



## QUÍMICA. OPCIÓN A

### 1. (2,5 puntos)

La combustión completa de 40 g de acetona,  $C_3H_6O(l)$ , libera 1234,5 kJ. Si las entalpías estándar de formación del  $CO_2(g)$  y del  $H_2O(l)$  son  $-393,5$  y  $-285,8$  kJ mol<sup>-1</sup>, respectivamente, calcule la entalpía estándar de formación de la acetona líquida.

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

#### Solución:

Plantea la ecuación de combustión con las sustancias en condiciones estándar (0,25 puntos) y la ajusta correctamente (0,25 puntos):



#### TRES POSIBILIDADES:

i. Queman 40 g de acetona líquida  $M = 58$  g mol<sup>-1</sup>

$$40 \text{ g } C_3H_6O(l) \times \frac{1 \text{ mol } C_3H_6O(l)}{58 \text{ g } C_3H_6O(l)} = 0,69 \text{ moles } C_3H_6O(l) \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Energía involucrada en la combustión de 1 mol de  $C_3H_6O(l)$ :

$$\frac{1234,5 \text{ kJ}}{0,69 \text{ moles}} = 1788,4 \text{ kJ mol}^{-1} C_3H_6O(l) \quad (0,25 \text{ puntos})$$

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

$$\Delta H^\circ_R = \{3 \Delta H^\circ_f[CO_2(g)] + 3 \Delta H^\circ_f[H_2O(l)]\} - \{ \Delta H^\circ_f[C_3H_6O(l)] + 0 \} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\Delta H^\circ_f[O_2(g)] = 0 \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad \Delta H^\circ_R = -1788,4 \text{ kJ} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$-1788,4 = 3(-393,5) + 3(-285,8) - \Delta H^\circ_f[C_3H_6O(l)]$$

$$\Delta H^\circ_f[C_3H_6O(l)] = +1788,4 - 1180,5 - 857,5 = -249,6 \text{ kJ} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

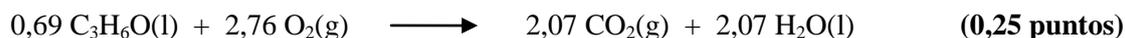
$$\Delta H^\circ_f[C_3H_6O(l)] = -249,6 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

#### ii. Otra posibilidad:

Plantea la ecuación de combustión con las sustancias en condiciones estándar (0,25 puntos) y la ajusta correctamente (0,25 puntos):



Queman 40 g de  $C_3H_6O(l)$  que equivalen a 0,69 moles de  $C_3H_6O(l)$ . (0,25 puntos)





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

$$\Delta H^{\circ}_R = \{2,07 \Delta H^{\circ}_f[\text{CO}_2(\text{g})] + 2,07 \Delta H^{\circ}_f[\text{H}_2\text{O}(\text{l})]\} - \{0,69 \Delta H^{\circ}_f[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})] + 0\} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\Delta H^{\circ}_f[\text{O}_2(\text{g})] = 0 \quad (0,25 \text{ puntos}) \quad \Delta H^{\circ}_R = -1234,5 \text{ kJ} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

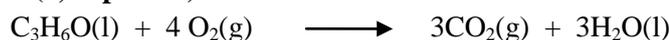
$$-1234,5 = 2,07 (-393,5) + 2,07 (-285,8) - 0,69 \Delta H^{\circ}_f[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})]$$

$$0,69 \Delta H^{\circ}_f[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})] = -171,6 \text{ kJ} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\Delta H^{\circ}_f[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})] = \frac{-171,6 \text{ kJ}}{0,69 \text{ moles}} = -248,7 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

### iii. Otra posibilidad:

Plantea la ecuación de combustión con las sustancias en condiciones estándar (0,25 puntos) y la ajusta correctamente (0,25 puntos):



Queman 40 g de acetona líquida  $M = 58 \text{ g mol}^{-1}$

$$40 \text{ g C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l}) \times \frac{1 \text{ mol C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})}{58 \text{ g C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})} = 0,69 \text{ moles C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l}) \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Energía involucrada en la combustión de 1 mol de  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})$ :

$$\frac{1234,5 \text{ kJ}}{0,69 \text{ moles}} = 1788,4 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l}) \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Aplicación de la ley de Hess:

