

# EVALUACIÓN DE BACHILLERATO PARA EL ACCESO A LA UNIVERSIDAD (EBAU)

FASE DE OPCIÓN  
CURSO 2020-21

**MATERIA:** QUÍMICA

**Convocatoria:**

**JUNIO 2021**

**Instrucciones:** Cada pregunta de esta prueba permite elegir entre una propuesta A y B. Se podrán realizar un máximo de 5 preguntas y en ningún caso se realizarán las dos propuestas de una misma pregunta. En caso de responder las dos propuestas de una pregunta (A y B), sólo se corregirá la que realice en primer lugar. Cada cuestión o problema será calificada sobre un máximo de dos puntos. El tiempo disponible para este examen es de 1.5 horas.

## PREGUNTA Nº 1

**1A.-** Dados los elementos (A) y (B) con números atómicos 16 y 20 respectivamente:

- Escriba la configuración electrónica de cada uno de ellos.
- ¿Cuántos electrones de valencia tienen y cuál es su valencia iónica?
- Razone qué tipo de enlace se formará entre los elementos (A) y (B) y cuál sería la fórmula del compuesto resultante.
- Nombre y/o formule los siguientes compuestos:  
1)  $\text{HIO}_3$     2)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$     3)  $\text{Co}(\text{OH})_3$     4) Nitrato de hierro (III) [(Tris(trioxidonitrato de hierro))]  
5) Sulfito de sodio (Trioxidosulfato de disodio)

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos

**Solución:**

- Las configuraciones electrónicas de estos elementos, que por ser neutros, tienen un número de electrones que viene dado por su número atómico son:  
$$\text{A}(Z = 16): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 \quad \text{B}(Z = 20): 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$$
- El elemento A, que se encuentra en el 3<sup>er</sup> periodo, grupo 16 (VI A) (anfígenos), tiene **6 electrones** en la capa de valencia y como le faltan 2 electrones para completar el octeto, su **valencia iónica es (-2)**. El elemento B se encuentra en el 4<sup>o</sup> periodo, grupo (II A) y tiene **2 electrones** en la capa de valencia por lo que su **valencia iónica es (+2)**, ya que tiende a ceder dos electrones para adquirir la configuración del gas noble (octeto) en la capa anterior.
- La posición que ocupan los elementos A y B, en los extremos de la tabla periódica (electronegatividades muy diferentes), y que A sea un no metal y B un metal, hacen que el enlace que una esos átomos sea **iónico**. El elemento A tiende a adquirir dos electrones para conseguir la configuración de gas noble formando el anión  $\text{A}^{2-}$ , mientras que el elemento B, al tener dos electrones en el nivel 4 (alejado del núcleo) tiende a cederlo para adquirir la configuración de gas noble formando el ion  $\text{B}^{2+}$ . La fórmula del compuesto sería entonces **BA**.
- 1) Ácido yódico [*hidrogeno(trioxidoyodato)*]  
2) Trióxido de dihierro [*óxido de hierro (III)*]  
3) Trihidróxido de cobalto [*hidróxido de cobalto (III)*]  
4)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$   
5)  $\text{Na}_2\text{SO}_3$

**1B.-** Para las moléculas: Triyoduro de arsénico [(Yoduro de arsénico (III))] y Tetrafluoruro de silicio [(Fluoruro de silicio (IV))].

- Escriba sus estructuras de Lewis y razone su geometría molecular.
- Justifique la polaridad de ambas moléculas.
- Nombre y/o formule los siguientes compuestos:

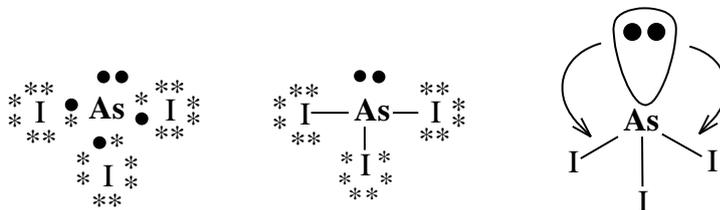
- 1)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$     2)  $\text{CuCl}_2$     3)  $\text{HNO}_3$     4) Tetrahidruro de silicio [*Hidruro de silicio(IV)*]  
 5) Dihidróxido de níquel [*Hidróxido de níquel(II)*]

Datos: Números atómicos (Z): I=53; As=33; F=9; Si = 14.

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

**Solución:**

- a) En el  $\text{AsI}_3$ , el arsénico tiene cinco electrones en la capa más externa mientras que el yodo tiene 7 electrones en la capa más externa. La estructura de Lewis más estable sería:

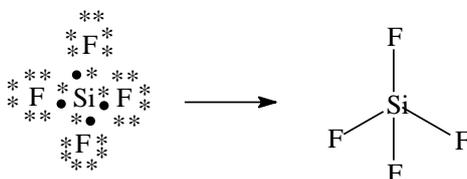


De acuerdo con la teoría de la RPECV sería una estructura tipo  $\text{AX}_3\text{E}$  con un par solitario y tres pares enlazantes sobre el átomo de As que se distribuirían hacia los vértices un tetraedro (se produce además, una repulsión par solitario-par enlazante más intensa que la repulsión entre los pares del enlace As – I ) Presentará por tanto, una **geometría de pirámide trigonal (pirámide triangular)**.

Si aplicamos la teoría de la hibridación, el As presenta una hibridación  $\text{sp}^3$  con un par solitario sobre el As que determina una **geometría de pirámide trigonal o triangular**.

En el  $\text{SiF}_4$ , el silicio tiene cuatro electrones en la capa de valencia y mientras que el flúor presenta siete electrones de valencia por lo cual, el silicio compartirá un electrón con cada átomo de flúor y así completar la última capa, adquiriendo la configuración de gas noble. El silicio será el átomo central, y estará rodeado de cuatro pares de electrones enlazantes y por lo tanto según la teoría RPECV tendría una estructura tipo  $\text{AX}_4$  y presenta geometría **tetraédrica**.

Según la teoría de la hibridación, cuatro pares de electrones dan lugar a una hibridación  $\text{sp}^3$  y al ser todos pares de enlace, se distribuyen según un tetraedro regular, es decir, geometría **tetraédrica**.



- b) Aunque los enlaces As – I son polares, sus dipolos no se anulan debido a la geometría de la molécula y además, tenemos el dipolo del par solitario la molécula del  $\text{AsI}_3$ . Será, por lo tanto una **molécula polar** ( $\mu \neq 0$ ).

Como el flúor es más electronegativo que el silicio, aunque los enlaces están polarizados, al tener simetría tetraédrica los momentos dipolares se anulan y el momento dipolar resultante es cero. Será una **molécula apolar** ( $\mu = 0$ ).

- c)
- 1) Carbonato de sodio [*trioxidocarbonato de disodio*]
  - 2) Dicloruro de cobre [*cloruro de cobre (II)*]
  - 3) Ácido nítrico [*hidrogeno(trióxidonitrato)*]
  - 4)  $\text{SiH}_4$
  - 5)  $\text{Ni}(\text{OH})_2$

**PREGUNTA Nº 2**

2A.-a) Nombre y/o formule los siguientes compuestos:

- a 1)  $\text{CH}_3\text{-CHCl-CHCl-COOH}$     a.2)  $\text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CHO}$   
 a.3) 2-etil-3-metil-1,3,5-pentanotriol [*2-etil-3-metilpentano-1,3,5-triol*]    a.4) Etoxieteno (*eteniletéter*)  
 a.5) N-metilpropilamina (*N-metilpropanamina*)

b) Justifique cuáles de ellos presentan isomería óptica. Indicar, en su caso, los carbonos quirales (\*)

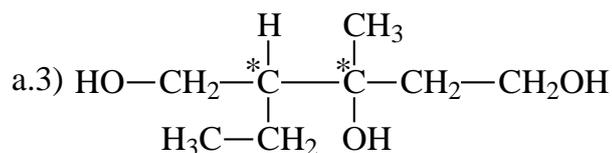
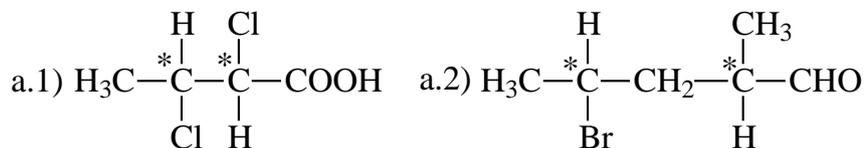
c) Formule y nombre dos isómeros geométricos de fórmula  $\text{C}_4\text{H}_8$ .

d) Indique qué tipo de isomería presentan el 2-metil-1-propanol (*metilpropan-1-ol*) y el 1-butanol (*butan-1-ol*)

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

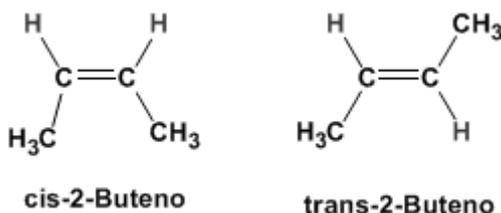
**Solución:**

- a) a.1) Ácido 2,3-diclorobutanoico  
 a.2) 4-bromo-2-metilpentanal  
 a.3)  $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{OH}$   
 a.4)  $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   
 a.5)  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NH}-\text{CH}_3$
- b) Los compuestos a.1); a.2) y a.3) tienen dos carbonos quirales, (como se indica en las correspondientes fórmulas) por poseer cuatro sustituyentes diferentes sobre varios átomos de carbono.



Los compuestos a.4) y a.5) no presentan ningún carbono con cuatro sustituyentes diferentes, por lo tanto no presentarán isomería óptica.

- c) El cis y trans 2-buteno.

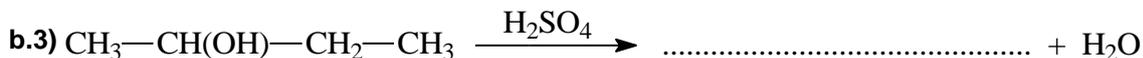
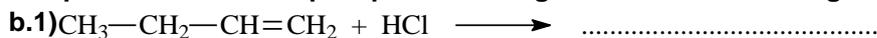


- d)  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OH}$  (2-metil propanol) y el  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$  (1-butanol.) presentan **isomería de cadena**.

**2B.- a) Nombre o formule los siguientes compuestos:**

- a 1)  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}=\text{CH}_2$     a 2)  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3$     a 3) Metoxietano (*etil metil eter*)  
 a 4) 2,3-dicloropropanoato de etilo    a 5) 2-butanamina (*2-aminobutano*)

**b) Completar e indicar de que tipo son las siguientes reacciones orgánicas:**

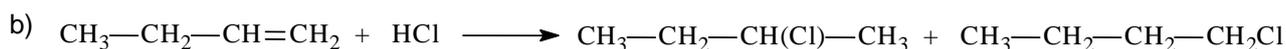


**c) Formule y nombre dos isómeros de función de fórmula  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$**

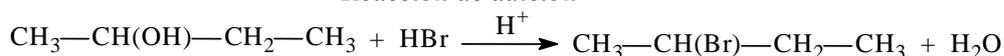
Puntuación máxima por apartado: a) 0,5 puntos; b) 1,0 puntos; c) 0,5 puntos

**Solución:**

- a.1) 3-metil-1-buteno (3-metilbut-1-eno)  
 a.2) 4-metil-2-pentanol (4-metil pentan-2-ol)  
 a.3)  $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   
 a.4)  $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CHCl}-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$   
 a.5)  $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CH}_3$



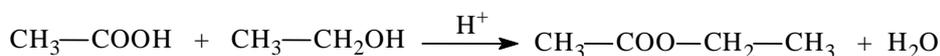
*Reacción de adición*



*Reacción de sustitución*



*Reacción de eliminación*



*Reacción de condensación (esterificación)*

c) Propanona:  $\text{CH}_3\text{—CO—CH}_3$

Propanal:  $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CHO}$

Otro compuesto aceptado :

2-propenol (*Prop-2-en-1-ol*)  $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2\text{OH}$

### PREGUNTA Nº 3

**3A.-** En un recipiente de un litro se introducen  $1,2 \cdot 10^{-2}$  moles de bromuro de hidrógeno gaseoso y se produce el siguiente equilibrio:  $2 \text{HBr (g)} \rightleftharpoons \text{Br}_2 \text{(g)} + \text{H}_2 \text{(g)}$  y que presenta un valor de  $K_c = 7,7 \cdot 10^{-5}$ .

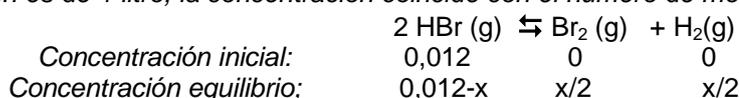
a) Calcule la concentración de bromuro de hidrógeno y de bromo (*dibromo*) molecular en el equilibrio.

b) Calcule el grado de disociación

*Puntuación máxima por apartado: a) 1,4 puntos; b) 0,6 puntos.*

**Solución;**

a) Planteamos el balance correspondiente al equilibrio y calculamos la concentración, y que teniendo en cuenta que el volumen es de 1 litro, la concentración coincide con el número de moles:



La constante de equilibrio:

$$K_c = \frac{[\text{Br}_2] \cdot [\text{H}_2]}{[\text{HBr}]^2} = \frac{[x/2] \cdot [x/2]}{[0,012 - x]^2} = \frac{[x^2/4]}{[0,012]^2} = 7,710^{-5}$$

Teniendo en cuenta el valor de  $K_c$  podemos hacer la aproximación  $0,0012 - x \cong 0,0012$  o bien, resolver la ecuación de segundo grado. El resultado es  $x = 2,11 \cdot 10^{-4}$ . (la aproximación es correcta puesto que el valor es muy pequeño)

Las concentraciones serán:

$$[\text{Br}_2] = x/2 = 1,05 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{HBr}] = 0,012 - 2,11 \cdot 10^{-4} = 0,01179 \text{ M}$$

b) Para calcular el grado de disociación:

$$\alpha = \frac{[\text{HBr}]_{\text{disociado}}}{[\text{HBr}]_{\text{inicial}}} = \frac{2,11 \cdot 10^{-4}}{1,2 \cdot 10^{-2}} = 0,0176 = 1,76 \cdot 10^{-2}$$

\* Si llamamos  $x$  a la concentración de dibromo que se forma, la variación de moles de bromuro de hidrógeno sería  $2x$ . Resuelto de cualquiera de las dos formas se obtienen las mismas soluciones.

**3B.-** Una disolución saturada de difluoruro de bario (*fluoruro de bario*) contiene, a  $25^\circ \text{C}$ , una concentración de  $\text{Ba}^{2+}$  de  $7,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ .

a) Calcule la concentración molar de  $\text{F}^-$  de esta disolución.

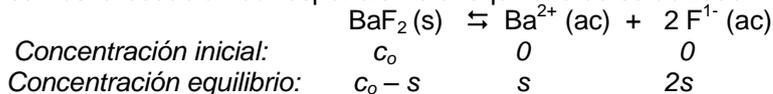
b) Calcule la constante del producto de solubilidad a dicha temperatura.

c) Razone el aumento o la disminución de la solubilidad del difluoruro de bario con la adición de una sal muy soluble como el fluoruro de sodio.

*Puntuación máxima por apartado: a) 1,0 puntos; b) 0,4 puntos; c) 0,6 puntos.*

**Solución:**

- a) Planteamos la ecuación correspondiente al equilibrio de solubilidad:



De acuerdo con la estequiometría de la reacción tendremos que  $[\text{F}^{-}] = 2s = 2 \times 7,5 \cdot 10^{-3} = 0,015 \text{ mol/L}$

- b) La constante del producto de solubilidad será:

$$K_{\text{ps}} = [\text{Ba}^{2+}][\text{F}^{-}]^2 = (s) \cdot (2s)^2 = 4s^3 = 4 \cdot (7,5 \cdot 10^{-3})^3 = 1,69 \cdot 10^{-6}$$

- c) La adición de una sal muy soluble como el fluoruro de sodio, que se disocia totalmente, incrementará la presencia de iones  $\text{F}^{-}$  en el medio. Esto provocará un desplazamiento del equilibrio hacia la izquierda por efecto del ion común, y por lo tanto disminuye la solubilidad del  $\text{BaF}_2$ . También se puede justificar por la aplicación del principio de Le Chatelier.

