



QUÍMICA.

OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

A partir de los siguientes valores de las entalpías estándar de formación: $\Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{HF}(\text{g})] = -268,5$ kJ/mol; $\Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{CF}_4(\text{g})] = -680,0$ kJ/mol y $\Delta H^\circ_{\text{formación}}[\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})] = +52,3$ kJ/mol:

- Calcule la variación de entalpía estándar para la reacción de etileno, $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$, con flúor, $\text{F}_2(\text{g})$, para formar tetrafluoruro de carbono, $\text{CF}_4(\text{g})$, y fluoruro de hidrógeno, $\text{HF}(\text{g})$.
(1,5 puntos)
- Si desea evitar la formación de tetrafluoruro de carbono, utilizaría temperaturas ¿altas o bajas? Justifique la respuesta.
(1,0 punto)

Solución.

- i. Ajuste de la reacción química problema:



Reacciones de formación:

| | ΔH° (kJ mol ⁻¹) | |
|---|--|---------------|
| a) $1/2 \text{H}_2(\text{g}) + 1/2 \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{HF}(\text{g})$ | -268,5 | (0,25 puntos) |
| b) $\text{C}(\text{s}) + 2 \text{F}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CF}_4(\text{g})$ | -680,0 | (0,25 puntos) |
| c) $2 \text{C}(\text{s}) + 2 \text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ | +52,3 | (0,25 puntos) |

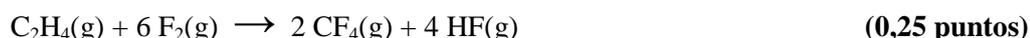
Si no indican los estados de agregación de las sustancias se restan 0,25 puntos.

Combinación: 4a) + 2b) - c) (0,25 puntos)

$$\Delta H^\circ_{\text{R}} = 4(-268,5) + 2(-680,0) - (52,3) = -2486,3 \text{ kJ (kJ/mol)} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

ALTERNATIVA:

Ajuste de la reacción química problema:



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

Si no escriben esta expresión no se contabilizan los 0,25 puntos.



$$\Delta H^{\circ}_R = 2 \Delta H^{\circ}_f[\text{CF}_4(\text{g})] + 4 \Delta H^{\circ}_f[\text{HF}(\text{g})] - \Delta H^{\circ}_f[\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})] - 6 \Delta H^{\circ}_f[\text{F}_2(\text{g})] \quad (0,25 \text{ puntos})$$

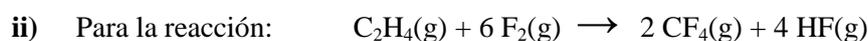
$$\Delta H^{\circ}_f[\text{F}_2(\text{g})] = 0 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Si no lo escriben pero aparece cero en el cálculo numérico, se contabilizan los 0,25 puntos. En caso contrario no se contabilizan.

$$\Delta H^{\circ}_R = 2 (-680,0) + 4 (-268,5) - (52,3) \quad (0,25 \text{ puntos})$$

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

$$\Delta H^{\circ}_R = -2486,3 \text{ kJ (kJ/mol)} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



$$\Delta H^{\circ}_R < 0$$

$$\Delta S^{\circ}_R < 0 \text{ y } -T \Delta S^{\circ}_R > 0 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$\Delta G^{\circ}_R = \Delta H^{\circ}_R - T \Delta S^{\circ}_R \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Para que no se forme $\text{CF}_4(\text{g})$ $\Delta G^{\circ}_R > 0$ (0,25 puntos)

Luego $-T \Delta S^{\circ}_R > \Delta H^{\circ}_R$. Esto ocurre a temperaturas elevadas. (0,25 puntos)

Si en el apartado i) se han equivocado y resulta que $\Delta H^{\circ}_R > 0$, pero en este apartado ii) razona que ΔG°_R tiene que ser > 0 , reacción no espontánea, y esto ocurre para cualquier temperatura, se califica con 1,0 punto.



2. (2,5 puntos)

Para la reacción química en equilibrio $C(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons 2 CO(g)$, el valor de K_C a 1000 K es 1,9. En un recipiente de 3 L, en el que inicialmente se ha realizado el vacío, se introduce un exceso de carbono y 25,0 g de $CO_2(g)$. La temperatura del recipiente se eleva hasta 1000 K.

i. Calcule la masa, en gramos, de $CO(g)$ que se produce en el recipiente y los gramos de carbono que se consumen a 1000 K. **(1,75 puntos)**

ii. Calcule el valor de la constante K_p para la reacción en equilibrio a 1000 K. **(0,75 puntos)**

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

Solución:

i. Moles iniciales de $CO_2(g)$:

$$n(CO_2)_i = \frac{25,0 \text{ g } CO_2(g)}{\frac{44,0 \text{ g } CO_2(g)}{1 \text{ mol de } CO_2(g)}} = 0,57 \text{ moles de } CO_2(g) \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Equilibrio:

| | | | | | |
|------------|----------|------------|----------------------|-----------|----------------------|
| | $C(s) +$ | $CO_2(g)$ | \rightleftharpoons | $2 CO(g)$ | |
| Inicial | exceso | 0,57 moles | | — | |
| Reaccionan | - x | - x | | 2x | (0,25 puntos) |
| Equilibrio | | 0,57 - x | | 2x | (0,25 puntos) |

$$K_C = \frac{[CO]^2}{[CO_2]} = \frac{\left(\frac{2x}{3}\right)^2}{\left(\frac{0,57-x}{3}\right)} = 1,9 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$x = 0,436 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Se consumen 0,436 moles de C(s), que equivalen a 5,23 g de C(s) **(0,25 puntos)**

Se forman $2 \times 0,436 = 0,872$ moles de $CO(g)$, que equivalen a 24,42 g de $CO(g)$ **(0,25 puntos)**

ii.

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

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

$$K_p = 155,8 \quad \text{(0,25 puntos)}$$



3. (1,0 punto)

Indique el material de laboratorio necesario para realizar la determinación de la concentración de H_2O_2 en el agua oxigenada comercial, utilizando una disolución de permanganato de potasio.

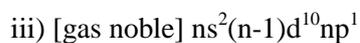
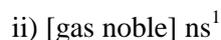
Solución:

- Bureta con soporte. **(0,25 puntos)**
- Erlenmeyer. **(0,25 puntos)**
- Pipeta aforada. **(0,25 puntos)**
- Probeta u otro material relevante. **(0,25 puntos)**



4. (2 puntos)

A. Indique el grupo de la tabla periódica al que pertenece cada uno de los elementos representados por las siguientes configuraciones electrónicas generales. Justifique la respuesta.



(1,0 punto)

Solución:

i) Elemento con 5 electrones de valencia en orbitales p. Bloque p. **Grupo 17.**

(0,25 puntos)

ii) Elemento con 1 electrón de valencia en orbitales s. Bloque s. **Grupo 1.**

(0,25 puntos)

iii) Elemento con 1 electrón de valencia en orbitales p. Bloque p. **Grupo 13.**

(0,25 puntos)

iv) Elemento con 2 electrones de valencia en orbitales d. Bloque d. **Grupo 4.**

(0,25 puntos)

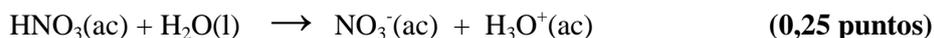
Si indican de forma correcta el Grupo en todos los casos, pero no justifican la respuesta, se contabilizan 0,5 puntos en total.

B. Se prepara una disolución reguladora de ácido acético, CH_3COOH , y de acetato de sodio $NaCH_3COO$. Explique, de forma cualitativa, el funcionamiento de esta disolución en el control del pH cuando se añaden unas gotas de ácido nítrico a la disolución. Escriba la ecuación iónica de la reacción que se produce al añadir el ácido nítrico a la disolución reguladora. (1,0 punto)

Solución:

Explicación del funcionamiento:

La adición de ácido nítrico supone la adición del oxonio [H_3O^+ (ac)].



Si en lugar de oxonio, utilizan H^+ (ac) se contabilizan 0,25 puntos.

De los componentes de la disolución reguladora, la base (ión, anión) acetato reacciona neutralizando el oxonio añadido (0,25 puntos), por lo que el pH de la disolución experimenta una variación muy pequeña. (0,25 puntos)

Ecuación iónica:





5. (2 puntos)

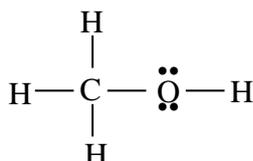
A. Para la molécula CH_3OH , deduzca la estructura de Lewis. Nombre y dibuje la geometría molecular alrededor de los átomos de carbono y de oxígeno.

Datos: C ($Z = 6$), H ($Z = 1$), O ($Z = 8$).

(1,0 punto)

Solución:

Estructura de Lewis:



C: $1s^2, 2s^2 2p^2$ (4 e⁻ de valencia)

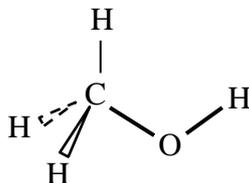
H: $1s^1$ (1 e⁻ de valencia)

O: $1s^2, 2s^2 2p^4$ (6 e⁻ de valencia)

Número total de electrones de valencia: 14

(0,25 puntos)

La geometría molecular es **tetraédrica alrededor del átomo de carbono (0,25 puntos)** y **angular alrededor del átomo de oxígeno (0,25 puntos)**



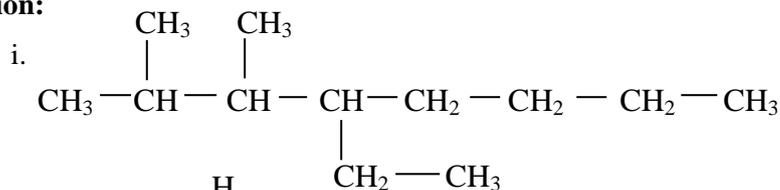
(0,25 puntos)

B. Escriba las fórmulas semidesarrolladas correspondientes a cada uno de los siguientes compuestos:

- 4-etil-2,3-dimetiloctano
- Metilpropilamina
- 3-pentanona
- 1,1-dicloro-1-buteno

(1,0 punto)

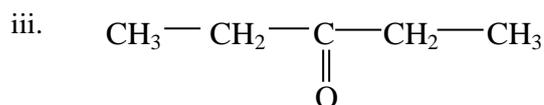
Solución:



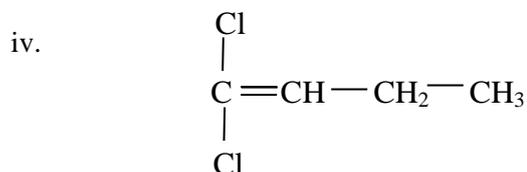
(0,25 puntos)



(0,25 puntos)



(0,25 puntos)



(0,25 puntos)



QUÍMICA.

OPCIÓN B

1. (2,5 puntos)

La neutralización exacta de 20 mL de una disolución acuosa de ácido acético, (CH₃COOH), de concentración desconocida, necesitó 10 mL de disolución acuosa de NaOH 0,5 M. Calcule el volumen, en mL, de la disolución inicial de ácido acético que se necesita para preparar, por dilución con agua, 500 mL de una disolución acuosa de este ácido de pH = 3,7.

Datos: K_a(CH₃COOH) = 1,8 x 10⁻⁵.

Solución:

Disolución final:

$$\text{pH} = 3,7 \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-3,7} \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 2 \times 10^{-4} \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Concentración inicial del CH₃COOH en la disolución final:



| | | | | |
|------------|--------------------|---|---|----------------------|
| Inicial | c _i | — | — | |
| Reaccionan | -x | x | x | |
| Equilibrio | c _i - x | x | x | (0,25 puntos) |

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

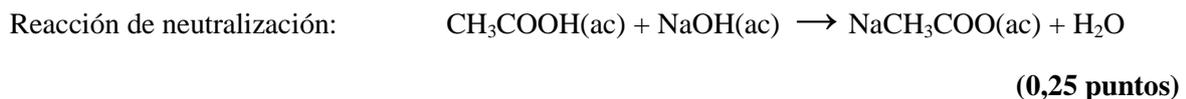
$$x = 2 \times 10^{-4} \text{ M} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

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

Para preparar 500 mL de disolución acuosa de ácido de pH = 3,7, se necesitan:

$$0,5 \text{ L} \times \frac{2,2 \times 10^{-3} \text{ moles de ácido}}{1 \text{ L disolución}} = 1,1 \times 10^{-3} \text{ moles de ácido acético} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Cálculo de la concentración de la disolución inicial de ácido acético.



OPCIÓN 1:

Moles de ácido acético:

$$10 \text{ mL de disolución de NaOH} \times \frac{1 \text{ L disolución de NaOH}}{1000 \text{ mL de disolución}} \times \frac{0,5 \text{ moles de NaOH}}{1 \text{ L disolución de NaOH}} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ mol de NaOH}} = 5 \times 10^{-3} \text{ moles de CH}_3\text{COOH}$$



Concentración de la disolución inicial de ácido acético:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = \frac{5 \times 10^{-3} \text{ moles de ácido}}{0,02 \text{ L de disolución}} = 0,25 \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

OPCIÓN 2:

$$V_{\text{ácido}} \times M_{\text{ácido}} = V_{\text{NaOH}} \times M_{\text{NaOH}}$$

$$M_{\text{ácido}} = 0,25 \text{ M} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Volumen de disolución inicial:

$$\frac{1 \text{ L disolución}}{0,25 \text{ moles de ácido acético}} \times 1,1 \times 10^{-3} \text{ moles de ácido acético} = 4,4 \times 10^{-3} \text{ L disolución}$$

$$V = 4,4 \text{ mL de disolución} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



2. (2,5 puntos)

Las disoluciones acuosas ácidas de dicromato de potasio, $K_2Cr_2O_7$, son de color naranja. Cuando se añade peróxido de hidrógeno, H_2O_2 , a una disolución de dicromato de potasio en medio ácido clorhídrico, HCl , se observa el desprendimiento gaseoso de oxígeno, un cambio de color en la disolución y la formación de $Cr^{3+}(ac)$.

- i. Escriba la ecuación química ajustada, en forma iónica y molecular, que representa la reacción química que se produce en la disolución. Indique el agente oxidante y el agente reductor.

(1,75 puntos)

- ii. Calcule el volumen de disolución acuosa 0,25 M de peróxido de hidrógeno necesario para que reaccione todo el dicromato de potasio contenido en 0,5 L de una disolución acuosa 0,7 M de la sal.

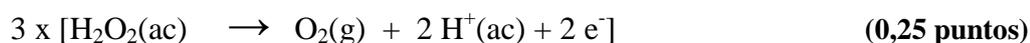
(0,75 puntos)

Solución.

- i. Ecuación química:



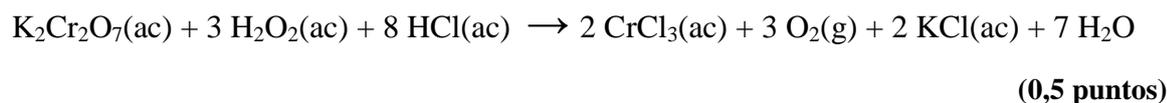
Semirreacciones:



Ecuación iónica ajustada:



Ecuación molecular ajustada:



Agente oxidante: $Cr_2O_7^{2-}$ **(0,25 puntos)**

Agente reductor: H_2O_2 **(0,25 puntos)**

- ii.

$$0,5 \text{ L disolución } K_2Cr_2O_7 \times \frac{0,7 \text{ moles de } K_2Cr_2O_7}{1 \text{ L disolución}} = 0,35 \text{ moles } K_2Cr_2O_7 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$0,35 \text{ moles de } K_2Cr_2O_7 \times \frac{3 \text{ moles de } H_2O_2}{1 \text{ mol de } K_2Cr_2O_7} = 1,05 \text{ moles de } H_2O_2 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

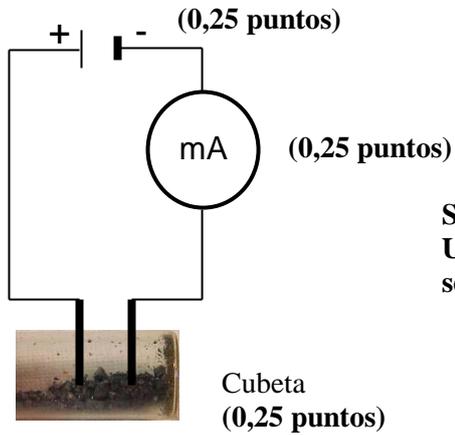
$$1,05 \text{ moles de } H_2O_2 \times \frac{1 \text{ L disolución}}{0,25 \text{ mol de } H_2O_2} = \mathbf{4,2 \text{ L de disolución}} \quad \text{(0,25 puntos)}$$



3. (1,0 punto)

Dibuje un esquema del dispositivo experimental que permite medir la conductividad del $I_2(s)$ e indique el material de laboratorio que se utiliza.

Solución:



**Si la contestación es:
UN CONDUCTÍMETRO
se contabilizan los 0,5 puntos.**

Electrodos en contacto con $I_2(s)$ (0,25 puntos)



4. (2 puntos)

A. Escriba los valores numéricos de los números cuánticos **n** y **l** que corresponden a los electrones que se encuentran en los siguientes orbitales: i) 3p; ii) 2s; iii) 4f; iv) 5d. **(1,0 punto)**

i n = 3 l = 1 **(0,25 puntos)**

ii n = 2 l = 0 **(0,25 puntos)**

iii n = 4 l = 3 **(0,25 puntos)**

iv n = 5 l = 2 **(0,25 puntos)**

B. Indique el signo, positivo o negativo, de la variación de entropía del sistema en los siguientes procesos: i) fusión de un sólido; ii) licuación de un gas; iii) evaporación de un líquido; iv) sublimación de un sólido. Justifique su respuesta. **(1,0 punto)**

Solución:

- i. El sólido pasa a estado líquido, lo que supone un aumento del desorden del sistema y, en consecuencia, un aumento de la entropía. $\Delta S > 0$, **positiva.** **(0,25 puntos)**
- ii. El gas pasa a líquido, lo que supone una disminución del desorden del sistema y, en consecuencia, una disminución de entropía. $\Delta S < 0$, **negativa.** **(0,25 puntos)**
- iii. El líquido pasa a gas, lo que supone un aumento del desorden del sistema y, en consecuencia, un aumento de la entropía. $\Delta S > 0$, **positiva.** **(0,25 puntos)**
- iv. El sólido pasa a gas, lo que supone un aumento del desorden del sistema y, en consecuencia, un aumento de la entropía. $\Delta S > 0$, **positiva.** **(0,25 puntos)**

Si las cuatro respuestas son correctas, pero no justifican las respuestas, se contabilizan 0,5 puntos.



5. (2 puntos)

- A. Para la reacción química en equilibrio: $2 \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H < 0$, indique y justifique cómo afectan al valor de las concentraciones de las sustancias en el equilibrio los siguientes cambios: i) disminución del volumen del recipiente a temperatura constante **(0,50 puntos)**; ii) aumento de la temperatura manteniendo el volumen constante. **(0,50 puntos)**

Solución:

- i. Si disminuye el volumen, el equilibrio evoluciona reaccionando en el sentido en que se produce un menor número de moles gaseosos **(0,25 puntos)** Si escriben que el equilibrio se desplaza hacia la derecha **(0,25 puntos)**. Disminuirán las concentraciones de $\text{SO}_2(\text{g})$ y $\text{O}_2(\text{g})$, y aumentará la concentración de $\text{SO}_3(\text{g})$. **(0,25 puntos)**
- ii. Puesto que el proceso es exotérmico, un aumento de la temperatura supondrá un descenso del valor de la constante de equilibrio **(0,25 puntos)** Si escriben que el equilibrio se desplaza hacia la izquierda **(0,25 puntos)**. Aumentarán las concentraciones de $\text{SO}_2(\text{g})$ y $\text{O}_2(\text{g})$, y disminuirá la concentración de $\text{SO}_3(\text{g})$. **(0,25 puntos)**

Si no justifican las respuestas se consideran como mal respondidas y no contabilizan puntos.

- B. Los puntos normales de ebullición del metanol (CH_3OH , masa molecular = 32 g/mol) y del etano (C_2H_6 , masa molecular = 30 g/mol) son $64,7^\circ\text{C}$ y -89°C , respectivamente. Justifique la diferencia entre los dos valores de los puntos normales de ebullición. **(1,0 punto)**

Solución:

El metanol presenta puentes de hidrógeno que son las fuerzas intermoleculares más intensas **(0,25 puntos)**. Para pasar al estado gaseoso es necesario romper estas interacciones, por lo que se requiere una temperatura elevada. **(0,25 puntos)**

El etano es una molécula apolar y presenta fuerzas intermoleculares de dispersión muy débiles **(0,25 puntos)**. Se pueden romper estas interacciones y pasar al estado gaseoso a bajas temperaturas **(0,25 puntos)**.