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

- |      |   |          |               |
|------|---|----------|---------------|
| i.   | $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l}) + 4 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  | - 1788,4 |               |
| ii.  | $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$   | - 393,5  | (0,25 puntos) |
| iii. | $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$  | - 285,8  | (0,25 puntos) |
| iv.  | $3 \text{C}(\text{s}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})$ | ¿?       | (0,25 puntos) |

**Combinación: 3 ii) + 3 iii) – i)** (0,50 puntos)

$$3 \times (-393,5) + 3 \times (-285,8) - (-1788,4) = -249,5 \text{ kJ}$$

$$\Delta H^{\circ}_f[\text{C}_3\text{H}_6\text{O}(\text{l})] = -249,5 \text{ kJ mol}^{-1} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



2. (2,5 puntos)

Para la reacción:  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$   $K_c = 3,8 \times 10^{-2}$  a  $250^\circ\text{C}$ .

Un recipiente de 2,5 L contiene una mezcla de 0,20 moles de  $\text{PCl}_5(\text{g})$ , 0,10 moles de  $\text{PCl}_3(\text{g})$  y 0,10 moles de  $\text{Cl}_2(\text{g})$  a la temperatura de  $250^\circ\text{C}$ .

i. Justifique si la mezcla se encuentra inicialmente en equilibrio. (0,75 puntos)

ii. Calcule el número de moles de cada gas en la mezcla una vez alcanzado el equilibrio. (1,75 puntos)

Solución:



Inicial (moles)                      0,20                      0,10                      0,10

$$Q = \frac{[\text{PCl}_3]_i [\text{Cl}_2]_i}{[\text{PCl}_5]_i} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$[\text{PCl}_5]_i = \frac{0,2 \text{ moles}}{2,5 \text{ L}} = 0,08 \text{ M}$$

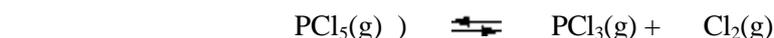
$$[\text{PCl}_3]_i = \frac{0,1 \text{ moles}}{2,5 \text{ L}} = 0,04 \text{ M}$$

$$[\text{Cl}_2]_i = \frac{0,1 \text{ moles}}{2,5 \text{ L}} = 0,04 \text{ M}$$

(0,25 puntos)

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

ii.



Inicial (moles)                      0,20                      0,10                      0,10

Reaccionan                      - x                      + x                      + x

Equilibrio                      0,2 - x                      0,1 + x                      0,1 + x

(0,25 puntos)

(0,50 puntos)

$$K_c = 3,8 \times 10^{-2} = \frac{[\text{PCl}_3]_{eq} [\text{Cl}_2]_{eq}}{[\text{PCl}_5]_{eq}} = \frac{\left(\frac{0,1+x}{2,5}\right)^2}{\left(\frac{0,2-x}{2,5}\right)}$$

(0,25 puntos)

$x = 0,033 \text{ moles}$                       (0,25 puntos)

$n(\text{PCl}_5)_{eq} = 0,2 - x = 0,167 \text{ moles}$                       (0,25 puntos)

$n(\text{PCl}_3)_{eq} = n(\text{Cl}_2)_{eq} = 0,133 \text{ moles}$                       (0,25 puntos)



**Otra forma de resolver:**

	$\text{PCl}_5(\text{g})$	$\rightleftharpoons$	$\text{PCl}_3(\text{g}) +$	$\text{Cl}_2(\text{g})$	
Inicial (M)	0,08		0,04	0,04	
Reaccionan	- x		+ x	+ x	<b>(0,25 puntos)</b>
Equilibrio	0,08 - x		0,04 + x	0,04 + x	<b>(0,50 puntos)</b>

$$K_C = 3,8 \times 10^{-2} = \frac{[\text{PCl}_3]_{\text{eq}}[\text{Cl}_2]_{\text{eq}}}{[\text{PCl}_5]_{\text{eq}}} = \frac{(0,04+x)^2}{(0,08-x)} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$x = 0,011 \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$[\text{PCl}_5]_{\text{eq}} = 0,08 - x = 0,069 \text{ M};$$

$$[\text{PCl}_3]_{\text{eq}} = [\text{Cl}_2]_{\text{eq}} = 0,04 + x = 0,051 \text{ M}$$

$$n[\text{PCl}_5]_{\text{eq}} = 0,069 \text{ moles L}^{-1} \times 2,5 \text{ L} = \mathbf{0,172 \text{ moles}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$n[\text{PCl}_3]_{\text{eq}} = [\text{Cl}_2]_{\text{eq}} = 0,051 \text{ moles L}^{-1} \times 2,5 \text{ L} = \mathbf{0,128 \text{ moles}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

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

- En un tubo de ensayo se colocan unos cristales de  $\text{I}_2(\text{s})$  y se añaden 5 mL de agua ¿Qué observará? Justifique la observación realizada. **(0,5 puntos)**
- A continuación se añaden, en el mismo tubo, 5 mL de tolueno, 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:**

- Al añadir agua sobre cristales de  $\text{I}_2(\text{s})$  se observará una coloración muy débil en la fase acuosa **(0,25 puntos)**. Esto es debido a que el  $\text{I}_2(\text{s})$  es un sólido no polar y, por tanto, muy poco soluble en un disolvente polar como el agua **(0,25 puntos)**
- 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  $\text{I}_2(\text{s})$  es un sólido no polar soluble en disolventes no polares como el tolueno. **(0,25 puntos)**.



4. (2,0 puntos)

A. Escriba las configuraciones electrónicas de los elementos X ( $Z = 13$ ) e Y ( $Z = 49$ ) 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 alto de la primera energía de ionización. **(1,0 punto)**

**Solución:**

A. X ( $Z = 13$ ). Configuración electrónica:  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^1$  Período: 3; Grupo: 13  
**(0,25 puntos)**

Y ( $Z = 49$ ). Configuración electrónica:  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^6 4d^{10}, 5s^2 5p^1$

Período: 5; Grupo: 13 **(0,25 puntos)**

En un mismo grupo de la tabla periódica, el valor de la primera energía de ionización disminuye al aumentar el número cuántico principal,  $n$ , es decir, al descender en el grupo. **(0,25 puntos)**

Por tanto, el elemento cuyos átomos presentan el valor más alto de la primera energía de ionización es el de  $Z = 13$ . **(0,25 puntos)**

B. Indique, justificando la respuesta, el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de NaClO. **Dato:**  $K_a(\text{HClO}) = 2,9 \times 10^{-8}$  **(1,0 punto)**

El NaClO en disolución acuosa genera cationes  $\text{Na}^+$ , que procede de una base fuerte y no se hidroliza **(0,25 puntos)** y aniones  $\text{ClO}^-$  que procede de un ácido débil y reacciona con el agua (hidrólisis) **(0,25 puntos):**



La disolución acuosa de NaClO tendrá carácter básico **(0,25 puntos)**

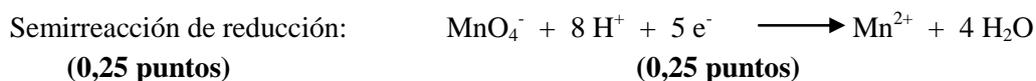


5. (2,0 puntos)

A. Una disolución contiene las siguientes concentraciones:  $[\text{Cl}^-] = 1 \text{ M}$ ;  $[\text{MnO}_4^-] = 1 \text{ M}$ . Indique las semirreacciones de oxidación y de reducción que tienen lugar en la disolución, y escriba las ecuaciones ajustadas correspondientes. (1,0 punto)

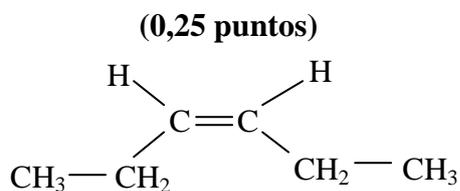
**Datos:**  $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = +1,51 \text{ V}$        $E^\circ(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-) = +1,45 \text{ V}$

**Solución:**

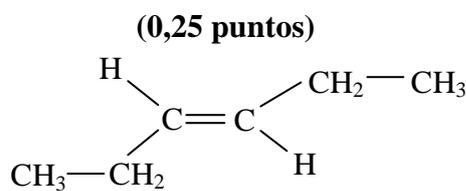


B. Escriba la fórmula semidesarrollada y nombre los isómeros geométricos del 3-hexeno. (1,0 punto)

**Solución:**



**Cis-3-hexeno**  
(0,25 puntos)



**Trans-3-hexeno**  
(0,25 puntos)



## QUÍMICA. OPCIÓN B

### 1. (2,5 puntos)

Se mezclan 50 mL de una disolución acuosa de HCl 0,0155 M con 75 mL de una disolución acuosa de NaOH 0,0106 M. Calcule el pH de la disolución resultante. Suponer que los volúmenes son aditivos.

#### Solución:

$$n[\text{HCl}(\text{ac})]_i = 5 \times 10^{-2} \text{ L disolución} \times \frac{0,0155 \text{ moles HCl}}{1 \text{ L disolución}} = 7,75 \times 10^{-4} \text{ moles de HCl}$$

$$n[\text{NaOH}(\text{ac})]_i = 7,5 \times 10^{-2} \text{ L disolución} \times \frac{0,0106 \text{ moles de NaOH}}{1 \text{ L disolución}} = 7,95 \times 10^{-4} \text{ moles de NaOH}$$

(0,25 puntos)

Reacción ácido-base:



Inicial(moles)	$7,75 \times 10^{-4}$	$7,95 \times 10^{-4}$	--	--	
----------------	-----------------------	-----------------------	----	----	--

Reaccionan	$-7,75 \times 10^{-4}$	$-7,75 \times 10^{-4}$	$7,75 \times 10^{-4}$	$7,75 \times 10^{-4}$	(0,25 puntos)
------------	------------------------	------------------------	-----------------------	-----------------------	---------------

Final	--	$2,0 \times 10^{-5}$	$7,75 \times 10^{-4}$	$7,75 \times 10^{-4}$	(0,25 puntos)
-------	----	----------------------	-----------------------	-----------------------	---------------

**Reactivo limitante HCl** (0,25 puntos)

$$n[\text{NaOH}]_{\text{final}} = 2,0 \times 10^{-5} \text{ moles}$$

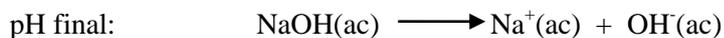
$$[\text{NaOH}]_{\text{final}} = \frac{2,0 \times 10^{-5} \text{ moles}}{0,125 \text{ L}} = 1,6 \times 10^{-4} \text{ M}$$

(0,25 puntos)

$$V_T = 50 \text{ mL} + 75 \text{ mL} = 125 \text{ mL};$$

$$V_T = 0,125 \text{ L}$$

(0,25 puntos)



$1,6 \times 10^{-4} \text{ M}$	$1,6 \times 10^{-4} \text{ M}$	$1,6 \times 10^{-4} \text{ M}$	(0,25 puntos)
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------

[OH <sup>-</sup> ] = $1,6 \times 10^{-4} \text{ M}$	pOH = 3,8	(0,25 puntos)
---	-----------	---------------

<b>pH = 10,2</b>	(0,25 puntos)
------------------	---------------



2. (2,5 puntos)

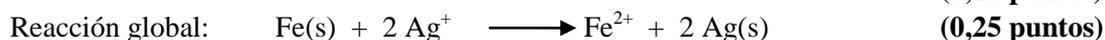
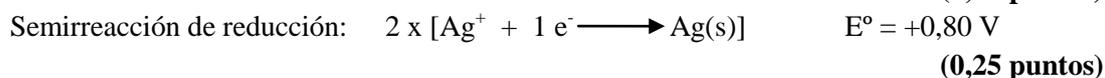
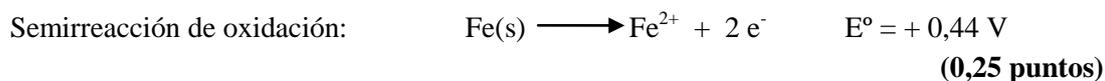
Se dispone del siguiente material: una tira de plata, una tira de hierro, disolución 1 M de  $\text{AgNO}_3$ , disolución 1M de  $\text{FeCl}_2$ , puente salino, voltímetro y conexiones eléctricas.

- Escriba las semirreacciones de oxidación y reducción y la reacción global que tienen lugar en la pila. Calcule el potencial estándar de la misma. **(1,0 punto)**
- Dibuje un esquema de la pila que puede construirse con el material disponible, indicando el ánodo, el cátodo y el sentido de flujo de los electrones. **(1,5 puntos)**

**Datos:**  $E^\circ(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = +0,80 \text{ V}$        $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$

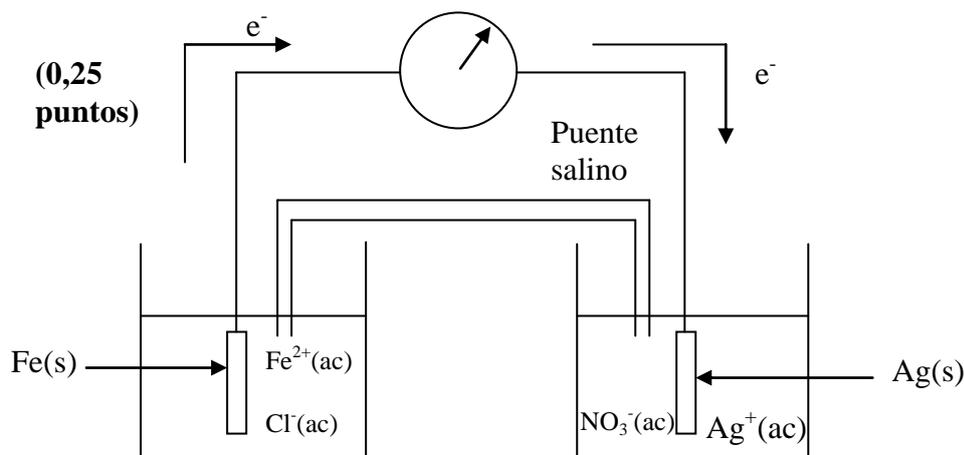
**Solución:**

i.



$E^\circ \text{ pila} = 1,24 \text{ V}$       **(0,25 puntos)**

ii.



**Ánodo (0,25 puntos)**

**Cátodo (0,25 puntos)**

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

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

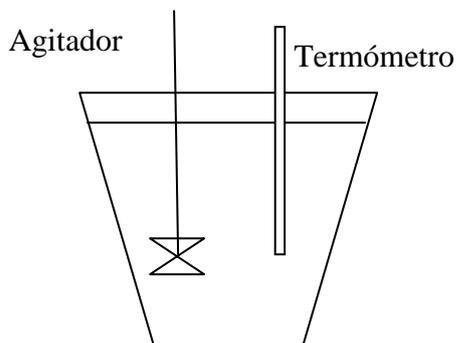
Dibuja puente salino, voltímetro, conexiones eléctricas.      **(0,25 puntos)**



**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. (2,0 puntos)**

A. Indique un valor aceptable para el número cuántico cuyo valor falta en el conjunto:  $n = 3$ ,  $l = ?$ ,  $m_l = 2$ . Justifique la respuesta. A partir de los valores de los números cuánticos  $n$  y  $l$  del conjunto anterior, indique el tipo de orbital que representan. **(1,0 punto)**

**Solución:**

El número cuántico  $l$  puede tener valores enteros y positivos comprendidos entre 0 y  $n-1$ . Luego no puede tener un valor superior a 2. **(0,25 puntos)**

El número cuántico  $m_l$  tiene valores enteros comprendidos entre  $-l$  y  $+l$  pasando por 0. **(0,25 puntos)**

Puesto que  $m_l = 2$ ,  $l = 2$  **(0,25 puntos)**

Los valores de  $n = 3$  y  $l = 2$  representan un orbital **3d**. **(0,25 puntos)**

B. En estado sólido los compuestos KF y CaO presentan el mismo tipo de estructura cristalina y distancias interiónicas similares. Sin embargo, los valores de las energías de red son:

$$\Delta H_{\text{red}}(\text{KF}) = - 826 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ y } \Delta H_{\text{red}}(\text{CaO}) = - 3461 \text{ kJ mol}^{-1}.$$

Indique, de forma razonada, el factor, o factores, que justifican la diferencia existente entre los dos valores de energía de red. **(1,0 punto)**

**Solución:**

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

