
SELECTIVIDAD QUÍMICA U.I.B. SEPTIEMBRE 2016.

OPCIÓN A.

1. a. En una serie de televisión, el actor Marc Smith ha aparecido muerto en su apartamento. La policía científica ha analizado una botella de agua que estaba cerca del cadáver y ha demostrado que estaba contaminada con cianuro potásico (KCN), en una concentración de $4,80 \cdot 10^{-3}$ M. La policía sabe que la dosis letal en las personas es de 50 mg/kg de masa corporal. Sabiendo que el actor pesa alrededor de 60 kg, ¿cree que es probable que la causa de la muerte fuera la ingesta de 200 mL de agua envenenada con cianuro potásico?

b. El cianuro de potasio en contacto con el agua reacciona de acuerdo con el siguiente equilibrio químico, formándose HCN, que es un compuesto muy tóxico: $\text{KCN} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCN} + \text{KOH}$. Accidentalmente, el cianuro de potasio se ha disuelto en agua. ¿Qué harías para disminuir la formación de HCN (g), añadirías unas cuantas gotas de disolución de HCl o KOH? Razonar la respuesta.

VER VÍDEO <https://youtu.be/TRKoD-6tzS0>

a.

$$200 \text{ mL} \cdot \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ mL}} \cdot \frac{4,8 \cdot 10^{-3} \text{ moles de KCN}}{1 \text{ L}} \cdot \frac{65 \text{ g. de KCN}}{1 \text{ mol de KCN}} = 0,0624 \text{ g. de KCN.}$$

$$\frac{0,0624 \text{ g. de HCN}}{60 \text{ Kg.}} = 1,04 \cdot 10^{-3} \text{ g. de KCN} = 1,04 \cdot \text{mg. de KCN} / \text{Kg.}$$

La ingesta es menor de 50 mg./Kg de masa corporal.

b. La adición de un producto, según el principio de LeChatelier, desplaza el equilibrio a reactivos. Debemos añadir KOH.

2. Se añaden 25 ml de una disolución 1,65 molar de HClO a un matraz aforado y se enrasa con agua destilada hasta conseguir 250 ml de disolución.

a. Determina el pH de la disolución diluida sabiendo que la constante de acidez vale $3,2 \cdot 10^{-8}$.

b. Si se neutralizan 100 ml de la disolución diluida de HClO con 100 ml NaOH 0,25 molar.

¿Cuántos moles de NaOH no habrán reaccionado?

c. ¿Cómo se prepararía en el laboratorio 100 ml de NaOH 0,25 M. a partir de NaOH sólido?
Indica el material de laboratorio necesario para preparar dicha disolución.
VER VÍDEO <https://youtu.be/UZxxs8tE5h8>

a.

$C_0 = [\text{HClO}] = 0,165 \text{ M.}$ (se diluye de 25 mL. a 250 mL.)

$K_a = 3,2 \cdot 10^{-8}$

	HClO	+	H ₂ O	↔	ClO ⁻	+	H ₃ O ⁺
Concent. inicial	C_0				0		0
Concent. Equil.	$C_0(1 - \alpha)$				$C_0\alpha$		$C_0\alpha$

$$K_a = \frac{[\text{ClO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HClO}]} = \frac{(C_0\alpha)^2}{C_0(1 - \alpha)} = \frac{C_0\alpha^2}{1 - \alpha} \stackrel{\substack{= \\ \text{despreciamos } \alpha \\ \text{si } K_a \leq 10^{-5}}}{=} C_0\alpha^2 \rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_0}}$$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]\alpha}{1 - \alpha} \quad \left| \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = C_0\alpha \quad \right| \quad \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \left| \quad [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} \right|$$

$$K_a = \frac{C_0\alpha^2}{1 - \alpha} \rightarrow \alpha = 4,41 \cdot 10^{-4} \rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] = 7,27 \cdot 10^{-5} \text{ M.} \rightarrow \text{pH} = 4,14$$

b.

$$100 \text{ mL.} \cdot \frac{1 \text{ L.}}{1000 \text{ mL.}} \cdot \frac{0,165 \text{ moles de HClO}}{1 \text{ L.}} \cdot \frac{1 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol HClO}} = 0,0165 \text{ moles de NaOH.}$$

$$100 \text{ mL.} \cdot \frac{1 \text{ L.}}{1000 \text{ mL.}} \cdot \frac{0,25 \text{ moles de NaOH}}{1 \text{ L.}} = 0,025 \text{ moles de NaOH.}$$

Sobran $0,025 - 0,0165 = 8,5 \cdot 10^{-3}$ moles de NaOH.

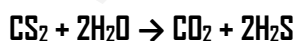
c.

$$0,025 \text{ moles de NaOH} \cdot \frac{40 \text{ g. de NaOH}}{1 \text{ mol de NaOH}} = 1 \text{ g. de NaOH.}$$

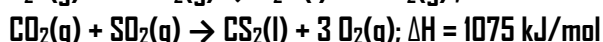
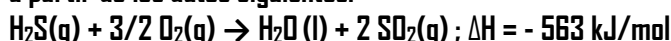
Pesar 1 g. de NaOH (pesa sustancias) y disolverlo en 50 mL. de agua destilada (en el interior de un vaso de precipitados). Si necesita calentar se calienta. Una vez enfriado se vierten los 50 mL. en un matraz aforado de 100 mL. Se enrasa con agua destilada hasta los 100 mL.

3.

a. Determina el valor de la variación de entalpía para la siguiente reacción no ajustada:



a partir de los datos siguientes:

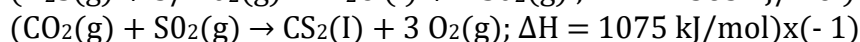
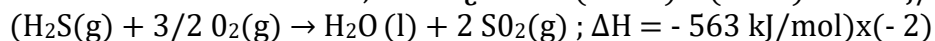
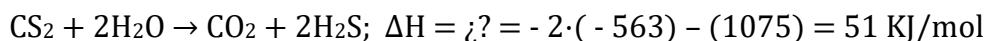


b. Determina el calor que se ha de aportar al sistema cuando reaccionan 10 mL. de CS₂ (densidad 1,2 g/ml) con 10 g de agua para producir CO₂ i H₂S.

c. ¿Cuál de los siguientes elementos presenta un potencial de ionización mayor, el azufre o el oxígeno? Razona la respuesta.

VER VÍDEO <https://youtu.be/12q0MTK4eQo>

a.



b.

$$\text{R. L.} \left\{ \begin{array}{l} 10 \text{ mL} \cdot \frac{1,2 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \cdot \frac{1 \text{ mol CS}_2}{76 \text{ g de CS}_2} = 0,158 \text{ moles de CS}_2 \\ 10 \text{ g de agua} \cdot \frac{1 \text{ mol de agua}}{18 \text{ g de agua}} = 0,56 \text{ mol de agua} \rightarrow \frac{0,56}{2} = 0,28 \end{array} \right. \quad \text{R. L. : CS}_2$$

$$0,158 \text{ moles de CS}_2 \cdot \frac{51 \text{ kJ}}{1 \text{ mol de CS}_2} = 8,058 \text{ kJ.}$$

c. Ambos elementos pertenecen al mismo grupo. En un grupo, al aumentar el n.º atómico, aumenta la distancia de los electrones al núcleo, siendo estos menos atraídos. El potencial de O es mayor que el del S.

4. Justifica si son correctas o no las siguientes afirmaciones:

a. En la reacción $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$, la molécula de oxígeno es la especie reductora.

b. Una pila formada por los electrodos de Cu^{2+}/Cu y Ag^+/Ag tiene un potencial normal de 1,14 V..

c. En una celda galvánica espontánea, el polo negativo recibe el nombre de cátodo.

d. Cuando introducimos una lámina de plomo en un vaso de precipitados que contiene una disolución de CuCl_2 , no se produce ningún proceso redox espontáneo.

$$E_0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34 \text{ V}; E_0(\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}; E_0(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0,13 \text{ V.}$$

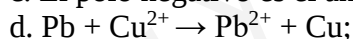
VER VÍDEO <https://youtu.be/my3v-IGdspU>

a. El O pasa de n.º de oxidación 0 a -2, se reduce. El O_2 es el oxidante.

b.

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-; E = -0,34 \text{ V.} \\ (\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-) \times 2; E = 0,80 \text{ V.} \end{array} \right. \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag} \rightarrow \text{Cu} + 2\text{Ag}^+; E = 0,46 \text{ V.}$$

c. El polo negativo es el ánodo.



Ereacción = Eelemento que se reduce - Eelemento que se oxida = $0,34 - (-0,13) = 0,47 \text{ V.} > 0$ espontáneo.

5. Sean los compuestos químicos BaCl_2 y NCl_3 .

a. ¿Qué tipo de enlace químico presentan las moléculas anteriores? Razona la respuesta.

b. De los compuestos químicos anteriores ¿hay alguno que conduce la corriente eléctrica en estado fundido? Razona la respuesta.

c. Justifica la geometría de la molécula de NCl_3 mediante el modelo de la repulsión de pares de electrones de la capa de valencia.

VER VÍDEO <https://youtu.be/eXGj3xRPYyY>

a. Enlace iónico (metal – no metal). Enlace covalente (no metal – no metal).

b. El BaCl_2 pues iónico.

c. Se trata de un compuesto del tipo AB_3E , con geometría de pirámide trigonal.

OPCIÓN B.

1. El dióxido de carbono reacciona con el sulfuro de hidrógeno a 337 °C según la siguiente reacción: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightleftharpoons \text{COS} + \text{H}_2\text{O}$. En un recipiente cerrado y vacío de 2,5 L. se introducen 4,4 g. de dióxido de carbono. Una vez alcanzado el equilibrio a 337° la presión total es 10 atm. y se han obtenido 0,01 moles de agua.

- Calcula la concentración de CO_2 y de H_2S en el equilibrio.
- ¿Es cierto que para el equilibrio químico anterior $K_p = 1/K_c$?
- Si introducimos en el recipiente un catalizador, ¿cómo afecta al equilibrio?

VER VÍDEO <https://youtu.be/YXSSy0Glb6o>

a.

	CO_2	+	H_2S	$\rightleftharpoons$	COS	+	H_2O
Moles iniciales	4,4 g = 0,1 mol		a		0		0
Moles en equilibrio	0,1 - x		a - x		x		x = 0,01
	0,09		a - 0,01		0,01		0,01

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} = 0,5 \text{ moles} \quad \left. \vphantom{\frac{P \cdot V}{R \cdot T}} \right\} a = 0,4 \text{ moles.}$$

$$\text{moles totales} = 0,1 + a$$

$$[\text{CO}_2] = \frac{0,09}{2,5} = 0,036 \text{ M.}; [\text{H}_2\text{S}] = \frac{0,4 - 0,01}{2,5} = 0,156 \text{ M.}$$

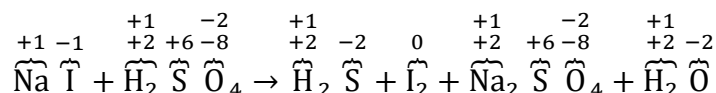
b. Falso. $\Delta n = 0 \rightarrow K_c = K_p$

c. Un catalizador disminuye la energía de activación, pero no afecta al equilibrio.

2. Ajusta la siguiente reacción. $\text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{I}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

VER VÍDEO <https://youtu.be/XM27GjYk8po>

● Calculamos los números de oxidación de cada átomo.

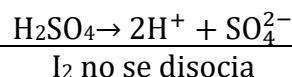
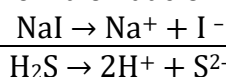


● ¿Qué elementos cambian de número de oxidación?

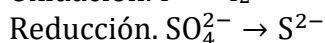
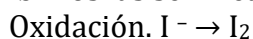
I (de -1 a 0), se oxida. El reductor es el NaI.

S (de +6 a -2) se reduce. El oxidante es el H_2SO_4

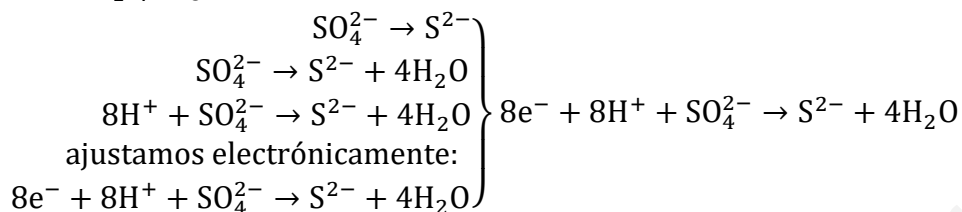
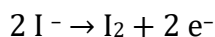
● Disociamos las sustancias (solo ácidos, hidróxidos y sales) que intervienen en la oxidación y la reducción.



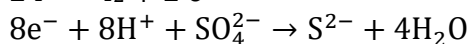
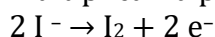
- Escribimos las semireacciones de oxidación y reducción.



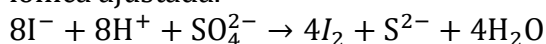
- Ajustamos atómica y electrónicamente las semireacciones. Los O se ajustan añadiendo H_2O y los H se ajustan añadiendo H^+ .



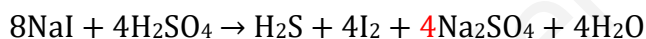
- Para que el número de e^- de ambas semireacciones coincida, debemos multiplicar la primera reacción por 4, así tendremos 8 e^- en cada una.



- Sumamos ambas semireacciones ya ajustadas obteniendo la reacción iónica ajustada.

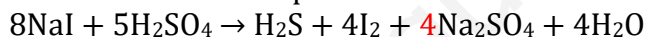


- Trasladando esta información a la reacción inicial:

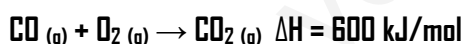


El 4 del Na_2SO_4 se ha ajustado por tanteo mirando el Na.

El $4H_2SO_4$ se cambia por tanteo a $5H_2SO_4$.



3. Cuando se hace reaccionar CO con un exceso de O_2 tiene lugar la siguiente reacción:



Contestar las siguientes preguntas de una manera razonada:

- ¿Se puede afirmar que la variación de la entropía de este proceso es positiva?
- Sabiendo que la reacción directa de la formación de CO_2 presenta una energía de activación de 1000 kJ/mol, determina la energía de activación de la reacción inversa.
- ¿Es verdad que las reacciones exotérmicas tienen energías de activación negativas?

VER VÍDEO <https://youtu.be/o8xfuf46j9s>

a. El número de moles disminuye ($3 \rightarrow 2$) disminuyendo el desorden, la variación de entropía es negativa.

b. En una reacción endotérmica $E_{ac, directa} = E_{ac, inversa} + \Delta H_{reacción}$.
 $E_{ac, inversa} = 400 \text{ KJ/mol}$

c. Las reacciones exotérmicas tienen variación de entalpía negativa, no la energía de activación.

4. Un elemento A es alcalinotérreo del tercer periodo, mientras que un elemento B es el halógeno del segundo periodo.

- Escribe la configuración electrónica del ión más estable del elemento A.
- ¿Podemos afirmar que radio atómico del elemento B es mayor que el del anión B^- ? Razona la respuesta.
- ¿Qué elemento tiene una menor afinidad electrónica A o B? razona la respuesta.
- ¿Es cierto que el ion B^- y el elemento A son isoelectrónicos? Razona la respuesta.

VER VÍDEO <https://youtu.be/1RvRcWc-xcY>

- $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ Tiende a perder un electrón. $1s^2 2s^2 2p^6$.
- No. Los iones negativos son más grandes que los átomos correspondientes. El B^- tiene un electrón más, mayor efecto pantalla, mayor tamaño.
- La afinidad electrónica crece en un grupo hacia arriba y en un periodo hacia la derecha. B tiene mayor afinidad electrónica.
- No pues no tienen el mismo número de electrones.

5. a. En un laboratorio se dispone de dos disoluciones separadas NH_4NO_3 y $NaCl$. ¿Cómo son estas disoluciones: ácidas, básicas o neutras?

b. ¿Cómo gestionarías el residuo de $NaCl$, lo neutralizarías con un ácido diluido o simplemente lo echarías por el desagüe?

VER VÍDEO <https://youtu.be/ZZ6pLxVzCWo>

- NH_4NO_3 . $NH_4^+ + H_2O \rightarrow NH_3 + H_3O^+$ hidrólisis ácida. pH ácido. $NaCl$ no da hidrólisis. pH neutro.
- El $NaCl$ es inocuo, se puede tirar directamente al fregadero.