



## QUÍMICA.

### OPCIÓN A

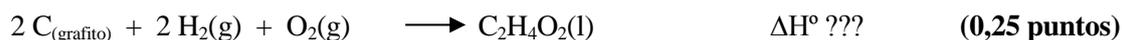
#### 1. (2,5 puntos)

Las entalpías estándar de formación del  $\text{CO}_2(\text{g})$  y del  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  son  $-393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$  y  $-285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$ , respectivamente. La entalpía estándar de combustión del ácido acético,  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{l})$ , es  $-875,4 \text{ kJ mol}^{-1}$ . Calcule la entalpía estándar de formación del ácido acético. **(2,5 puntos)**

#### Solución:

Reacciones:	$\Delta H^\circ$ ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	
a) $\text{C}_{(\text{grafito})} + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	- 393,5	<b>(0,25 puntos)</b>
b) $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	- 285,8	<b>(0,25 puntos)</b>
c) $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{l}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2 \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	-875,4	<b>(0,25 puntos)</b>

Reacción de formación de  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{l})$ :

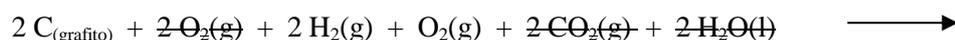


Si no indican los estados de agregación de todas las sustancias se restan 0,25 puntos.

#### Combinación:

$$2 \text{ a) } + 2 \text{ b) } - \text{ c)} \quad \text{(0,5 puntos)}$$

#### Comprobación:



$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = 2 \Delta H^\circ \text{ a) } + 2 \Delta H^\circ \text{ b) } - \Delta H^\circ \text{ c) } = -787,0 - 571,6 + 875,4 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

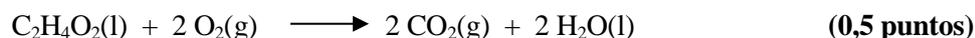
$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = -483,2 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{formación}}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = -483,2 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \text{Unidades (0,25 puntos)}$$

**(0,25 puntos)**

#### Otra posibilidad:

Reacción de combustión del ácido acético:



Si no indican los estados de agregación de todas las sustancias se restan 0,25 puntos.

$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = \sum n \Delta H^\circ_{\text{formación}}(\text{productos}) - \sum m \Delta H^\circ_{\text{formación}}(\text{reactivos}) \quad \text{(0,5 puntos)}$$



$$\Delta H^{\circ}_{\text{R}} = 2 \Delta H^{\circ}_{\text{formación}}[\text{CO}_2(\text{g})] + 2 \Delta H^{\circ}_{\text{formación}}[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] - \Delta H^{\circ}_{\text{formación}}[\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{l})] - 2 \Delta H^{\circ}_{\text{formación}}[\text{O}_2(\text{g})]$$

**(0,5 puntos)**

$$\Delta H^{\circ}_{\text{formación}}[\text{O}_2(\text{g})] = 0 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{formación}}[\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{l})] = 2 \Delta H^{\circ}_{\text{formación}}[\text{CO}_2(\text{g})] + 2 \Delta H^{\circ}_{\text{formación}}[\text{H}_2\text{O}(\text{l})] - \Delta H^{\circ}_{\text{R}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{formación}}[\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2(\text{l})] = 2 (-393,5) + 2 (-285,8) + 875,4$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{formación}}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2) = -483,2 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \text{Unidades (0,25 puntos)}$$

**(0,25 puntos)**



## 2. (2,5 puntos)

Una muestra de 5 gramos de un objeto metálico que contiene un 68% en masa de hierro se trata con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  diluido hasta que todo el hierro contenido en la muestra se disuelve como  $\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$ . Para oxidar este  $\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$  a  $\text{Fe}^{3+}(\text{ac})$ , en presencia de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , se consumen 24 mL de una disolución acuosa de dicromato de potasio,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , de concentración desconocida:

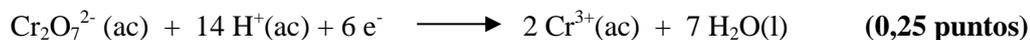
- Escriba y ajuste por el método del ión-electrón, en forma iónica y molecular, la reacción química que tiene lugar, sabiendo que el dicromato se reduce a  $\text{Cr}^{3+}(\text{ac})$ . Indique la especie que actúa como reductor. **(1,5 puntos)**
- Calcule la molaridad de la disolución acuosa de dicromato de potasio. **(1,0 punto)**

**Dato:** Masa atómica Fe = 55,85 u

### Solución:

i.

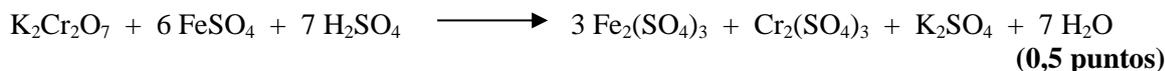
Semirreacciones:



Ecuación iónica ajustada:



Ecuación molecular ajustada:



La especie que actúa como reductor es:  $\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$  **(0,25 puntos)**

ii.

Masa de hierro en la muestra:  $5 \text{ g} \times 0,68 = 3,40 \text{ g}$  de hierro **(0,25 puntos)**

Moles de hierro en la muestra:

$$n_{\text{Fe}} = 3,40 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol de Fe}}{55,85 \text{ g de Fe}} = 6,09 \times 10^{-2} \text{ moles} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$6,09 \times 10^{-2} \text{ moles de Fe}^{2+}(\text{ac}) \times \frac{1 \text{ mol Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{ac})}{6 \text{ moles Fe}^{2+}(\text{ac})} = 1,015 \times 10^{-2} \text{ moles Cr}_2\text{O}_7^{2-} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\frac{1,015 \times 10^{-2} \text{ moles Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{ac})}{0,024 \text{ L disolución}} = 0,423 \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



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

En un tubo de ensayo se vierten 5 mL de disolución acuosa de cloruro de sodio, NaCl, a la que se añaden gotas de disolución acuosa de nitrato de plata, AgNO<sub>3</sub>, hasta la formación de un precipitado claramente visible. Escriba la fórmula química del compuesto que precipita. Se añade a continuación gota a gota disolución acuosa de amoníaco. Indique y explique el cambio que se observa.

**Solución:**

El precipitado que se forma es **AgCl**. **(0,25 puntos)**

Al añadir amoníaco se observa la disolución del precipitado. **(0,25 puntos)**

La disolución del precipitado se debe a la formación de un compuesto soluble. [Ag(NH<sub>3</sub>)]<sup>+</sup>  
**(0,25 puntos)**

La formación de este compuesto desplaza el equilibrio de solubilidad:



hacia la derecha, hacia la disolución del precipitado **(0,25 puntos)**



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

A. Escriba las configuraciones electrónicas de los elementos X ( $Z = 8$ ) e Y ( $Z = 34$ ) 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 bajo del radio atómico. **(1,0 punto)**

#### Solución:

X ( $Z = 8$ ) Configuración electrónica:  $1s^2, 2s^2 2p^4$ .      Grupo 16 (VIA)      Período 2  
**(0,25 puntos)**

Y ( $Z = 34$ ) Configuración electrónica:  $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^4$   
Grupo 16 (VIA)      Período 4  
**(0,25 puntos)**

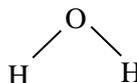
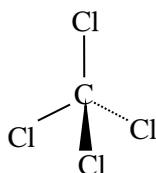
Las dos configuraciones electrónicas bien **(0,25 puntos)**.

Los dos grupos y períodos a los que pertenecen los elementos bien **(0,25 puntos)**.

En un mismo grupo de la tabla periódica, el valor del radio atómico aumenta al descender en el grupo, es decir, al aumentar el período. **(0,25 puntos)**

Por tanto, el elemento que presenta el valor más bajo del radio atómico es el X ( $Z = 8$ ). **(0,25 puntos)**

B. Deduzca el carácter polar, o no polar, de las siguientes moléculas:



**(1,0 punto)**

Ángulo de enlace Cl – C – Cl =  $109,5^\circ$

Ángulo de enlace H – O – H =  $104,5^\circ$

#### Solución:

En la molécula de  $\text{CCl}_4$ , el cloro es más electronegativo que el carbono, por lo que los cuatro enlaces son polares. **(0,25 puntos)**. Dada la geometría de la molécula, la resultante vectorial de las cuatro polaridades es nula y, en consecuencia, la molécula es **no polar**. **(0,25 puntos)**

En la molécula de agua, el oxígeno es más electronegativo que el hidrógeno, por lo que los dos enlaces son polares. **(0,25 puntos)**. Dada la geometría de la molécula, la resultante vectorial de las dos polaridades no es nula y, en consecuencia, la molécula es **polar**. **(0,25 puntos)**.



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

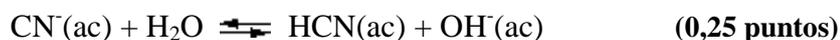
- A. Indique, de forma razonada, el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de KCN.  
**Dato:**  $K_a(\text{HCN}) = 6,2 \times 10^{-10}$  **(1,0 punto)**

**Solución:**

En disolución acuosa, el KCN genera cationes  $\text{K}^+(\text{ac})$  y aniones  $\text{CN}^-(\text{ac})$ . 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 (hidrólisis). **(0,25 puntos)**

**Si sólo ponen:**  $\text{KCN}(\text{ac}) \longrightarrow \text{K}^+(\text{ac}) + \text{CN}^-(\text{ac})$  **(0,25 puntos)**

El catión  $\text{CN}^-$  procede de un ácido débil, por lo que se comporta como una base débil que reacciona con el agua. **(0,25 puntos)**



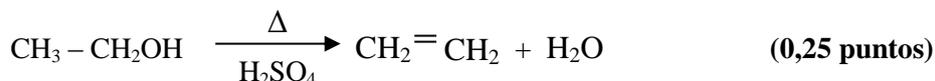
La disolución tendrá carácter básico. **(0,25 puntos)**

**Si sólo ponen la reacción de hidrólisis y que la disolución tendrá carácter básico.**  
**(0,75 puntos)**

- B. Complete la siguiente ecuación química:  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow[\text{H}_2\text{SO}_4]{\Delta}$

Indique el tipo de reacción química que tiene lugar, nombre el reactivo, nombre y escriba la fórmula semidesarrollada del producto orgánico de la reacción. **(1,0 punto)**

**Solución:**



Es una reacción de eliminación. **(0,25 puntos)**

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$  Etanol **(0,25 puntos)**

$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$  Eteno o etileno **(0,25 puntos)**

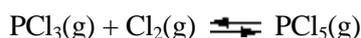


## QUÍMICA.

### OPCIÓN B

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

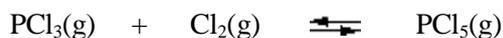
En un recipiente de 2,0 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introducen 1,5 moles de  $\text{PCl}_5$ , 0,5 moles de  $\text{PCl}_3$  y 1 mol de  $\text{Cl}_2$ . La mezcla se calienta a 200 °C, alcanzándose el equilibrio:



Si en el equilibrio el número total de moles gaseosos es 2,57, calcule los valores de  $K_p$  y  $K_c$  a 200 °C.

**Dato:**  $R = 0,082 \text{ atm L K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

#### Solución:

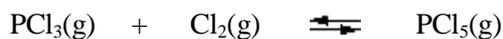


Inicialmente      0,5 moles      1,0 moles      1,5 moles

$$(\mathbf{n}_T)_i = 3,0 \text{ moles}$$

$$(\mathbf{n}_T)_{\text{final}} = 2,57 \text{ moles}$$

El sistema evoluciona hacia el estado de equilibrio disminuyendo el número de moles gaseosos presentes en la mezcla. **(0,25 puntos)**. El sistema evoluciona hacia la formación de  $\text{PCl}_5(\text{g})$ , es decir, hacia la derecha. **(0,25 puntos)**



Inicialmente      0,5 moles      1,0 moles      1,5 moles

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

Equilibrio      (0,5 - x)      (1,0 - x)      (1,5 + x)      **(0,25 puntos)**

$$(\mathbf{n}_T)_{\text{equilibrio}} = (0,5 - x) + (1,0 - x) + (1,5 + x) = (3 - x) \quad 3 - x = 2,57$$

$$x = 0,43 \text{ moles} \quad \mathbf{(0,25 \text{ puntos})}$$

$$K_C = \frac{[\text{PCl}_5]_{\text{eq}}}{[\text{PCl}_3]_{\text{eq}}[\text{Cl}_2]_{\text{eq}}} \quad \mathbf{(0,25 \text{ puntos})} \quad K_C = \frac{0,965}{(0,035)(0,285)} = 96,7$$

**(0,25 puntos)**

$$K_p = K_C (RT)^{\Delta n} \quad \mathbf{(0,25 \text{ puntos})}$$

$$\Delta n = -1 \quad \mathbf{(0,25 \text{ puntos})}$$

$$K_p = 2,49 \quad \mathbf{(0,25 \text{ puntos})}$$



## 2. (2,5 puntos)

La neutralización exacta de 25,0 mL de una disolución acuosa de hidróxido de sodio, NaOH, necesita 34,0 mL de disolución acuosa de ácido clorhídrico, HCl, de pH = 1,3. Calcule el pH de la disolución inicial de NaOH.

### Solución:

Reacción de neutralización:



Moles de HCl(ac) que se necesitan:

$$\text{pH} = 1,3; \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-1,3} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 5 \times 10^{-2} \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

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

$$(n_{\text{HCl}})_{\text{neutralización}} = 0,034 \text{ L} \times \frac{5 \times 10^{-2} \text{ moles de HCl}}{1 \text{ L disolución}} = 1,7 \times 10^{-3} \text{ moles de HCl(ac)}$$

(0,25 puntos)

La estequiometría de la reacción es 1:1

$$\text{Moles de NaOH neutralizados: } 1,7 \times 10^{-3} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$[\text{NaOH}]_i = \frac{1,7 \times 10^{-3} \text{ moles de NaOH}}{0,025 \text{ L disolución}} = 0,068 \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$[\text{NaOH}]_i = [\text{OH}^-]_i = 0,068 \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \quad \text{(0,25 puntos)} \quad \text{pOH} = 1,2$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} \quad \text{(0,25 puntos)} \quad \text{pH} = 12,8 \quad \text{(0,25 puntos)}$$



**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 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 **(0,25 puntos)**.

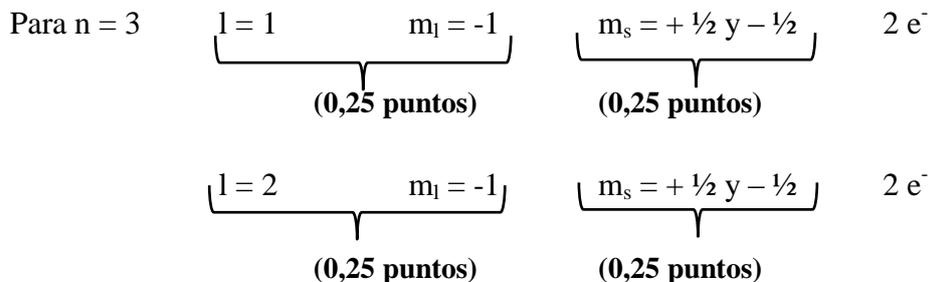
Al añadir agua, agitar y dejar reposar, se observarán dos fases: una orgánica (disolvente orgánico) no coloreada, y otra fase acuosa, fuertemente coloreada (violeta intenso) **(0,25 puntos)**. El  $\text{KMnO}_4$  (polar) se disuelve en extensión apreciable en un disolvente polar como el agua **(0,25 puntos)**.



4. (2,0 puntos)

A. Indique, de forma razonada, el número máximo de electrones en un átomo que pueden tener los números cuánticos:  $n = 3$  y  $m_l = -1$ . **(1,0 punto)**

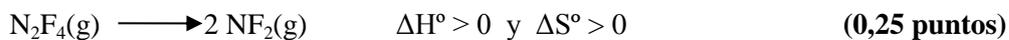
**Solución:**



**Total: 4 e<sup>-</sup>**

B. Para la reacción:  $N_2F_4(g) \longrightarrow 2 NF_2(g)$   $\Delta H^\circ = + 85,0$  kJ. Indique y justifique si existen condiciones de temperatura en las que la reacción anterior será espontánea. **(1,0 punto)**

**Solución:**



Reacción espontánea:  $\Delta G^\circ < 0$  **(0,25 puntos)**

$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$  **(0,25 puntos)**

$\left. \begin{array}{l} \Delta H^\circ > 0 \\ - T \Delta S^\circ < 0 \end{array} \right\}$ 
 $\Delta G^\circ$  será negativa a temperaturas elevadas, en las que  $T \Delta S^\circ > \Delta H^\circ$  y la reacción será espontánea.

**(0,25 puntos)**



5. (2,0 puntos)

A. Indique, de forma razonada, si la reacción:  $\text{Fe(s)} + \text{Zn}^{2+}(\text{ac}) \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{ac}) + \text{Zn(s)}$ , transcurrirá de manera espontánea en el sentido en que está escrita. Suponga que reactivos y productos se encuentran en estados estándar. (1,0 punto)

Datos:  $E^\circ(\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}) = -0,44 \text{ V}$ ;  $E^\circ(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,763 \text{ V}$

Solución:

Para la reacción:  $\text{Fe(s)} + \text{Zn}^{2+}(\text{ac}) \longrightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{ac}) + \text{Zn(s)}$  las semirreacciones correspondientes son:



---

$$E^\circ = -0,323 \text{ V}$$

$E^\circ < 0$ ;  $\Delta G^\circ > 0$  (0,25 puntos)

La reacción **no será espontánea** en el sentido en que está escrita. (0,25 puntos)

Otra posibilidad:

De acuerdo con los valores de los potenciales estándar de reducción, el  $\text{Zn(s)}$  es más reductor que el  $\text{Fe(s)}$ , por lo que el  $\text{Zn(s)}$  reducirá al  $\text{Fe}^{2+}(\text{ac})$ . Por tanto, la reacción, tal y como está escrita, no será espontánea.

B. Escriba las fórmulas semidesarrolladas de los siguientes compuestos: i) éter metil propílico; ii) 2-propanol; iii) 2-penteno; iv) 1,1,1-clorodifluoroetano. (1,0 punto)

Solución:



iv.

