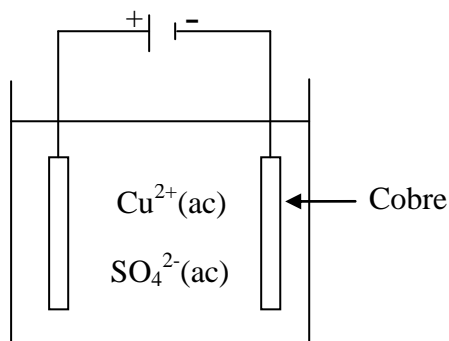
$$V = \mathbf{4,6 \times 10^{-2} \text{ L}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



### 3. (1,0 punto)

En el laboratorio se desea realizar la deposición electrolítica de cobre a partir de una disolución acuosa de sulfato de cobre(II). Dibuje un esquema completo de la cuba electrolítica, indicando el material de laboratorio utilizado.

**Solución:**



Dibujo (0,25 puntos)

- Cubeta + disolución de  $\text{CuSO}_4$  (0,25 puntos)
- 2 electrodos (0,25 puntos)
- Fuente de alimentación de **corriente continua** (0,25 puntos)

### 4. 1 (2,0 puntos)

A. Defina la afinidad electrónica de un átomo. 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. La afinidad electrónica es una medida de la variación energética que acompaña al proceso en el que un átomo, en estado gaseoso y fundamental, capta un electrón para formar un anión mononegativo, en estado gaseoso y fundamental. (0,25 puntos)

X ( $Z = 4$ ). Configuración electrónica:  $1s^2, 2s^2$ . Período: 2 Grupo: 2

Y ( $Z = 8$ ). Configuración electrónica:  $1s^2, 2s^2, 2p^4$ . Período: 2 Grupo: 16

(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)

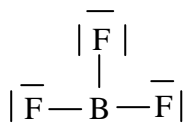


B. Para la molécula  $\text{BF}_3$ : i) dibuje la estructura de Lewis; ii) deduzca y dibuje su forma geométrica e indique los ángulos de enlace aproximados de la molécula. **(1,0 punto)**

**Datos:** B ( $Z = 5$ ), F ( $Z = 9$ )

**Solución:**

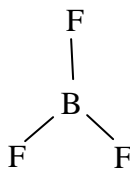
i. Estructura de Lewis:



**(0,25 puntos)**

ii. Geometría electrónica = geometría molecular : Plana triangular

**(0,25 puntos)**



**(0,25 puntos)**

**Ángulos de enlace:  $120^\circ$**

**(0,25 puntos)**

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

A. Para la reacción en equilibrio:  $4 \text{HCl}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + 2 \text{Cl}_2(\text{g})$   $\Delta H^\circ = -114 \text{ kJ}$ . Explique el efecto que sobre la cantidad de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  en el equilibrio tendrá:

i. La adición a la mezcla en equilibrio de una masa adicional de  $\text{O}_2(\text{g})$  a volumen constante. **(0,5 puntos)**

ii. Transferir la mezcla en equilibrio a un recipiente con un volumen doble, a la misma temperatura. **(0,5 puntos)**

**Solución:**

i. Al añadir una masa adicional de  $\text{O}_2(\text{g})$ , aumenta la concentración de este reactivo. De acuerdo con el principio de Le Chatelier, el equilibrio se desplazará en el sentido de consumir el exceso de  $\text{O}_2(\text{g})$ , es decir, hacia la derecha. **(0,25 puntos)**

Por tanto, aumentará la cantidad de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  en el equilibrio

**(0,25 puntos)**

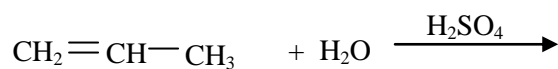
ii. Al transferir la mezcla a un volumen doble, a temperatura constante, la presión total disminuye. De acuerdo con el principio de Le Chatelier, el equilibrio se desplazará hacia donde se forme el mayor número de moles gaseosos, es decir, hacia la izquierda. **(0,25 puntos)**

Por tanto, disminuirá la cantidad de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  en el equilibrio.

**(0,25 puntos)**

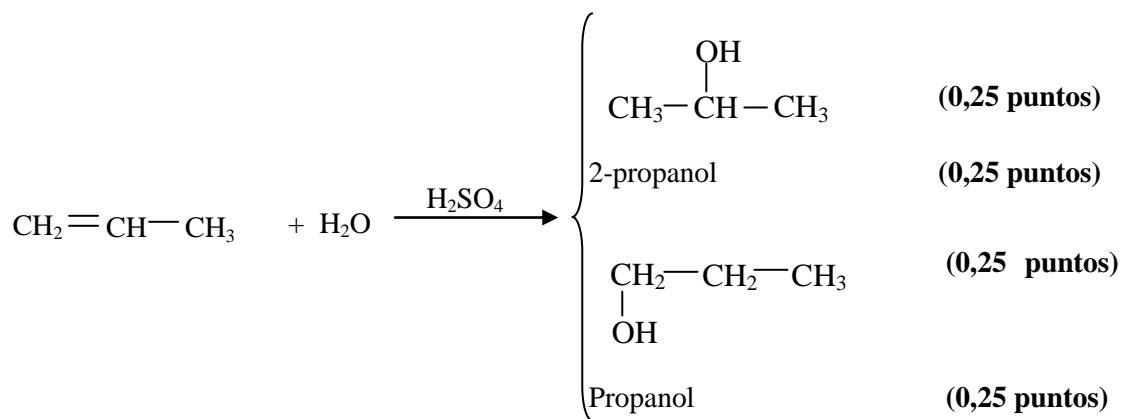


B. Complete la siguiente reacción. Nombre y escriba la fórmula semidesarrollada de los posibles productos de la reacción:



(1,0 punto)

**Solución:**

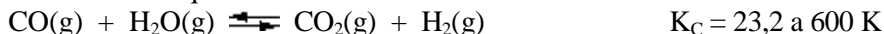




**QUÍMICA. SEPTIEMBRE (FE). OPCIÓN B**

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

En un recipiente de 1,4 L se introduce 1,0 g de CO, 1,0 g de H<sub>2</sub>O y 1,0 g de H<sub>2</sub>, elevando la temperatura a 600 K y dejando que se alcance el equilibrio:



Calcule los gramos de CO<sub>2</sub>(g) que habrá en la mezcla en equilibrio.

**Datos:** Masas atómicas C = 12 u; H = 1 u; O = 16 u

**Solución:**

$$n[\text{CO}]_i = 1 \text{ g CO} \times \frac{1 \text{ mol CO}}{28 \text{ g CO}} = 3,57 \times 10^{-2} \text{ moles de CO}$$

$$n(\text{H}_2\text{O})_i = 1 \text{ g H}_2\text{O} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 5,56 \times 10^{-2} \text{ moles de H}_2\text{O}$$

$$n(\text{H}_2)_i = 1 \text{ g H}_2 \times \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} = 0,5 \text{ moles H}_2$$

**(0,25 puntos)**

<b>Equilibrio</b>	CO(g)	+	H <sub>2</sub> O(g)	$\rightleftharpoons$	CO <sub>2</sub> (g)	+	H <sub>2</sub> (g)	
Inicialmente	3,57 x 10 <sup>-2</sup>		5,56 x 10 <sup>-2</sup>		-----		0,5 moles	
Reaccionan	-x		-x		x		x	<b>(0,25 puntos)</b>
Equilibrio	(3,57 x 10 <sup>-2</sup> - x)		(5,56 x 10 <sup>-2</sup> - x)		x		(0,5 + x)	<b>(0,25 puntos)</b>

$$[\text{CO}_2]_{eq} = \frac{(3,57 \times 10^{-2} - x) \text{ moles}}{1,4 \text{ L}}$$

$$[\text{H}_2\text{O}]_{eq} = \frac{(5,56 \times 10^{-2} - x) \text{ moles}}{1,4 \text{ L}}$$

$$[\text{CO}_2]_{eq} = \frac{x \text{ moles}}{1,4 \text{ L}}$$

$$[\text{H}_2]_{eq} = \frac{(0,5 + x) \text{ moles}}{1,4 \text{ L}}$$

**(0,25 puntos)**

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



$$23,2 = \frac{\left(\frac{x}{1,4}\right)\left[\frac{(0,5+x)}{1,4}\right]}{\left[\frac{(3,57 \times 10^{-2} - x)}{1,4}\right]\left[\frac{(5,56 \times 10^{-2} - x)}{1,4}\right]} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\left. \begin{array}{l} 22,2 x^2 - 2,62 x + 4,59 \times 10^{-2} = 0 \\ x = 2,14 \times 10^{-2} \text{ moles} \\ n(\text{CO}_2)_{\text{eq}} = 2,14 \times 10^{-2} \text{ moles} \end{array} \right\} (0,50 \text{ puntos})$$

$$g(\text{CO}_2)_{\text{eq}} = \underbrace{2,14 \times 10^{-2} \text{ moles CO}_2}_{(0,25 \text{ puntos})} \times \underbrace{\frac{44 \text{ g CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2}}_{(0,25 \text{ puntos})} = 0,94 \text{ g CO}_2 \text{ equilibrio}$$

2. (2,5 puntos)

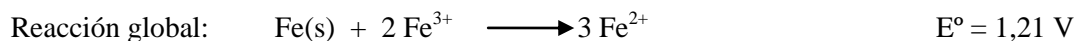
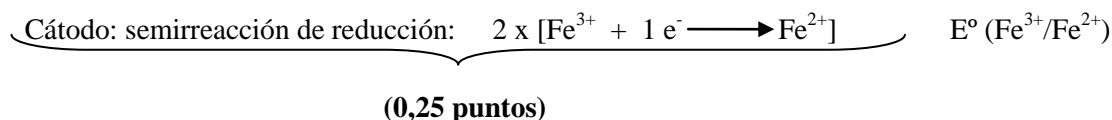
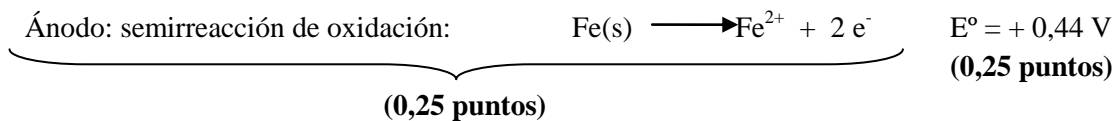
La celda voltáica que utiliza la reacción:  $\text{Fe(s)} + 2 \text{Fe}^{3+}(\text{ac}) \longrightarrow 3 \text{Fe}^{2+}(\text{ac})$ , tiene un potencial estándar de celda igual a 1,21 V :

- Escriba las dos semirreacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo de la celda. Calcule  $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})$ . (1,25 puntos)
- Dibuje un esquema de la celda voltáica, indicando el ánodo, el cátodo y el sentido de flujo de los electrones. **Nota:** utilice como electrodos láminas metálicas de hierro. (1,25 puntos)

**Datos:**  $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$

**Solución:**

i.

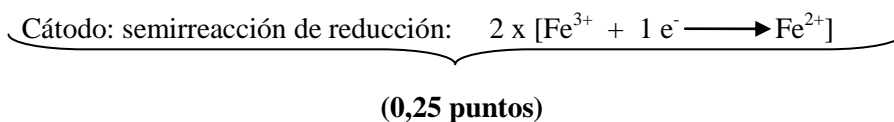
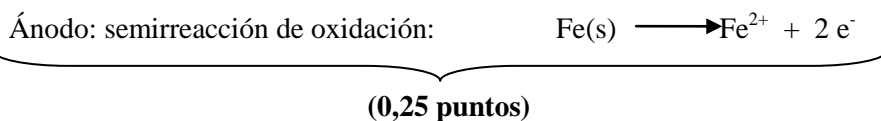


$1,21 \text{ V} = +0,44 \text{ V} + E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})$  (0,25 puntos)

$E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77 \text{ V}$  (0,25 puntos)



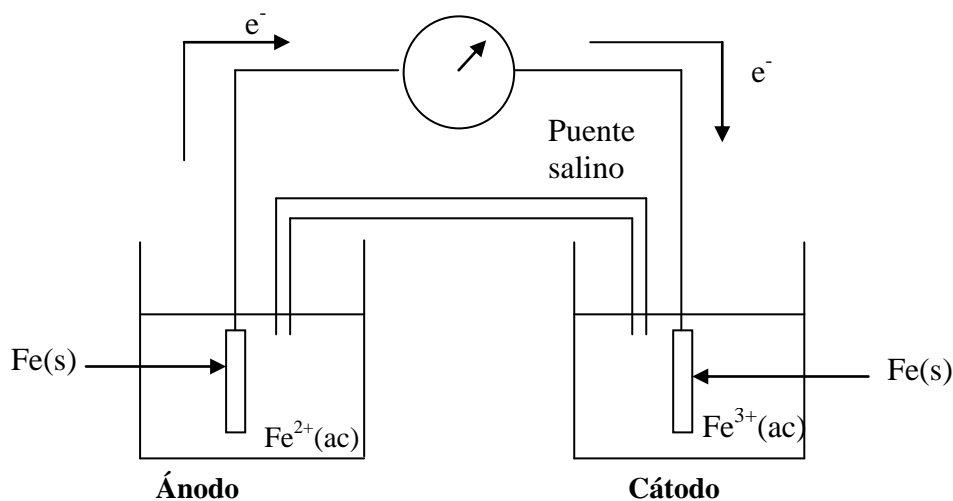
**OTRA POSIBILIDAD:**



$E^{\circ}(\text{pila}) = E^{\circ}(\text{cátodo}) - E^{\circ}(\text{ánodo}) = E^{\circ}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) - (-0,44 \text{ V}) = 1,21 \text{ V}$   
(0,25 puntos) (0,25 puntos)

$E^{\circ}(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = +0,77 \text{ V}$  (0,25 puntos)

ii.



Dibujó con puente salino (0,25 puntos)

Composición disoluciones (0,25 puntos)

Identifica ánodo con polo negativo (0,25 puntos)

Identifica el cátodo con polo positivo (0,25 puntos)

Sentido del flujo de los electrones (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 HCl(ac) en el vaso de poliestireno. **(0,25 puntos)**
- Anotar la temperatura. **(0,25 puntos)**
- Verter V mL de la disolución de NaOH (ac) sobre la de HCl (ac). **(0,25 puntos)**
- Agitar suavemente y anotar la temperatura. **(0,25 puntos)**

### 4. (2,0 puntos)

- A. Indique, justificando la respuesta, el número de electrones desapareados que presentan en estado fundamental los átomos de P (Z = 15) y Mn (Z = 25). **(1,0 punto)**

#### Solución:

P: Z = 15 Configuración electrónica:  $1s^2; 2s^2 2p^6; 3s^2 3p^3$  **(0,25 puntos)**

Capa de valencia:  $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$   $\begin{array}{|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$  3 electrones desapareados  
**3s** **3p** **(0,25 puntos)**

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

Capa de valencia:  $\begin{array}{|c|} \hline \uparrow\downarrow \\ \hline \end{array}$   $\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$   
**4s** **3d**  
5 electrones desapareados  
**(0,25 puntos)**

- B. Los valores de los puntos de ebullición normales de los compuestos HF y HCl son 292,6 y 188,1 K, respectivamente. Explique la diferencia observada en estos valores de los puntos de ebullición normales. **(1,0 punto)**

#### Solución:

El HF presenta enlaces de hidrógeno entre sus moléculas, debido a la elevada diferencia de electronegatividad existente entre el H y el F. **(0,25 puntos)**

Los enlaces de hidrógeno son las fuerzas intermoleculares más intensas y difíciles de romper, por lo que su presencia supone valores elevados de los puntos de ebullición normales. **(0,25 puntos)**

En el HCl las fuerzas intermoleculares dominantes son las de dispersión (dipolo-dipolo, London). **(0,25 puntos)**

Al ser estas fuerzas intermoleculares menos intensas que los enlaces de hidrógeno, el punto de ebullición normal del HCl será inferior al del HF. **(0,25 puntos)**



5. 2,0 puntos)

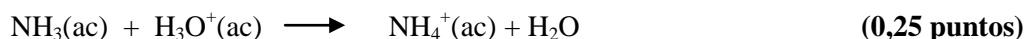
A. Dispone de disoluciones acuosas de las siguientes sustancias:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KCN}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  y  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

- Indique, de forma razonada, las disoluciones que utilizaría para preparar una disolución reguladora. **(0,5 puntos)**
- Escriba y justifique la ecuación química que muestre cómo reacciona la disolución reguladora preparada cuando se le añade una pequeña cantidad de ácido fuerte. **(0,5 puntos)**

Solución:

- Una disolución reguladora se forma con un ácido, o base, débil y una sal que contenga su base, o ácido, conjugado. **(0,25 puntos)**. De las disoluciones de que disponemos, sólo la pareja  $\text{NH}_3(\text{ac})/\text{NH}_4\text{Cl}(\text{ac})$  cumple la condición anterior. **(0,25 puntos)**.
- 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  $\text{NH}_3(\text{ac})$ .

**(0,25 puntos)**



B. Escriba la fórmula semidesarrollada de los siguientes compuestos:

- 3,3,5-trimetilheptano
- cis-3-hexeno
- 4,4-dimetil-1-hexino
- 3-pentanona

**(1,0 punto)**

Solución:

