

**UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID**  
**EVALUACIÓN PARA EL ACCESO A LAS ENSEÑANZAS**  
**UNIVERSITARIAS OFICIALES DE GRADO**  
**Curso 2019-2020 Modelo**  
**MATERIA: QUÍMICA**

---

**INSTRUCCIONES GENERALES Y CALIFICACIÓN**

Después de leer atentamente todas las preguntas, el alumno deberá escoger una de las dos opciones propuestas y responder a las preguntas de la opción elegida.

**CALIFICACIÓN:** Cada pregunta se valorará sobre 2 puntos.

**TIEMPO:** 90 minutos.

1

**OPCIÓN A**

**Pregunta A1.-** Considere los elementos X ( $Z = 9$ ), Y ( $Z = 12$ ) y Z ( $Z = 16$ ).

- Escriba su configuración electrónica e indique el número de electrones de la capa de valencia.
- Identifíquelos con su nombre y símbolo. Determine grupo y periodo de cada elemento e indique si se trata de un metal o no metal.
- Para cada uno de los elementos, justifique cuál es su ion más estable.
- Formule el compuesto binario formado por los elementos X e Y, nómbralo e indique el tipo de enlace que presenta.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Pregunta A2.-** Para los ácidos cloroetanoico, benzoico y propanoico:

- Escriba la fórmula semidesarrollada de cada uno de los ácidos indicados.
- Justifique cuál de los tres es el ácido más fuerte.
- Justifique si la disolución formada tras valorar cada uno de los ácidos con NaOH tiene pH ácido, básico o neutro.
- Calcule el pH de una disolución 0,2 M de ácido benzoico.

Datos.  $K_a$  (ác. cloroetanoico) =  $1,3 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_a$  (ác. benzoico) =  $6,3 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_a$  (ác. propanoico) =  $1,3 \cdot 10^{-5}$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Pregunta A3.-** Se establece el equilibrio  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  calentando 10,4 g de pentacloruro de fósforo a 150 °C en un recipiente de 1 L y se observa que la presión total que se alcanza en el equilibrio es 1,91 atm.

- Calcule las concentraciones molares de todas las especies en el equilibrio.
- Calcule las constantes del equilibrio  $K_c$  y  $K_p$ .
- Justifique cómo afecta a la disociación de  $\text{PCl}_5$  un aumento de la presión del sistema, por reducción de volumen, a temperatura constante.

Datos.  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Masas atómicas: P = 31,0; Cl = 35,5.

Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

**Pregunta A4.-** Partiendo del but-1-eno se lleva a cabo la siguiente serie de reacciones:

- But-1-eno + agua (ácido sulfúrico diluido)  $\rightarrow$  B (mayoritario) + C (minoritario)
- B + oxidante  $\rightarrow$  D
- C + ácido etanoico  $\rightarrow$  E

- Formule cada una de las reacciones y nombre los productos orgánicos formados.
- Nombre y explique la regla que sigue la primera reacción para que el producto B sea mayoritario.
- Indique el tipo de reacción en cada caso.

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

**Pregunta A5.-** Una disolución de permanganato de potasio en medio ácido sulfúrico, oxida al agua oxigenada formándose oxígeno, sulfato de manganeso (II), sulfato de potasio y agua.

- Formule y ajuste las semirreacciones de oxidación y reducción que tienen lugar.
- Ajuste las reacciones iónica y molecular globales por el método del ion-electrón.
- Calcule el volumen de  $O_2$ , medido a  $21^\circ C$  y 720 mm Hg, que se libera al añadir permanganato de potasio en exceso a 200 ml de peróxido de hidrógeno  $0,01 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ .

Datos.  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

### OPCIÓN B

**Pregunta B1.-** Dados los siguientes compuestos:  $BCl_3$ ,  $KI$  y  $NH_3$ .

- Justifique el tipo de enlace intramolecular presente en cada uno de ellos.
- Explique si conducen la corriente eléctrica a temperatura ambiente.
- Dibuje las estructuras de Lewis de aquellos que sean covalentes, e indique su geometría molecular.
- Justifique si alguno de los tres compuestos forma enlace de hidrógeno.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Pregunta B2.-** Dados los compuestos orgánicos: A (cloroetano), B (1,6-hexanodiamina), C (ácido hexanodioico).

- Formule los compuestos orgánicos indicados.
- Formule y nombre el compuesto que resulta de la polimerización de A.
- Formule y nombre el compuesto que resulta de la polimerización de B con C.
- Justifique si se trata de polímeros de adición o condensación en cada caso.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Pregunta B3.-** Para la reacción endotérmica:  $Sb_2O_5 (g) \rightleftharpoons Sb_2O_3 (g) + O_2 (g)$ , explique cómo evoluciona el equilibrio en cada caso.

- Disminución de la presión a temperatura constante.
- Adición de  $Sb_2O_3$  a volumen y temperatura constantes.
- Adición de un catalizador a presión y temperatura constantes.
- Aumento de la temperatura.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

**Pregunta B4.-** Se lleva a cabo la electrólisis de una disolución acuosa de sulfato de cobre (II) de concentración  $4\cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  para obtener cobre metálico.

- Escriba los procesos que ocurren en el ánodo y en el cátodo y el proceso global ajustado sabiendo que en el ánodo el  $H_2O$  se descompone en  $H^+$  y  $O_2$ .
- Calcule el tiempo necesario para depositar todo el cobre contenido en 250 ml de dicha disolución al pasar una corriente de 1,2 A.
- Determine el volumen de gas desprendido en el ánodo en el proceso del apartado anterior, a  $25^\circ C$  y 1,5 atm.

Datos.  $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{l}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ;  $F = 96485 \text{ C}$ .

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).

**Pregunta B5.-** Una disolución contiene iones fluoruro y sulfato en concentración de  $10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  de cada ion. A dicha disolución se añade progresivamente otra que contiene iones bario.

- Escriba los equilibrios de solubilidad de cada sal.
- Calcule la solubilidad de cada una de ellas en  $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ .

- c) Calcule la concentración de iones bario que debe haber en la disolución para que empiece a precipitar cada sal.
- d) Indique, razonadamente, cuál será el orden de precipitación. Datos.  $K_s$  (fluoruro de bario) =  $2 \cdot 10^{-6}$ ;  $K_s$  (sulfato de bario) =  $10^{-10}$ . Masas atómicas: O = 16,0; F = 19,0; S = 32,0; Ba = 137,3.  
Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

### SOLUCIONES

**Pregunta A1.-** Considere los elementos X (Z = 9), Y (Z = 12) y Z (Z = 16).

- a) Escriba su configuración electrónica e indique el número de electrones de la capa de valencia.
- b) Identifíquelos con su nombre y símbolo. Determine grupo y periodo de cada elemento e indique si se trata de un metal o no metal.
- c) Para cada uno de los elementos, justifique cuál es su ion más estable.
- d) Formule el compuesto binario formado por los elementos X e Y, nómbrelo e indique el tipo de enlace que presenta.
- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

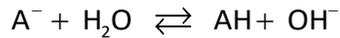
- a) Z = 9,  $1s^2 2s^2 2p^5$ ; 7 electrones en la capa de valencia.  
Z = 12,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ; 2 electrones en la capa de valencia.  
Z = 16,  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$ ; 6 electrones en la capa de valencia.
- b) Z = 9, Flúor (F), grupo 17, segundo periodo, no metal.  
Z = 12, Magnesio (Mg), grupo 2, tercer periodo, metal.  
Z = 16, Azufre (S), grupo 16, tercer periodo, no metal.
- c)  $F^-$ ,  $Mg^{2+}$  y  $S^{2-}$ , al alcanzar así configuraciones de gas noble.
- d)  $MgF_2$ : fluoruro de magnesio. Enlace iónico formado por un metal y un no metal.

**Pregunta A2.-** Para los ácidos cloroetanoico, benzoico y propanoico:

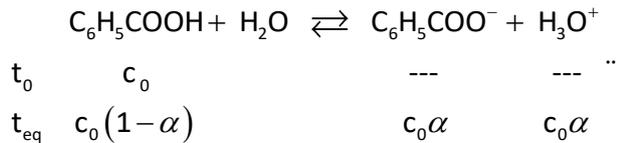
- a) Escriba la fórmula semidesarrollada de cada uno de los ácidos indicados.
- b) Justifique cuál de los tres es el ácido más fuerte.
- c) Justifique si la disolución formada tras valorar cada uno de los ácidos con NaOH tiene pH ácido, básico o neutro.
- d) Calcule el pH de una disolución 0,2 M de ácido benzoico.
- Datos.  $K_a$  (ác. cloroetanoico) =  $1,3 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_a$  (ác. benzoico) =  $6,3 \cdot 10^{-5}$ ;  $K_a$  (ác. propanoico) =  $1,3 \cdot 10^{-5}$ .
- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) Ácido cloroetanoico:  $CH_2ClCOOH$ ; ácido benzoico:  $C_6H_5COOH$ ; ácido propanoico:  $CH_3CH_2COOH$ .
- b) La fortaleza de un ácido viene dada por su constante de acidez,  $K_a$ , de manera que cuanto mayor es ésta, más fuerte es el ácido. Por tanto, en este caso el ácido cloroetanoico es el más fuerte de los tres.
- c) Al valorar estos ácidos con NaOH se forman sales de la forma NaA:  $NaA \rightarrow Na^+ + A^-$

Cuyo catión,  $\text{Na}^+$ , no se hidroliza por proceder de una base fuertes y cuyo anión  $\text{A}^-$  sí se hidroliza por provenir de ácidos débiles, formando iones  $\text{OH}^-$  y, por tanto, la disolución tendrá pH básico.



d)



Planteamos la constante del equilibrio:  $K_a = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} = \frac{c_0\alpha \cdot c_0\alpha}{c_0(1-\alpha)} = \frac{c_0\alpha^2}{1-\alpha}$

Al ser  $K_a < 10^{-5}$  podemos suponer  $1-\alpha \approx 1$  por lo que  $K_a = \frac{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]} = \frac{c_0\alpha \cdot c_0\alpha}{c_0(1-\alpha)} \approx c_0\alpha^2$

$$6,3 \cdot 10^{-5} \approx 0,2 \cdot \alpha^2 \Rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{6,3 \cdot 10^{-5}}{0,2}} = 0,0177$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(c_0\alpha) = -\log(0,2 \cdot 0,0177) = 2,45 \quad \boxed{\text{pH} = 2,45}$$

**Pregunta A3.-** Se establece el equilibrio  $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$  calentando 10,4 g de pentacloruro de fósforo a 150 °C en un recipiente de 1 L y se observa que la presión total que se alcanza en el equilibrio es 1,91 atm.

a) Calcule las concentraciones molares de todas las especies en el equilibrio.

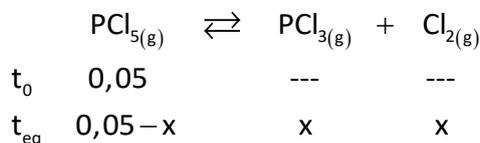
b) Calcule las constantes del equilibrio  $K_c$  y  $K_p$ .

c) Justifique cómo afecta a la disociación de  $\text{PCl}_5$  un aumento de la presión del sistema, por reducción de volumen, a temperatura constante.

Datos.  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ . Masas atómicas: P = 31,0; Cl = 35,5.

Puntuación máxima por apartado: 0,75 puntos apartados a) y b); 0,5 puntos apartado c).

a)



Los moles totales en el equilibrio son:  $n_T = 0,05 - x + x + x = 0,05 + x$

Con la ecuación de los gases ideales:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 1,91 \cdot 1 = (0,05 + x) \cdot 0,082 \cdot 423 \Rightarrow x = 5,6 \cdot 10^{-3}$$

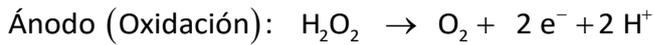
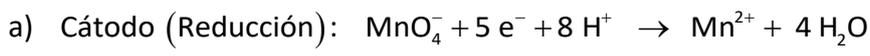
$$[\text{PCl}_3] = \frac{5,06 \cdot 10^{-3}}{1} = 5,06 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad \boxed{[\text{PCl}_3] = 5,06 \cdot 10^{-3} \text{ M}}$$

$$[\text{Cl}_2] = \frac{5,06 \cdot 10^{-3}}{1} = 5,06 \cdot 10^{-3} \text{ M} \quad \boxed{[\text{Cl}_2] = 5,06 \cdot 10^{-3} \text{ M}}$$

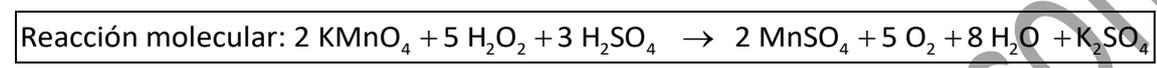
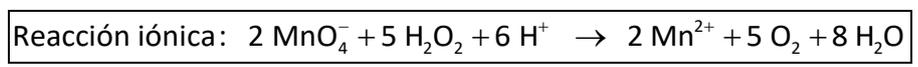
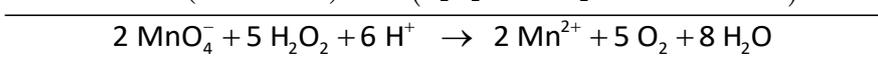
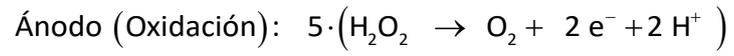
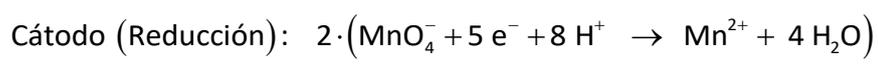
$$[\text{PCl}_5] = \frac{0,05 - 5,6 \cdot 10^{-3}}{1} = 0,0449 \text{ M} \quad \boxed{[\text{PCl}_5] = 0,0449 \text{ M}}$$

b) Calculamos el valor de la constante:





b)



c) Moles de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:  $n = M \cdot V = 0,01 \cdot 0,2 = 0,002$

Vamos a calcular por estequiometría los moles de O<sub>2</sub>:

$\frac{5 \text{ moles } O_2}{5 \text{ moles } H_2O_2} \cdot 0,002 \text{ moles } H_2O_2 = 0,002 \text{ moles } H_2O_2$

Con la ecuación de los gases ideales:

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow \frac{720}{760} \cdot V = 0,002 \cdot 0,082 \cdot (21 + 273) \Rightarrow V = 0,05 \text{ litros}$  V = 50 ml

**Pregunta B1.-** Dados los siguientes compuestos: BCl<sub>3</sub>, KI y NH<sub>3</sub>.

a) Justifique el tipo de enlace intramolecular presente en cada uno de ellos.

b) Explique si conducen la corriente eléctrica a temperatura ambiente.

c) Dibuje las estructuras de Lewis de aquellos que sean covalentes, e indique su geometría molecular.

d) Justifique si alguno de los tres compuestos forma enlace de hidrógeno.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

a) B y el Cl son no metales, por tanto, forman enlaces covalentes en el BCl<sub>3</sub>.

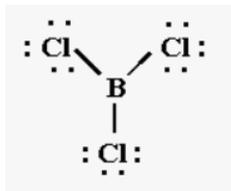
K es metal y el I es no metal, por tanto, el enlace del KI es iónico.

N e H son no metales, por tanto, forman enlaces covalentes en el NH<sub>3</sub>.

b) Los compuestos covalentes, BCl<sub>3</sub> y NH<sub>3</sub>, no conducen la corriente eléctrica pues son gases a temperatura ambiente. El compuesto iónico KI, al ser un sólido a temperatura ambiente, tampoco conduce.

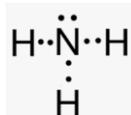
c) • Molécula BCl<sub>3</sub>:





Geometría: triangular plana.

- Molécula NH<sub>3</sub>: N: (z = 15) 1s<sup>2</sup>2s<sup>2</sup>2p<sup>3</sup>



Geometría: pirámide trigonal

- d) Solamente el NH<sub>3</sub> puede formar enlace de hidrógeno ya que contiene átomos de H unidos a un átomo de N, muy electronegativo y pequeño.

**Pregunta B2.-** Dados los compuestos orgánicos: A (cloroeteno), B (1,6-hexanodiamina), C (ácido hexanodioico).

- Formule los compuestos orgánicos indicados.
  - Formule y nombre el compuesto que resulta de la polimerización de A.
  - Formule y nombre el compuesto que resulta de la polimerización de B con C.
  - Justifique si se trata de polímeros de adición o condensación en cada caso.
- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

a) A: cloroeteno o cloruro de vinilo CH<sub>2</sub>=CHCl

B: 1,6-hexanodiamina H<sub>2</sub>N-(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub>-NH<sub>2</sub>

C: ácido hexanodioico HOOC-(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>-COOH.

b)  $n \text{ CH}_2 = \text{CHCl} \rightarrow -(\text{CH}_2 - \text{CHCl})_n -$   
policloruro de vinilo (PVC).

c)  $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2 + \text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH} \rightarrow -(\text{OC}-(\text{CH}_2)_4-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH})_n -$   
poliamida o nylon 66.

- d) El PVC se forma a partir del proceso de poliadición ya que el polímero resultante es la suma del monómero de partida; y la poliamida se forma a través de un proceso de policondensación porque se ha perdido una molécula de agua en el proceso.

**Pregunta B3.-** