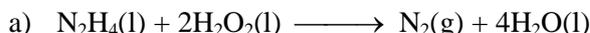




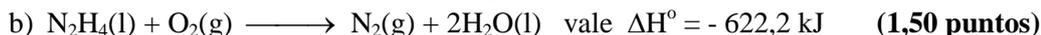
QUÍMICA. SEPTIEMBRE (FG). OPCIÓN A

1. (2,5 puntos)

La hidracina (N_2H_4) es un líquido aceitoso e incoloro que reacciona con el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) de acuerdo con la ecuación:



- i. Calcule la variación de entalpía estándar, a $25^\circ C$, para esta reacción, sabiendo que las entalpías estándar de formación a $25^\circ C$, del $H_2O(l)$ y del $H_2O_2(l)$ valen $-285,8$ y $-187,8$ kJ/mol, respectivamente, y que la variación de entalpía estándar de la reacción a $25^\circ C$,:



- ii. Prediga justificadamente si la reacción a) será espontánea a $25^\circ C$, en condiciones estándar.

(1,00 punto)

Solución:

- i) Para la reacción representada por la siguiente ecuación química:



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

$$\Delta H^\circ_R = \{ \Delta H^\circ_f[N_2(g)] + 4 \Delta H^\circ_f[H_2O(l)] \} - \{ \Delta H^\circ_f[N_2H_4(l)] + 2 \Delta H^\circ_f[H_2O_2(l)] \} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\Delta H^\circ_R = \{ 0 + 4(-285,8) \} - \{ \Delta H^\circ_f[N_2H_4(l)] + 2(-187,8) \}$$

$$\Delta H^\circ_R = \{-1143,2 \text{ kJ}\} - \{ \Delta H^\circ_f[N_2H_4(l)] - 375,6 \text{ kJ} \} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

A partir de la ecuación química b) se calcula $\Delta H^\circ_f(N_2H_4(l))$



$$\Delta H^\circ_R = -622,2 \text{ kJ} = \{ \Delta H^\circ_f[N_2(g)] + 2 \Delta H^\circ_f[H_2O(l)] \} - \{ \Delta H^\circ_f[N_2H_4(l)] + \Delta H^\circ_f[O_2(l)] \} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$-622,2 \text{ kJ} = \{ 0 - 571,6 \text{ kJ} \} - \{ \Delta H^\circ_f[N_2H_4(l)] + 0 \}$$

$$\Delta H^\circ_f[N_2H_4(l)] = -571,6 \text{ kJ} + 622,2 \text{ kJ} = +50,6 \text{ kJ}$$

$$\text{Como se forma un mol de } N_2H_4(l), \Delta H^\circ_f[N_2H_4(l)] = +50,6 \text{ kJ/mol} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Puesto que:

$$\Delta H^\circ_R = \{-1143,2 \text{ kJ}\} - \{ \Delta H^\circ_f[N_2H_4(l)] - 375,6 \text{ kJ} \}$$

$$\Delta H^\circ_R = -1143,2 \text{ kJ} - 50,6 \text{ kJ} + 375,6 \text{ kJ} \quad \Delta H^\circ_R = -818,2 \text{ kJ} \quad \text{(0,25 puntos)}$$

Otra posibilidad:

Aplicación de la ley de Hess:

		ΔH°_f (kJ/mol)	
i)	$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \longrightarrow H_2O(l)$	-285,8	(0,25 puntos)

ii)	$H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow H_2O_2(l)$	-187,8	(0,25 puntos)
-----	---	--------	---------------

iii)	$N_2H_4(l) + O_2(g) \longrightarrow N_2(g) + 2 H_2O(l)$	-622,2	(0,25 puntos)
------	---	--------	---------------



$$[PCl_3]_{eq} = \frac{0,218 \text{ moles}}{5L} = 4,36 \times 10^{-2} M$$
$$[PCl_5]_{eq} = \frac{(1,8 - X) \text{ moles}}{5L} = \frac{1,582 \text{ moles}}{5L} = 0,316 M$$
$$[Cl_2]_{eq} = \frac{(0,145 + X) \text{ moles}}{5L} = \frac{0,363 \text{ moles}}{5L} = 0,073 M \quad (0,25 \text{ puntos})$$

ii. Cálculo de K_C y K_P :

$$K_C = \frac{[PCl_3]_{eq}[Cl_2]_{eq}}{[PCl_5]_{eq}} = \frac{(0,0436)(0,073)}{(0,316)} = 0,010 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Para el cálculo de K_P hay dos posibilidades:

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta n} \quad \Delta n = 1 \quad (0,50 \text{ puntos})$$

$$K_P = (0,010)(0,082 \times 473,15) = 0,388 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

Otra posibilidad es:

$$K_P = \frac{P_{PCl_3} P_{Cl_2}}{P_{PCl_5}} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$P_{PCl_3} = \frac{n_{PCl_3} RT}{V} = \frac{(0,218)(0,082)(473,15)}{5} = 1,692 \text{ atm}$$

$$P_{Cl_2} = \frac{n_{Cl_2} RT}{V} = \frac{(0,363)(0,082)(473,15)}{5} = 2,817 \text{ atm}$$

$$P_{PCl_5} = \frac{n_{PCl_5} RT}{V} = \frac{(1,582)(0,082)(473,15)}{5} = 12,276 \text{ atm}$$

(0,25 puntos)

$$K_P = \frac{(1,692)(2,817)}{(12,276)} = 0,388 \quad (0,25 \text{ puntos})$$

iii. Una vez alcanzado el estado de equilibrio en el sistema:



La introducción de 0,3 moles de PCl_3 en el recipiente perturba el estado de equilibrio. Según el principio de Le Chatelier, el sistema reaccionará en el sentido de contrarrestar la perturbación producida, es decir, en el sentido de consumir el PCl_3 añadido o, lo que es lo mismo, de derecha a izquierda. (0,25 puntos)



3. (1,0 punto)

En el laboratorio se han realizado los siguientes experimentos:

Experimento	Reactivos
Tubo 1	Lámina de cobre + Disolución de sulfato de cinc
Tubo 2	Lámina de cinc + Disolución de sulfato de cobre(II)

- i. Prediga, utilizando los potenciales estándar de reducción, los resultados que se observarán en cada uno de los tubos. **(1,00 punto)**

Datos: $E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}$; $E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$

Solución:

- i. De acuerdo con los potenciales estándar de reducción, los procesos espontáneos son que el Cu^{2+} pase a Cu metálico y que el Zn metálico se disuelva para dar Zn^{2+} . **(0,25 puntos)**

En el tubo 1, lo único que puede ocurrir es que el cobre metálico se disuelva para dar Cu^{2+} y que el Zn^{2+} pase a Zn metálico, que son procesos no espontáneos. Luego en el tubo 1 no habrá reacción y, por tanto, no se observarán cambios. **(0,25 puntos)**

En el tubo 2, lo único que puede ocurrir es que el Zn metálico se disuelva para dar Zn^{2+} y que el Cu^{2+} pase a Cu metálico, que son procesos espontáneos, luego en el tubo habrá reacción.

(0,25 puntos)

Se observará que la lámina de Zn se disuelve, que se deposita Cu metálico y que la coloración azul de la disolución va desapareciendo. **(0,25 puntos)**

4. (2 puntos)

- A. Escriba las configuraciones electrónicas de los elementos X ($Z = 12$) e Y ($Z = 38$) e indique el grupo y período de la tabla periódica al que pertenece cada uno de los elementos. A partir de estas configuraciones electrónicas, indique, de forma razonada, el elemento con el valor del radio atómico más alto. **(1,0 punto)**

Solución:

Configuraciones electrónicas, grupo y período:

X ($Z = 12$)	$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2$	Grupo: 2	Período: 3
			(0,25 puntos)
Y ($Z = 38$)	$1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^2 4p^6, 5s^2$	Grupo: 2	Período: 5
			(0,25 puntos)

En un mismo grupo, el valor del radio atómico aumenta al aumentar en valor del número cuántico principal n, es decir, al descender en el grupo. **(0,25 puntos)**

Por tanto, el elemento con el valor más alto del radio atómico es Y ($Z = 38$). **(0,25 puntos)**



B. Indique de forma razonada el carácter ácido, básico o neutro de una disolución acuosa de KCN(s).

Dato: $K_a(\text{HCN}) = 6,2 \times 10^{-10}$.

(1,0 punto)

Solución:

En disolución acuosa, el KCN genera los iones $\text{K}^+(\text{ac})$ y $\text{CN}^-(\text{ac})$. El catión, K^+ , procede de una base fuerte (KOH) y, por tanto, no se hidroliza.

(0,25 puntos)

El anión, CN^- , procede de un ácido débil y reacciona con el agua (hidrólisis) comportándose como una base:

(0,25 puntos)



(0,25 puntos)

La disolución tendrá carácter básico

(0,25 puntos)

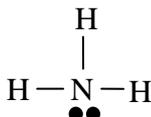
5. (2 puntos)

A. Para la molécula NH_3 , deduzca su estructura de Lewis, geometría electrónica, geometría molecular y los ángulos de enlace aproximados. **Datos:** N ($Z = 7$), H ($Z = 1$).

(1,0 punto)

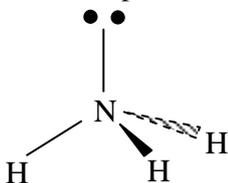
Solución:

- Estructura de Lewis:



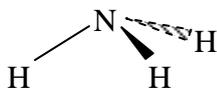
(0,25 puntos)

- La **geometría electrónica** del compuesto es **tetraédrica**:



(0,25 puntos)

- La **geometría molecular** es **piramidal**:



(0,25 puntos)

El ángulo de enlace ideal en el tetraedro es de $109,5^\circ$. La existencia de repulsiones par no compartido-par compartido (enlaces N-H) hace que el valor del ángulo de enlace H-N-H disminuya respecto del valor ideal y será, por tanto, inferior a $109,5^\circ$.

(0,25 puntos)

B. Escriba la fórmula semidesarrollada correspondiente a cada uno de los nombres siguientes:

- Éter etil propílico
- butanona
- 2-metil-3-hexino
- dietilmetilamina

(1,0 punto)



Solución:

- i. Éter etil propílico
 $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_3$ (0,25 puntos)
- ii. butanona
 $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C—CH}_3$ (0,25 puntos)
- iii. 2-metil-3-hexino
 $\text{CH}_3\text{—}\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{—C}\equiv\text{C—CH}_2\text{—CH}_3$ (0,25 puntos)
- iv. Dietilmetilamina
 $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—}\underset{\text{CH}_3}{\text{N}}\text{—CH}_2\text{—CH}_3$ (0,25 puntos)



QUÍMICA. SEPTIEMBRE (FG). OPCIÓN B

1. (2,5 puntos)

Un vinagre contiene un 5,7% en masa de ácido acético, CH_3COOH ¿Qué masa, en gramos, de este vinagre debe diluirse en agua para obtener 0,75 L de una disolución con $\text{pH} = 4,0$?

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	
Equilibrio	$c_i - x$		x	x	(0,50 puntos)

$$\text{pH} = 4; \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-4} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$x = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-4} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

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

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

$$0,75 \text{ L disolución} \times \frac{6,6 \times 10^{-4} \text{ moles de } \text{CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ L disolución}} = 4,9 \times 10^{-4} \text{ moles de } \text{CH}_3\text{COOH} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

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

$$4,9 \times 10^{-4} \text{ moles de } \text{CH}_3\text{COOH} \times \frac{60 \text{ g de } \text{CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{COOH}} = 0,03 \text{ g } \text{CH}_3\text{COOH} \quad (0,25 \text{ puntos})$$

$$0,03 \text{ g } \text{CH}_3\text{COOH} \times \frac{100 \text{ g vinagre}}{5,7 \text{ g } \text{CH}_3\text{COOH}} = \boxed{0,53 \text{ g de vinagre}} \quad (0,25 \text{ puntos})$$



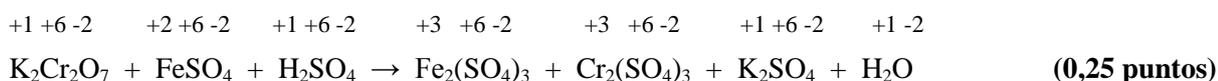
2. (2,5 puntos)

Cuando se mezclan disoluciones acuosas de dicromato de potasio y de sulfato de hierro(II), en presencia de ácido sulfúrico, se forma sulfato de hierro(III), sulfato de cromo(III), sulfato de potasio y agua.

- Escriba y ajuste la reacción en forma iónica y molecular por el método del ión-electrón e indique el agente oxidante y el agente reductor.
- Si 50 mL de una disolución 0,2 M de sulfato de hierro(II) necesitan 28 mL de disolución de dicromato de potasio para su total oxidación, calcule la concentración molar de la disolución de dicromato de potasio.

Solución.

- Ecuación sin ajustar:



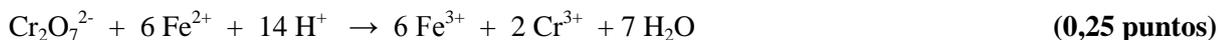
Semirreacciones:



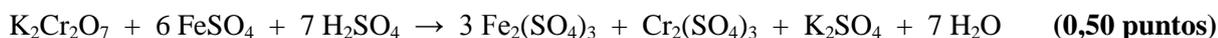
El agente oxidante es el $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (0,25 puntos)

El agente reductor es el Fe^{2+} (0,25 puntos)

Ecuación iónica ajustada:



Ecuación molecular ajustada:



$$\text{ii. } 0,05 \text{ L} \times \frac{0,2 \text{ moles de FeSO}_4}{1 \text{ L de disolución}} \times \frac{1 \text{ mol K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{6 \text{ moles FeSO}_4} = 1,67 \times 10^{-3} \text{ moles K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \quad \text{(0,25 puntos)}$$

$$\frac{1,67 \times 10^{-3} \text{ moles de K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{0,028 \text{ L}} = 6 \times 10^{-2} \text{ M en K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$$

(0,25 puntos)

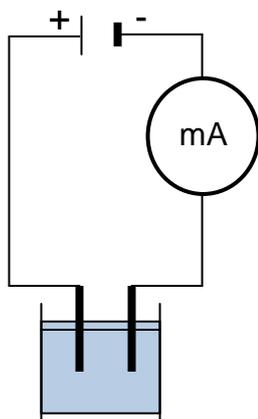


3. (1,0 punto)

Se pretende estudiar la conductividad de una disolución acuosa de permanganato de potasio.

- Dibuje un esquema del dispositivo experimental que permita realizar el estudio, indicando los materiales a usar. **(0,5 puntos)**
- Explique el procedimiento a seguir y las observaciones realizadas. **(0,5 puntos)**

Solución:



(0,25 puntos)

Material a usar :

- Pila o fuente de alimentación
- Cables.
- Electrodos
- Bombilla pequeña de una linterna (también se puede usar un miliamperímetro)
- Si en lugar de todos estos elementos, pone conductivímetro didáctico. Es correcto.
- Vaso de precipitados.
- Agua destilada y permanganato de potasio

(0,25 puntos)

Para estudiar la conductividad de una disolución acuosa de permanganato de potasio contenida en el vaso de precipitados, en primer lugar conectamos el miliamperímetro y, a continuación, introducimos en la disolución, con cuidado, los electrodos.

(0,25 puntos)

El miliamperímetro marca paso de corriente. El permanganato de potasio es un compuesto iónico que se disuelve en agua, se tienen iones sueltos (K^+ y MnO_4^-) y, por ello, si hay la concentración de iones suficiente se produce el paso de corriente eléctrica, mostrando que tenemos una sustancia conductora.

(0,25 puntos)

4. (2 puntos)

A. De las configuraciones electrónicas que se dan a continuación, indique las que corresponden a átomos en su estado fundamental, en estado excitado y cuáles son imposibles. Justifique su respuesta. **(1,0 punto)**

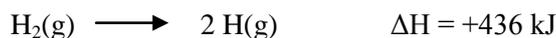
- $1s^2, 2s^2 2p^2$
- $1s^2, 2s^2 3p^1$
- $1s^2, 2s^2 2d^2, 3s^1$
- $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2 4p^5, 5s^1$



Solución:

- i. El llenado de orbitales sigue la secuencia normal relativa a configuraciones electrónicas en estado fundamental. Primero se llena el orbital 2s y luego comienza la ocupación de los orbitales 2p. **Es un átomo en estado fundamental. (0,25 puntos)**
- ii. En este caso, una vez lleno el orbital 2s, no se produce la ocupación de los orbitales 2p sino que se ocupan los orbitales 3p, que existen en el átomo, pero que no representan el estado de menor energía. **Es un átomo en estado excitado. (0,25 puntos)**
- iii. Para el número cuántico principal $n = 2$, los posibles valores de l son 0 y 1, nunca 2. Por ello para $n = 2$ no existen orbitales tipo d. Por tanto la configuración electrónica que presenta $2d^2$ **es imposible. (0,25 puntos)**
- iv. En la secuencia normal relativa a configuraciones electrónicas en estado fundamental, después del llenado del orbital 4s deberían ocuparse los orbitales 3d. A continuación continuaría el llenado completo de los orbitales 4p, antes de comenzar a ocuparse el orbital 5s. Por tanto, esta configuración electrónica es posible pero no corresponde a un átomo en el estado de menor energía, corresponde a un **átomo en estado excitado. (0,25 puntos)**

B. Para la reacción:



Indique, de forma cualitativa, las condiciones de temperatura en que la reacción anterior será espontánea. **(1,0 punto)**

Solución:

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

Para que una reacción sea espontánea, $\Delta G < 0$ **(0,25 puntos)**

Para esta reacción:

$$\Delta H > 0$$

$$\Delta S > 0$$

(0,25 puntos)

El término $-T \Delta S < 0$ y su valor absoluto superará el valor de $\Delta H > 0$ a temperaturas elevadas. A partir de ese valor $\Delta G < 0$ y la reacción será espontánea. **(0,25 puntos)**

5. (2 puntos)

A. Para la reacción: $3 \text{Fe}(\text{s}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4 \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -150 \text{ kJ}$

Justifique, de forma razonada, el efecto de cada uno de los siguientes factores en la cantidad de $\text{H}_2(\text{g})$ presente en la mezcla en equilibrio:

- i. Elevar la temperatura de la mezcla.
- ii. Introducir una masa adicional de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$.
- iii. Duplicar el volumen del recipiente que contiene la mezcla.
- iv. Añadir un catalizador adecuado. **(1,0 punto)**

Solución:

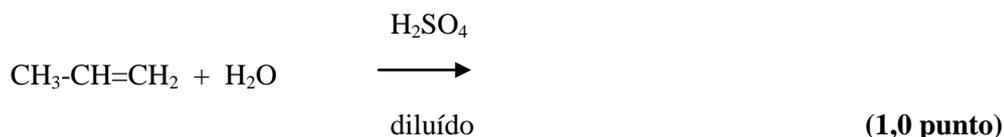
- i. Dado que la reacción, tal y como está escrita, es exotérmica, un aumento de temperatura desplazará el equilibrio en el sentido en que se absorbe calor, es decir, hacia la izquierda. Esto supone una disminución de la cantidad de hidrogeno en el equilibrio. **(0,25 puntos)**
- ii. Al añadir una masa adicional de $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ se produce un aumento de la concentración de este reactivo. El equilibrio evoluciona en el sentido de contrarrestar este aumento de



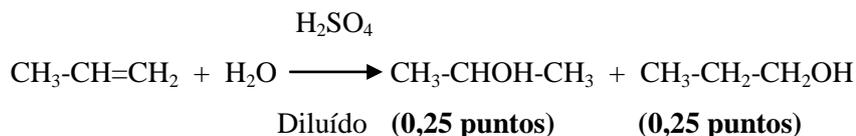
- concentración, es decir, consumiendo $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$, desplazándose hacia la formación de $\text{H}_2(\text{g})$, cuya cantidad aumenta en la mezcla de reacción en equilibrio. **(0,25 puntos)**
- iii. Al duplicar el volumen del recipiente que contiene la mezcla, las concentraciones de las especies gaseosas en el equilibrio disminuyen. El equilibrio evoluciona en el sentido en que la reacción produzca un mayor número de moles gaseosos. Puesto que hay el mismo número de moles gaseosos en ambos miembros de la ecuación, la modificación del volumen no afecta a la posición del equilibrio y la cantidad de $\text{H}_2(\text{g})$ presente no se modifica. **(0,25 puntos)**
- iv. La adición de un catalizador no modifica el estado de equilibrio de la reacción. Por tanto, la cantidad de $\text{H}_2(\text{g})$ presente en el mismo no se modifica **(0,25 puntos)**

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

B. Complete la siguiente reacción y nombre el producto, o productos, que se obtienen:



Solución:



$\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_3$ 2-propanol **(0,25 puntos)**

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ 1-propanol **(0,25 puntos)**