**PREGUNTA Nº 4**

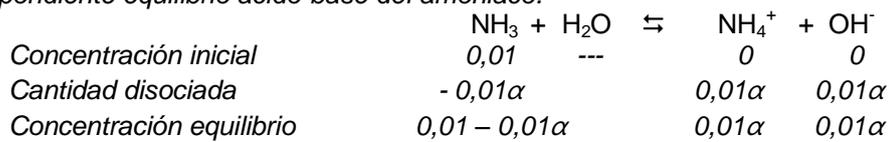
**4A.-Una disolución acuosa de amoníaco 0,01 M se encuentra disociada en un 4,27 %.**

- a) Calcule el pH de la disolución.  
b) Calcule el valor de su constante de basicidad ( $K_b$ ).

Puntuación máxima por apartado: a) 1,4 puntos; b) 0,6 puntos

**Solución:**

a) Si tenemos en cuenta que se trata de una base, para poder calcular el valor del pH, primero debemos proceder a calcular la concentración de iones  $\text{OH}^{-}$  y a partir de ese dato calcular el pH. Para ello planteamos el correspondiente equilibrio ácido-base del amoníaco.



Si tenemos en cuenta que se encuentra disociada en un 4,27%, esto nos indica que  $\alpha = 0,0427$ . Por lo tanto, la concentración de iones  $\text{OH}^{-}$  sería:

$$[\text{OH}^{-}] = 0,01 (0,0427) = 0,000427 = 4,27 \cdot 10^{-4} \text{ M.}$$

A partir de este valor calculamos el pOH:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^{-}] = -\log (4,27 \cdot 10^{-4}) = 4 - \log 4,27 = 4 - 0,630 = 3,37$$

Teniendo en cuenta la relación entre pH y pOH podremos obtener el valor del pH:

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14, \text{ de donde, } \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 3,37 = 10,63.$$

b) Como conocemos el grado de disociación podremos calcular las concentraciones de las especies presentes en el equilibrio:

$$[\text{NH}_3] = 0,01 - 0,000427 = 0,0096 = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$[\text{NH}_4^{+}] = [\text{OH}^{-}] = 0,000427 = 4,27 \cdot 10^{-4} \text{ M}$$

Sustituyendo estos valores en la expresión de la constante de equilibrio obtenemos:

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^{+}][\text{OH}^{-}]}{[\text{NH}_3]} = \frac{(0,000427) \times (0,000427)}{(0,0096)} = 1,9 \cdot 10^{-5}$$

**4B.-Se disuelven 6,0 g de ácido acético (ácido etanoico) en agua hasta un volumen de 500 ml. Calcule:**

- a) El grado de disociación.  
b) El pH de la disolución resultante.

Datos: Masas atómicas: C=12 u ; O=16 u ; H=1 u ;  $K_a = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Puntuación máxima por apartado: a) 1,4 puntos; b) 0,6 puntos

**Solución:**

- a) En primer lugar se procede al cálculo de la concentración del ácido acético (masa molecular = 60 g/mol)

$$M = 6,0 \text{ g} / 60 \text{ g/mol} / 0,500 \text{ L} = 0,20 \text{ M.}$$

El balance correspondiente del equilibrio es:

	$\text{CH}_3 - \text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3 - \text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
Concentración inicial:	0,20 M    ---    0    0
Disociación:	- 0,20 $\alpha$ + 0,20 $\alpha$ + 0,20 $\alpha$
Concentración equilibrio:	0,20(1 - $\alpha$ )    0,20 $\alpha$ 0,20 $\alpha$

Sustituyendo en la constante de acidez,  $K_a$ :

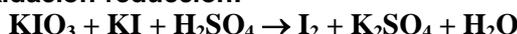
$$K_a = \frac{[\text{CH}_3 - \text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3 - \text{COOH}]} = \frac{(0,20 \alpha)^2}{0,20(1 - \alpha)} = \frac{0,20 \alpha^2}{(1 - \alpha)} = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

De donde  $\alpha = 0,0094$ .

- b)  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,20 \cdot \alpha = 0,20 \times 0,0094 = 1,88 \cdot 10^{-3}$   
 $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = -\log (1,88 \cdot 10^{-3}) = 3 - 0,27 = 2,73$ .

### PREGUNTA Nº 5

5A.- Para la siguiente reacción de oxidación-reducción:

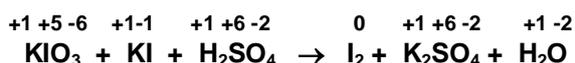


- a) ¿Qué especie es la oxidante y cuál la reductora? ¿Qué especie se oxida y cuál se reduce?  
 b) Ajuste la reacción iónica por el método del ion-electrón.  
 c) Ajuste la reacción global.

Puntuación máxima por apartado: a) 0,4 puntos; b) 1,0 puntos; c) 0,6 puntos.

**Solución:**

- a) Asignamos los números de oxidación de cada uno de los elementos con el fin de determinar que especies se oxida y cual se reduce.



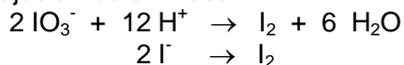
- Como podemos ver, el yodo del  $\text{KIO}_3$  pasa de un estado de oxidación +5 a 0, es decir, se ha reducido ganando electrones, por lo tanto, es  $\text{KIO}_3$  es el agente oxidante.

- Por otro lado, el yoduro pasa de un estado de oxidación -1 a 0, es decir, se ha oxidado cediendo electrones, por lo tanto, el  $\text{KI}$  es el agente reductor.

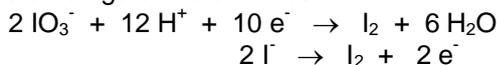
- b) Para proceder al ajuste de la reacción por el método del ion-electrón planteamos las correspondientes semirreacciones:



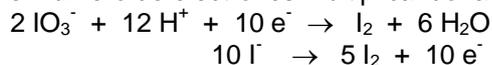
Primero ajustamos en masa:



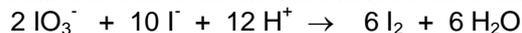
Luego ajustamos en carga con electrones:



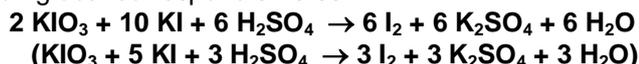
Balanceamos el número de electrones multiplicando la segunda semirreacción por 5 y nos queda:



Sumando las dos semirreacciones obtenemos la reacción iónica ajustada:



- c) La reacción global correspondiente es:



5B.- Una pila voltaica está constituida por un electrodo de Ni sumergido en una disolución de  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  y un electrodo de Ag sumergido en una disolución de  $\text{AgNO}_3$ .

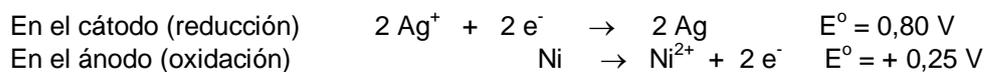
- a) Indique, justificando su respuesta, las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo.  
 b) Escriba la reacción global.  
 c) Escriba la notación de la pila.  
 d) Calcule la fuerza electromotriz o potencial ( $E^\circ$ ) de la misma.

Datos:  $E^\circ (\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}) = -0,25 \text{ V}$ ;  $E^\circ (\text{Ag}^+/\text{Ag}) = 0,80 \text{ V}$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Solución:**

- a) De las dos especies que intervienen en el proceso redox, el ion plata(+1) por tener un potencial de reducción mayor es la especie que capta los electrones para que la otra se oxide, mientras ella se reduce. La especie reductora será el níquel (Ni) ya que cede los electrones para que la otra especie, en este caso  $\text{Ag}^+$ , se reduzca. Por lo tanto, las semirreacciones que tienen lugar son:



- b) La reacción global es:  $2 \text{Ag}^+ (\text{ac}) + \text{Ni} (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Ag} (\text{s}) + \text{Ni}^{2+} (\text{ac})$
- c) La notación será:  $\text{Ni}(\text{s}) \mid \text{Ni}^{2+}(\text{ac}) \parallel \text{Ag}^+ (\text{ac}) \mid \text{Ag}(\text{s})$
- d) La f.e.m de la pila es:  $E_{\text{pila}} = E_{\text{cátodo}} - E_{\text{ánodo}} = 0,80 \text{ V} - (-0,25 \text{ V}) = 1,05 \text{ V}$ .