



## QUÍMICA.

### OPCIÓN A

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

La reacción de metano,  $\text{CH}_4(\text{g})$ , con cloro,  $\text{Cl}_2(\text{g})$ , en condiciones estándar, produce cloruro de hidrógeno,  $\text{HCl}(\text{g})$ , y cloroformo,  $\text{CHCl}_3(\text{g})$ . Calcule la variación de entalpía para la reacción descrita a partir de los siguientes datos:

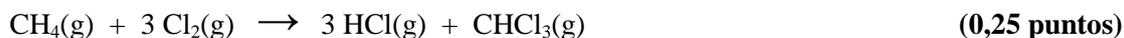
$\Delta H^\circ(\text{formación})[\text{CHCl}_3(\text{g})] = -103,1 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H^\circ(\text{formación})[\text{HCl}(\text{g})] = -92,3 \text{ kJ/mol}$ ;

$\Delta H^\circ(\text{formación})[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] = -285,8 \text{ kJ/mol}$ ;  $\Delta H^\circ(\text{formación})[\text{CO}_2(\text{g})] = -393,5 \text{ kJ/mol}$ ;

$\Delta H^\circ(\text{combustión})[\text{CH}_4(\text{g})] = -890,3 \text{ kJ/mol}$  de metano.

#### Solución:

Reacción descrita:



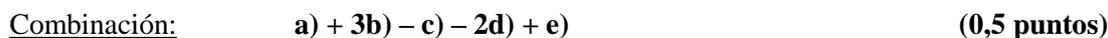
Aplicación de la Ley de Hess:

	$\Delta H^\circ$ (kJ/mol)	
a) $\text{C}(\text{s}) + 1/2 \text{H}_2(\text{g}) + 3/2 \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CHCl}_3(\text{g})$	- 103,1	<b>(0,25 puntos)</b>
b) $1/2 \text{Cl}_2(\text{g}) + 1/2 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HCl}(\text{g})$	- 92,3	<b>(0,25 puntos)</b>
c) $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	- 393,5	<b>(0,25 puntos)</b>
d) $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	- 285,8	<b>(0,25 puntos)</b>

Combustión de 1 mol de metano:



**Si no ponen los estados de agregación en todas las reacciones, se restan 0,25 puntos.**



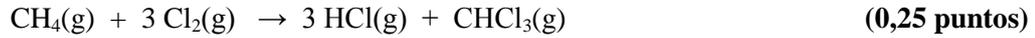
$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = \Delta H^\circ\text{a}) + 3 \Delta H^\circ\text{b}) - \Delta H^\circ\text{c}) - 2 \Delta H^\circ\text{d}) + \Delta H^\circ\text{e}) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = - 305,2 \text{ kJ (kJ/mol)} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



**ALTERNATIVA.**

Reacción descrita:



Cálculo de la entalpía de la reacción:

$$\Delta H_R = \sum n_p \Delta H^\circ_{\text{formación}}(\text{productos}) - \sum n_r \Delta H^\circ_{\text{formación}}(\text{reactivos}) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H_R = \Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{CHCl}_3(\text{g})] + 3 \Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{HCl}(\text{g})] - \Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{CH}_4(\text{g})] - 0 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Cálculo de la  $\Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{CH}_4(\text{g})]$ :

Reacción de combustión



$$\Delta H_R = \Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{CO}_2(\text{g})] + 2 \Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] - \Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{CH}_4(\text{g})] - 2 \times 0 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{CH}_4(\text{g})] = 890,3 - 393,5 - 571,6 = -74,8 \text{ kJ/mol} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Cálculo de la entalpía de reacción:

$$\Delta H_R = -103,1 + 3(-92,3) - (-74,8) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H_R = -305,2 \text{ kJ (kJ/mol)} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



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

Un vinagre comercial contiene un 6,0 % en masa de ácido acético,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Calcule la masa, en gramos, de ese vinagre que debe diluirse en agua para obtener 500 mL de una disolución con  $\text{pH} = 3,5$ . Considere que el ácido acético es el único ácido presente en el vinagre.

**Datos:**  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$ . Masas atómicas: C: 12 u; H: 1 u; O: 16 u.

**Solución:**

Para el ácido acético en disolución acuosa:



Inicial	$c_i$	-	-	-	
Reaccionan	$-x$		$x$	$x$	(0,25 puntos)
Equilibrio	$c_i - x$		$x$	$x$	(0,25 puntos)

$$\text{pH} = 3,5; \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,2 \times 10^{-4} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,2 \times 10^{-4} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{x^2}{c_i - x} = 1,8 \times 10^{-5} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$x = 3,2 \times 10^{-4} \quad c_i = 5,94 \times 10^{-3} \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$0,5 \text{ L disolución} \times \frac{5,94 \times 10^{-3} \text{ moles de } \text{CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ L disolución}} = 2,97 \times 10^{-3} \text{ moles de } \text{CH}_3\text{COOH} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = (2 \times 12) + (4 \times 1) + (2 \times 16) = 60 \text{ g/mol de } \text{CH}_3\text{COOH}$$

$$2,97 \times 10^{-3} \text{ moles de } \text{CH}_3\text{COOH} \times \frac{60 \text{ g de } \text{CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{COOH}} = 0,178 \text{ g } \text{CH}_3\text{COOH} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$0,178 \text{ g } \text{CH}_3\text{COOH} \times \frac{100 \text{ g vinagre}}{6 \text{ g } \text{CH}_3\text{COOH}} = \boxed{2,97 \text{ g de vinagre}} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



**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:**

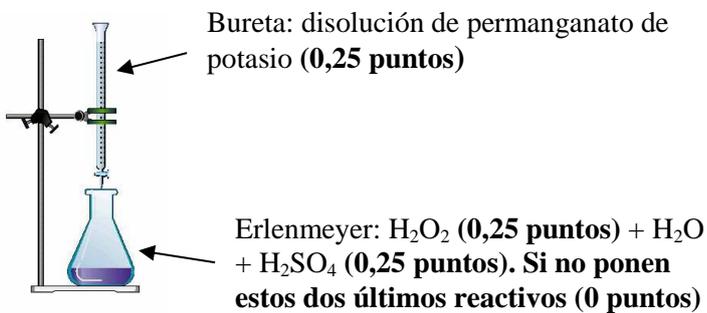
- Se toma un volumen de agua oxigenada, se coloca en una probeta y se diluye con agua destilada. Una alícuota de esta disolución se vierte en el erlenmeyer. **(0,25 puntos)**

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)**

**Si ponen que añaden indicador no se valora el último apartado (0).**

**OTRA POSIBILIDAD:**



Se añade lentamente el permanganato hasta cambio de color **(0,25 puntos)**.

Si ponen que añaden indicador no se valora el último apartado **(0 puntos)**.



4. (2 puntos)

- A. Escriba las configuraciones electrónicas de los elementos X ( $Z = 17$ ) e Y ( $Z = 53$ ). Indique el grupo y período de la tabla periódica a los que pertenece cada uno de los elementos. A partir de su posición en la tabla periódica, indique, de forma razonada, el elemento que presentará el valor más negativo de la afinidad electrónica. **(1,0 punto)**

**Solución:**

Configuraciones electrónicas, grupo y período:

X ( $Z = 17$ )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$  Grupo: 17 Período: 3

**(0,25 puntos)**

Y ( $Z = 53$ )  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$  Grupo: 17 Período: 5

**(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 grupo de la tabla periódica, el valor de la afinidad electrónica **se hace más negativo** al ascender en el grupo (menor valor del período). **(0,25 puntos)**

Por tanto, el elemento que presenta un valor **más negativo** de la afinidad electrónica es el X ( $Z = 17$ ). **(0,25 puntos)**

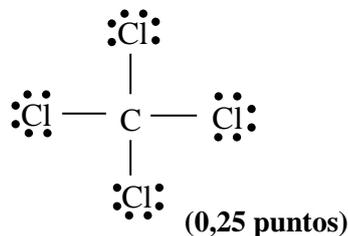
- B. Para la molécula  $\text{CCl}_4$ , deduzca la estructura de Lewis. Nombre y dibuje la geometría molecular e indique los ángulos de enlace aproximados.

**Datos:** C ( $Z = 6$ ); Cl ( $Z = 17$ )

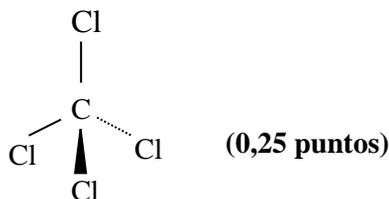
**(1,0 punto)**

**Solución:**

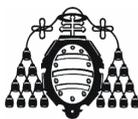
- i) Estructura de Lewis (32 e<sup>-</sup> de valencia)



- ii) En el átomo central todos los pares de electrones de valencia están compartidos. Geometría molecular = Tetraédrica **(0,25 puntos)**



Ángulos de enlace:  $109,5^\circ$  **(0,25 puntos)**



**5. (2 puntos)**

A. La reacción de descomposición:  $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$  es un proceso endotérmico. Explique el efecto que sobre la concentración de  $\text{NH}_3(\text{g})$  en el equilibrio tendrá:

- i. Elevar la temperatura de la reacción manteniendo el volumen constante. **(0,5 puntos)**
- ii. La adición de  $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s})$  al sistema en equilibrio. **(0,5 puntos)**

**Solución:**

- i. El proceso, tal y como está escrito, es endotérmico. De acuerdo con el principio de Le Chatelier al aumentar la temperatura el sistema evoluciona en el sentido en que se absorbe calor, es decir, de la izquierda hacia la derecha **(0,25 puntos)**. Por tanto, se producirá un aumento de la cantidad de  $\text{NH}_3(\text{g})$  en el equilibrio **(0,25 puntos)**.
- ii. Los sólidos no influyen en la expresión de la constante de equilibrio, siempre que estén presentes, lo que implica que no influyen en la composición del equilibrio **(0,25 puntos)**. Por tanto, la adición de  $\text{NH}_4\text{HS}(\text{s})$  al equilibrio no modifica la concentración de  $\text{NH}_3(\text{g})$  en el equilibrio **(0,25 puntos)**.

---

B. Nombre y escriba las fórmulas semidesarrolladas de los productos obtenidos en: i) la oxidación de 2-propanol; **(0,5 puntos)** ii) la deshidratación del etanol. **(0,5 puntos)**

**Solución:**

- i. Se obtiene acetona **(0,25 puntos)**  $\text{CH}_3-\text{C}(\text{O})-\text{CH}_3$  **(0,25 puntos)**
- ii. Se obtiene eteno **(0,25 puntos)**  $\text{CH}_2=\text{CH}_2$  **(0,25 puntos)**



## QUÍMICA

### OPCIÓN B

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

En un recipiente de 5 L, en el que previamente se ha realizado el vacío, se introducen 10,6 g de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  y 375,0 g de  $\text{PCl}_5(\text{g})$ . El conjunto se calienta a 200 °C, estableciéndose el equilibrio químico representado por la ecuación:  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ .

- Si en el equilibrio hay 30,0 g de  $\text{PCl}_3(\text{g})$ , calcule las presiones parciales de  $\text{PCl}_5(\text{g})$ ,  $\text{PCl}_3(\text{g})$  y  $\text{Cl}_2(\text{g})$  en el equilibrio a 200 °C. **(1,5 puntos)**
- Calcule los valores de  $K_p$  y  $K_c$  para el equilibrio a 200 °C. **(1,0 punto)**

**Datos:**  $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ ; Masas atómicas:  $P = 31 \text{ u}$ ,  $\text{Cl} = 35,45 \text{ u}$ .

#### Solución:

- Cálculo de cantidades de reactivos y productos.

$$n[\text{Cl}_2(\text{g})]_i = 10,6 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2(\text{g})}{70,9 \text{ g Cl}_2(\text{g})} = 0,15 \text{ moles de Cl}_2(\text{g})$$

$$n[\text{PCl}_5(\text{g})]_i = 375,0 \text{ g de PCl}_5(\text{g}) \times \frac{1 \text{ mol PCl}_5(\text{g})}{208,25 \text{ g PCl}_5(\text{g})} = 1,8 \text{ moles de PCl}_5(\text{g})$$

$$n[\text{PCl}_3(\text{g})]_{\text{eq}} = 30 \text{ g PCl}_3(\text{g}) \times \frac{1 \text{ mol PCl}_3(\text{g})}{137,35 \text{ g PCl}_3(\text{g})} = 0,22 \text{ moles PCl}_3(\text{g})$$

**(0,25 puntos)**

#### Cálculo de las cantidades en el equilibrio.

	$\text{PCl}_5(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{PCl}_3(\text{g}) +$	$\text{Cl}_2(\text{g})$	
Inicial	1,8 moles		0	0,15 moles	
Reaccionan	- x		+ x	+ x	<b>(0,25 puntos)</b>
Equilibrio	1,8 - x		+ x	0,15 + x	<b>(0,25 puntos)</b>

$$x = 0,22 \text{ moles} \quad n[\text{PCl}_5(\text{g})]_{\text{eq}} = 1,8 - x = 1,58 \text{ moles de PCl}_5(\text{g})$$

$$n[\text{Cl}_2(\text{g})]_{\text{eq}} = 0,15 + x = 0,37 \text{ moles de Cl}_2(\text{g})$$

**(0,25 puntos)**

$$p_i = \frac{(n_i)_{\text{eq}} RT}{V} \quad \text{(0,25 puntos)} \quad p[\text{PCl}_5] = \frac{1,58 \times 0,082 \times 473,15}{5} = 12,26 \text{ atm}$$

$$p[\text{Cl}_2] = \frac{0,37 \times 0,082 \times 473,15}{5} = 2,87 \text{ atm}$$

$$p[\text{PCl}_3] = \frac{0,22 \times 0,082 \times 473,15}{5} = 1,71 \text{ atm}$$

**(0,25 puntos)**



ii.  $K_P = \frac{p[\text{PCl}_3]_{\text{eq}} p[\text{Cl}_2]_{\text{eq}}}{p[\text{PCl}_5]_{\text{eq}}} \quad K_P = 0,4 \quad (0,25 \text{ puntos})$

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

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



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

Se dispone del siguiente material: dos varillas de cobre, disolución 1 M de  $\text{Cu}^+(\text{ac})$ , disolución 1 M de  $\text{Cu}^{2+}(\text{ac})$ , puente salino, voltímetro y conexiones eléctricas.

- i. Escriba las semirreacciones de oxidación y de reducción, así como la reacción global que tiene lugar en la pila que se puede construir con el material disponible. Calcule el potencial estándar de la pila. **(1,0 punto)**
- ii. Dibuje un esquema de la pila, indicando el ánodo, el cátodo y el sentido en el que fluyen los electrones. **(1,5 puntos)**

**Datos:**  $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = +0,34 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Cu}^+/\text{Cu}) = +0,52 \text{ V}$ .

**Solución:**

i.

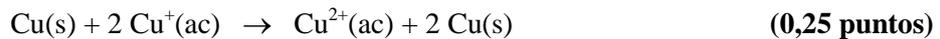
Semirreacción de oxidación:



Semirreacción de reducción:



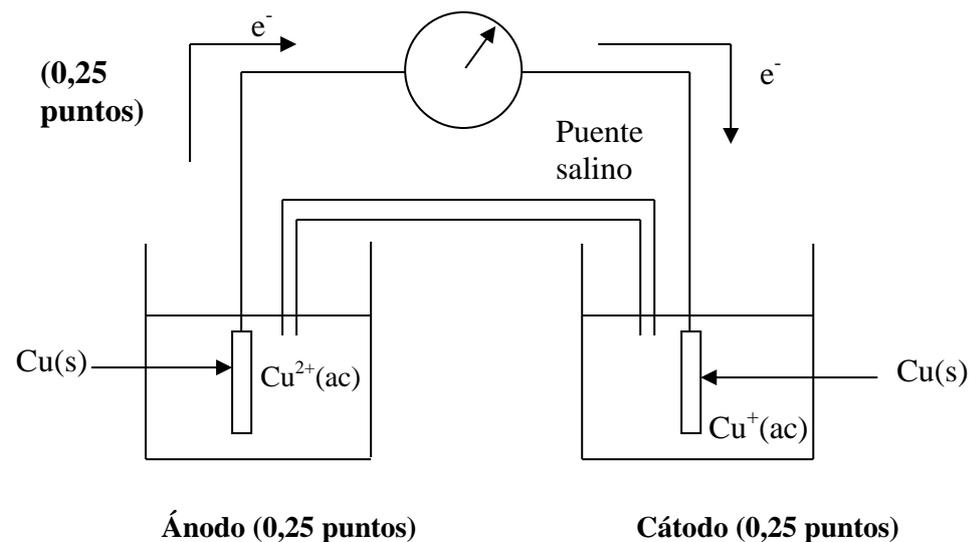
Reacción global:



**ALTERNATIVA:**  $2 \text{Cu}^+(\text{ac}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{ac}) + \text{Cu}(\text{s})$

$$E^\circ_{\text{pila}} = E^\circ(\text{Cu}^+/\text{Cu}) - E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,18 \text{ V} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

ii.



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

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

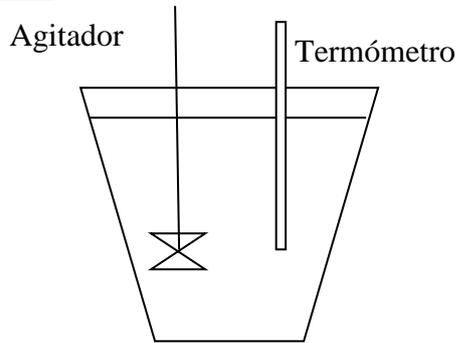
Dibuja puente salino, voltímetro, conexiones eléctricas. **(0,25 puntos)**



**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:**



Vaso de poliestireno con tapa

Dibujo **(0,25 puntos)**

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

Termómetro **(0,25 puntos)**

Agitador **(0,25 puntos)**



4. (2 puntos)

A. Indique, justificando la respuesta, el número de electrones desapareados que presentan, en estado fundamental, los átomos de Mn ( $Z = 25$ ) y Se ( $Z = 34$ ). (1,0 punto)

Solución:

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: 

↑	↑	↑	↑	↑		↑↓
3d						4s

  
5 e<sup>-</sup> desapareados (0,25 puntos)

Se ( $Z = 34$ ) Configuración electrónica:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^4$  (0,25 puntos)

Capa de valencia: 

↑↓		↑↓	↑	↑
4s		4p		

  
2 e<sup>-</sup> desapareados (0,25 puntos)

---

B. Los valores de los puntos normales de ebullición del HF y del HCl son 292,5 y 188,1 K, respectivamente. Explique la diferencia observada en estos valores de los puntos normales de ebullición. (1,0 punto)

Solución:

Las dos moléculas son polares y forman dipolos, ya que tanto el flúor como el cloro son más electronegativos que el hidrógeno (0,25 puntos) y el flúor es más electronegativo que el cloro. En consecuencia, ambas sustancias presentan interacciones dipolo permanente – dipolo permanente. Además el HF presenta enlaces de hidrógeno que son de mayor intensidad que las dipolo permanente – dipolo permanente. (0,25 puntos)

En el proceso de ebullición se rompen las fuerzas intermoleculares, de tal manera que cuanto más intensas sean estas fuerzas mayor es la temperatura de ebullición (0,25 puntos). En consecuencia, el HF tendrá un punto normal de ebullición más elevado que el HCl (0,25 puntos).



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



**Si sólo ponen la reacción (0,5 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)**



**Si sólo ponen la reacción (0,5 puntos)**

- 
- B. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos:

- i) Dietilamina  
iii) 2,2-dimetil-3-hexino

- ii) *cis*-2-penteno  
iv) Butanona

**(1,0 punto)**

**Solución:**

