

OPCIÓN A

1.- Un átomo (X) tiene 34 electrones, 34 protones y 45 neutrones y otro átomo (Y) posee 11 electrones, 11 protones y 12 neutrones.

a) Calcule el número atómico y másico de cada uno de ellos.

b) Justifique cual de los dos es más electronegativo.

c) Razone las valencias con las que pueden actuar ambos elementos.

d) Justifique el tipo de enlace que se produce entre X e Y y formule el compuesto resultante.

Puntuación máxima por apartado: a) 0,4 puntos; b) 0,4 puntos; c) 0,4 puntos; d) 0,8 puntos.

Solución:

a) El número atómico corresponde con el número de protones por lo que como X tiene 34 protones su número atómico será 34 y de la misma manera Y tendrá un número atómico de 11. El número másico es la suma de protones y neutrones por lo que el de X será 79 y el de Y será 23,

b) X (Z=34) $1s^2; 2s^2p^6; 3s^2p^6d^{10}; 4s^2p^4$
Y (Z=11) $1s^2; 2s^2p^6; 3s^1$

Teniendo en cuenta las configuraciones electrónicas tendremos que el elemento más electronegativo será el elemento X. Si observamos las configuraciones electrónicas veremos que el elemento X tiene seis electrones en la capa más externa, y su tendencia será a capturar dos electrones con el fin de adquirir la configuración de gas noble. Por su parte el elemento Y tiene un solo electrón en la capa más externa y su tendencia es a ceder ese electrón para así adquirir la configuración de gas noble en la capa anterior.

c) El elemento X actuará con la valencia -2 ya que necesita 2 electrones para adquirir configuración electrónica s^2p^6 por lo que necesita ganar 2 electrones. De la misma manera el elemento Y necesita perder un electrón para tener configuración electrónica s^2p^6 con lo que su valencia será +1.

d) El elemento X como tiende a ganar dos electrones para adquirir la configuración de gas noble, dando lugar al ión X^{2-} . Por su parte el elemento Y tiende a ceder el electrón de la capa externa para adquirir la configuración de gas noble dando lugar al ión Y^{1+} . Tendremos entonces que el elemento Y cede los electrones para formar el catión mientras que el elemento X captura esos electrones para formar el anión. Como se produce una transferencia de electrones se trata de un **enlace iónico**. Teniendo en cuenta que cada átomo de Y solo cederá un electrón y el elemento X necesita dos electrones para adquirir la configuración de gas noble, es evidente que la fórmula del compuesto será: Y_2X .

2.- Completa y clasifica las siguientes reacciones químicas orgánicas:

a) $CH_3-CH_2-CH_2-COOH + CH_3-CH_2OH \rightarrow$

b) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2Br + NaOH \rightarrow$

c) $CH_3-CH=CH-CH_3 + Cl_2 \rightarrow$

d) $CH_3-CHOH-CH_3 + H_2SO_4 \rightarrow$

e) Nombra los cuatro compuestos orgánicos que aparecen en primer lugar en las reacciones anteriores.

Puntuación máxima por apartado: 0,4 puntos c/u

Solución:

a) $CH_3-CH_2-CH_2-COOH + CH_3-CH_2OH \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-COO-CH_2-CH_3 + H_2O$.
Se trata de una reacción de **condensación** (esterificación).

b) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2Br + NaOH \rightarrow CH_3-CH_2-CH=CH_2$ ó $CH_3-CH=CH_2 + NaBr$
Se trata de una reacción de **eliminación**.

c) $CH_3-CH=CH-CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3-CHCl-CHCl-CH_3$
Se trata de una reacción de **adición**.

d) $CH_3-CHOH-CH_3 + H_2SO_4 \rightarrow CH_3-CH=CH_2 + H_2O$
Se trata de una reacción de **eliminación** (deshidratación).

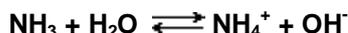
e) a → **Ácido butanoico**.

b → **1-Bromobutano**.

c → **2-Buteno (But-2-eno)**

d → **2-Propanol (Propan-2-ol)**.

3. Se añaden 6.5 g de amoníaco a la cantidad de agua necesaria para obtener 250 mL de disolución.



a) Calcule el grado de disociación del amoníaco.

b) Calcule el pH de la disolución.

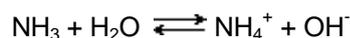
c) Calcule la concentración de una disolución de hidróxido de potasio (KOH) de igual pH.

Datos: $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$; Masas atómicas: N= 14 u.; H= 1 u.

Puntuación máxima por apartado: a) 1,0 puntos; b) 0,5 puntos; c) 0,5 puntos.

a) Calculamos en primer lugar la concentración molar de la disolución obtenida:

$$C_0 = (6.5 \text{ g.} / 17 \text{ g/mol}) / 0.25 = 0.38 / 0.25 = 1.53 \text{ M}$$



c. inicial C_0 - -

c. equil $C_0(1-\alpha)$ $C_0\alpha$ $C_0\alpha$

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]} = \frac{C_0\alpha \cdot C_0\alpha}{C_0(1-\alpha)} = \frac{C_0\alpha^2}{(1-\alpha)} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

$$K_b = \frac{1.53 \alpha^2}{(1-\alpha)} = 1,8 \cdot 10^{-5} \rightarrow 1.53 \alpha^2 + 1,8 \cdot 10^{-5} \alpha - 1,8 \cdot 10^{-5} = 0$$

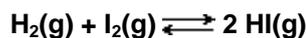
$$\alpha_1 = 3.42 \times 10^{-3} \quad \alpha_2 = -3.43 \times 10^{-3}$$

b) $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] = -\log (C_0 \alpha) = -\log (1.53 \cdot 3.42 \times 10^{-3}) = -\log (5.23 \times 10^{-3}) = 2,28$

$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2.28 = 11.72$

e) Como el KOH es una base fuerte, estará totalmente disociada por lo que $[\text{KOH}] = [\text{OH}^-] = 5.23 \times 10^{-3}$

4.- En un recipiente de 10 L se hacen reaccionar, a 450 °C, 0,75 moles de H_2 y 0,75 moles de I_2 , según la ecuación:



Sabiendo que a esa temperatura $K_c = 50$, calcule en el equilibrio:

a) El número de moles de H_2 , I_2 y de HI.

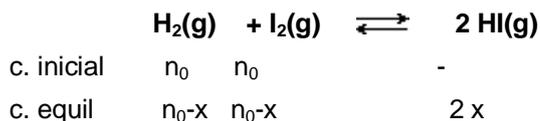
b) La presión total en el recipiente y el valor de K_p .

c) Justifique cómo influiría en el equilibrio un aumento de la presión.

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

Puntuación máxima por apartado: a) 1,0 puntos; b) 0,5 puntos; c) 0,5 puntos.

a) $n_0 = 0.75 \text{ mol}$



$$K_c = \frac{[\text{HI}]}{[\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2]} = \frac{(2x/10)^2}{((n_0-x)/10)^2} = \frac{4x^2/100}{(n_0-x)^2/100} = \frac{4x^2}{(0.75-x)^2} = 50$$

$$46x^2 - 75x + 28.125 = 0 \rightarrow x_1 = 1.045 ; \quad x_2 = 0.5846$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{I}_2) = n_0 - x = 0,75 - 0.5846 = 0.1654 \text{ moles}$$

$$n(\text{HI}) = 2x = 2 \cdot 0.5846 = 1.1692 \text{ moles}$$

$$n_T = 0.1654 + 0.1654 + 1.1692 = 1.5 \text{ moles}$$

$$b) P_T \cdot V = n_T \cdot R \cdot T \rightarrow P_T = (n_T \cdot R \cdot T) / V = (1.5 \times 0.082 \cdot 723) / 10 = 8.89 \text{ atm}$$

$$K_p = K_c (R \cdot T)^{\Delta n} = 50 \cdot (0,082 \cdot 723)^0 = 50.$$

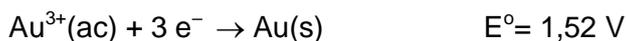
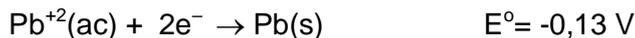
f) Como en la reacción no hay variación en la cantidad de moles gaseosos un aumento de la presión no producirá ningún cambio en ella según el principio de Le Chatelier.

5. Para la pila formada por un electrodo de plomo $E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}) = -0.13 \text{ V}$ y otro de oro $E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) = 1.52 \text{ V}$

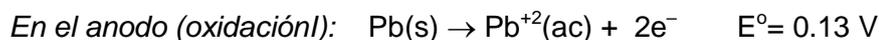
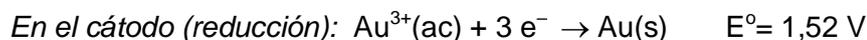
- Escribe las reacciones que tienen lugar en cada uno de los electrodos indicándolos.
- La reacción global.
- Calcula la f.e.m. estándar de la pila.
- Escriba la notación de la misma.

Solución:

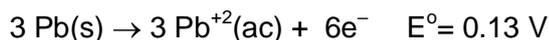
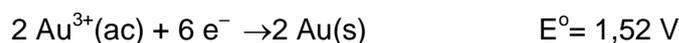
a) Como el $E^\circ(\text{Au}^{3+}/\text{Au}) > E^\circ(\text{Pb}^{2+}/\text{Pb})$ el cátodo estará constituido por el electrodo de oro (Au) mientras que el ánodo lo constituye el electrodo de plomo (Pb)



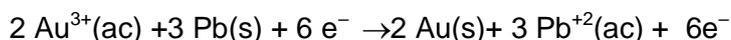
Las semirreacciones que tienen lugar en los electrodos son :



Balanceamos ambas reacciones:



b) Sumamos ambas reacciones y tenemos la reacción global



c) $\Delta E_{\text{PILA}} = E_{\text{cátodo}} - E_{\text{ánodo}} = 1.52 \text{ V} + 0.13 \text{ V} = 1.65 \text{ V}.$

d) $\text{Pb}(\text{s}) | \text{Pb}^{2+}(\text{ac}) || \text{Au}^{3+}(\text{ac}) | \text{Au}(\text{s})$

OPCIÓN B

1.- 1.- Justifica la geometría de las siguientes moléculas covalentes:

- Bromuro de fósforo (Tribromuro de fósforo).
- Cloruro de silicio (IV) (Tetracloruro de silicio).
- Amoniaco (Trihidruro de nitrógeno).
- Justifique la polaridad de las moléculas anteriores.

Datos: Br(Z=35); P (Z=15); Cl(Z=17); Si (Z=14); N(Z=7); H(Z=1)

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos c/u.

a) En primer lugar haremos las configuraciones electrónicas que nos permitirán saber el número de electrones de la capa de valencia

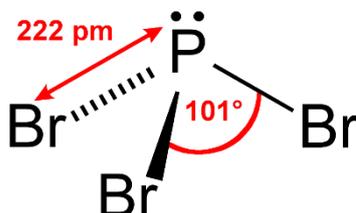
P ($1s^2; 2s^2p^6; 3s^2p^3$) 5 electrones

Br ($1s^2; 2s^2p^6; 3s^2p^6d^{10} 4s^2p^5$) 7 electrones

Para el caso del PBr_3 como el P fósforo tiene cinco electrones en la capa más externa mientras que el cloro le hace falta un electrón para adquirir la configuración de gas noble, entonces el fósforo compartirá un electrón con cada átomo de cloro adquiriendo la configuración de gas noble y lo mismo sucede con el cloro y por lo tanto se formarán tres enlaces covalentes P – Br y al fósforo le queda un par de electrones no enlazantes, es decir, le **queda un par de electrones nos compartidos o solitarios**.

La molécula de tribromuro de fósforo tiene cuatro pares de electrones alrededor del átomo de fósforo presentando una hibridación sp^3 , pero como presenta un par solitario no puede ser tetraédrica, sino que presenta una geometría **trigonal o pirámide triangular**.

De acuerdo con la teoría de RPECV el tricloruro de fósforo presenta una geometría AX_3E y por lo tanto es **pirámide triangular o trigonal**



B) En primer lugar haremos las configuraciones electrónicas que nos permitirán saber el número de electrones de la capa de valencia

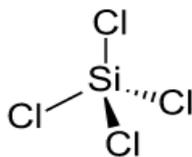
Si ($1s^2; 2s^2p^6; 3s^2p^2$) 4 electrones

Cl ($1s^2; 2s^2p^6; 3s^2p^5$) 7 electrones

En el caso del tetracloruro de silicio, el átomo de silicio posee cuatro electrones de valencia compartiendo uno con cada átomo de cloro y de esta forma adquieren la configuración de gas noble formando cuatro enlaces covalentes Si – Cl. De esta forma el silicio emplea sus cuatro electrones de valencia formando los cuatro enlaces y por lo tanto no le queda ningún par de electrones sin compartir.

La molécula de tetracloruro de silicio tiene también presenta hibridación sp^3 y al ser todos los pares de electrones enlazantes presenta una geometría **tetraédrica**.

Si hacemos uso de la teoría de la RPECV al ser cuatro pares de electrones enlazantes es una molécula del tipo AX_4 , es decir, presenta una **geometría tetraédrica**.



C) En primer lugar haremos las configuraciones electrónicas que nos permitirán saber el número de electrones de la capa de valencia

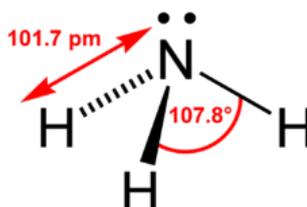
N ($1s^2; 2s^2p^3$) 5 electrones

H ($1s^1$) 1 electrón

Para el caso del NH_3 como el N fósforo tiene cinco electrones en la capa más externa mientras que el hidrogeno le hace falta un electrón para adquirir la configuración de gas noble, entonces el nitrógeno compartirá un electrón con cada átomo de hidrogeno adquiriendo la configuración de gas noble y lo mismo sucede con el hidrogeno y por lo tanto se formarán tres enlaces covalentes N-h y al nitrógeno le queda un par de electrones no enlazantes, es decir, le **queda un par de electrones nos compartidos o solitarios**.

La molécula de amoniaco tiene cuatro pares de electrones alrededor del átomo de nitrógeno presentando una hibridación sp^3 , pero como presenta un par solitario no puede ser tetraédrica, sino que presenta una geometría **trigonal o pirámide triangular**.

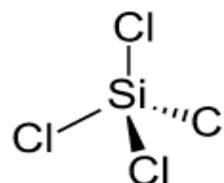
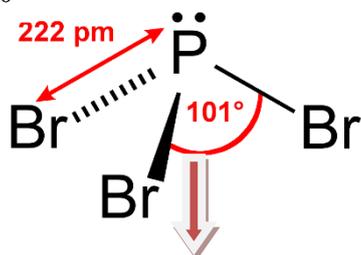
De acuerdo con la teoría de RPECV el amoniaco presenta una geometría AX_3E y por lo tanto es **pirámide triangular o trigonal**



d) Los enlaces P-Br y Si-Cl y N-H serán polares, debido a que el bromo es más electronegativo que el fósforo, el cloro que el silicio y el nitrógeno que el hidrogeno. La molécula de tribromuro de fósforo será polar (los 3 dipolos formados en los enlaces P-Br no se anulan por ser la geometría pirámide triangular). Su momento dipolar neto es no nulo.

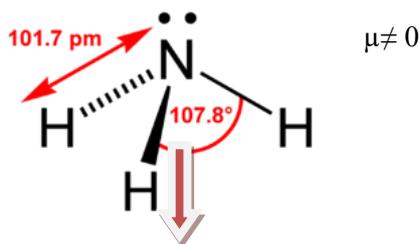
La molécula de tetracloruro de silicio será apolar (los 4 dipolos de las uniones Si-Cl se dirigen hacia los vértices de un tetraedro y por tanto se anulan. Su momento dipolar neto es nulo.

$\mu \neq 0$



$\mu = 0$

La molécula de amoniaco será polar (los 3 dipolos formados en los enlaces N-H no se anulan por ser la geometría pirámide triangular). Su momento dipolar neto es no nulo.



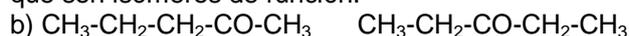
2.- Formula e indica qué tipo de isomería existe en cada una de los siguientes pares de compuestos

- Pentanal y 2-pentanona (Pentan-2-ona).
- 2-Pentanona (Pentan-2-ona) y 3-pentanona (Pentan-3-ona).
- Etilamina y dimetilamina (N-metilmetilamina).
- Ácido butanoico y ácido metilpropanoico.

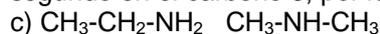
Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.



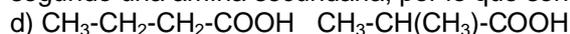
Isómeros de función. Estos dos compuestos tienen la misma fórmula molecular: $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$, pero presentan distintos grupos funcionales, el primero es un aldehído, mientras que el segundo es una cetona, por lo que son isómeros de función.



Isómeros de posición. La fórmula molecular de estos compuestos es: $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ y los dos presentan el mismo grupo funcional, cetona, pero en distinta posición, el primero en el carbono de la posición 2 y el segundo en el carbono 3, por lo que son isómeros de posición



Isómeros de posición. Estos dos compuestos son dos aminas de fórmula molecular: $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$, pero el grupo amino se encuentra en distinta posición, siendo el primer compuesto una amina primaria y el segundo una amina secundaria, por lo que son isómeros de posición



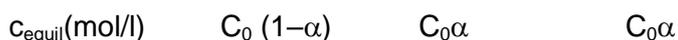
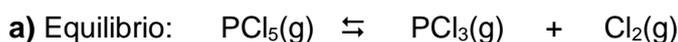
Isómeros de cadena. Son dos ácidos de fórmula molecular: $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$, que difieren en la disposición de los átomos de carbono en el esqueleto carbonado. Así el primer compuesto tiene una cadena carbonada lineal y el segundo con ramificación, por lo que son isómeros de cadena.

3.- A 500 K y 3 atm de presión, el PCl_5 se disocia en un 60%.



- Calcule el valor de K_c y K_p .
 - Calcule las presiones parciales de cada gas en el equilibrio.
 - Justifique cómo influiría en el grado de disociación un aumento de la presión.
- Dato: $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

Puntuación máxima por apartado: a) 0,8 puntos; b) 0,9 puntos; c) 0,3 puntos.



0.1 puntos 0.1 puntos 0.1 puntos

$$C_T = C_0(1-\alpha) + C_0\alpha + C_0\alpha = C_0(1+\alpha)$$

$$P_T \cdot V = n_T \cdot R \cdot T \rightarrow P_T = C_T \cdot R \cdot T \rightarrow C_T = P_T / (R \cdot T) = 3 / (0,082 \cdot 500) = 0.0731$$

$$C_T = C_0(1+\alpha) = 0.0731 \rightarrow C_0 = 0.0731 / (1+\alpha) = 0.0731 / (1+0.6) = 0.0731 / 1.6 = 0.0457$$

$$K_C = \frac{[\text{PCl}_3] \cdot [\text{Cl}_2]}{[\text{PCl}_5]} = \frac{C_0 \alpha \cdot C_0 \alpha}{C_0 (1-\alpha)} = \frac{C_0 \alpha^2}{1-\alpha} = \frac{0.0457 \cdot 0.6^2}{1-0.6} = 0.0411$$

$$K_p = K_C (R \cdot T)^{\Delta n} = 0.0411 \cdot (0,082 \cdot 500)^1 = 1.686$$

$$\text{b) } P(\text{PCl}_5) = C_0 (1-\alpha) R \cdot T = 0.0457 (1-0.60) \cdot 0.082 \cdot 500 = 0.749 \text{ atm}$$

$$P(\text{PCl}_3) = P(\text{Cl}_2) = C_0 \cdot \alpha R \cdot T = 0.0457 \cdot 0.60 \cdot 0.082 \cdot 500 = 1.124 \text{ atm}$$

- c) Como en la reacción hay mas moles gaseosos en el segundo miembro aumento de la presión provocará que el equilibrio se desplace, hacia donde exista menor número de moles para así contrarrestar el efecto de aumento de la presión según el principio de LeChatelier. Por lo tanto la reacción se desplaza hacia los reactivos (hacia la izquierda) y en consecuencia **disminuye la disociación.**

4.- 4.- El fenol, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$, es un ácido monoprótico débil.



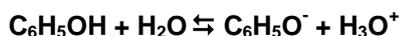
Se preparan 1 Litro de disolución de fenol disolviendo 4.7 gramos de dicha sustancia en agua, obteniéndose un valor de pH de 5,59. Calcule:

- El valor de la constante de disociación del fenol.
- El grado de disociación del fenol a esa concentración.
- Clasifica, razonando las respuestas, las sustancias del equilibrio anterior como ácidos y/o bases.

Puntuación máxima por apartado: a) 1,2 puntos; b) 0,4 puntos; c) 0,4 puntos

a) Calculamos en primer lugar la concentración molar de la disolución obtenida:

$$M = (4.7 \text{ g.} / 94 \text{ g/mol}) / 1 = 0,05 \text{ M}$$



| | | | |
|------------|---------------------|---------------|---------------|
| c. inicial | 0,05 | - | - |
| c. equil | 0,05 (1- α) | 0,05 α | 0,05 α |

$$K_a = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}]} = \frac{0,05 \alpha \cdot 0,05 \alpha}{0,05 (1-\alpha)} = \frac{(0,05 \cdot 4,08 \cdot 10^{-5})^2}{0,05 (1-4,08 \cdot 10^{-5})} =$$

Sustituyendo valores en la expresión nos queda que:

$$K_a = \frac{(0,05 \cdot \alpha)^2}{0,05 (1 - \alpha)} = \frac{(0,05 \times 5,14 \cdot 10^{-5})^2}{0,05 (1 - 5,14 \cdot 10^{-5})} = 1,32 \cdot 10^{-10}$$

b) Para el cálculo de α tenemos en cuenta que

$$\text{pH} = -\log [[\text{H}_3\text{O}^+]] = -\log (0,05 \alpha) = 5.59$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,05 \alpha = 10^{-5.59} = 2.57 \cdot 10^{-6} \text{ M}$$

$$0,05 \alpha = 2.57 \cdot 10^{-6} \quad \alpha = 2.57 \cdot 10^{-6} / 0,05 = 5,14 \cdot 10^{-5}$$

- $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ Acido ya que en equilibrio acuoso es capaz de ceder un protón.
 H_2O Base ya que en equilibrio acuoso es capaz aceptar un protón.
 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ Base ya que en equilibrio acuoso es capaz aceptar un protón.
 H_3O^+ Acido ya que en equilibrio acuoso ceder un protón.

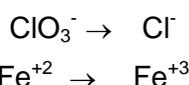
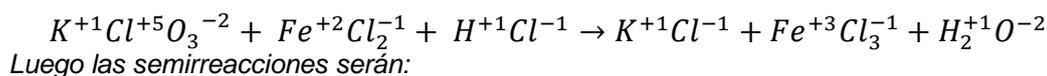
5.-Ajusta por el método del ión-electrón, la siguiente reacción:



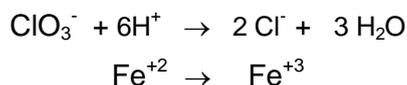
- a) ¿Cuál es la especie oxidante y cuál es la reductora? ¿Qué especie se oxida y cuál se reduce?
 b) Ajusta la reacción iónica y la reacción global.

Puntuación máxima por apartado: a) 0,4 puntos; b) 1,2 puntos; c) 0,4 puntos.

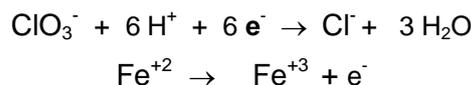
- a) Especie oxidante **KClO₃** pues el Cl pasa de estado de oxidación +5 a -1, es decir **se reduce**.
 Especie reductora **FeCl₂**, pues el Fe pasa del estado de oxidación +2 a +3, es decir **se oxida**.
 a) Para ajustar las reacciones iónicas vemos los cambios en el estado de oxidación:



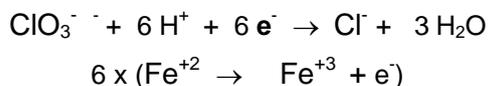
Procedemos a ajustarlas primero en masa teniendo en cuenta que se trata de un medio ácido.



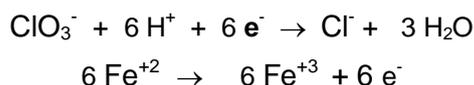
Seguidamente ajustamos en carga mediante los electrones:



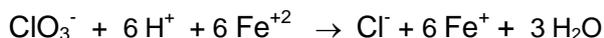
Balanceamos el ajuste multiplicando la segunda reacción por 6:



Nos queda:



Sumando ambas reacciones resulta:



- c) Para obtener la reacción global hemos de tener en cuenta que hay una especie química que no entra en el proceso de ajuste que es el KCl y por lo tanto hay que hacer un pequeño recálculo y nos queda:

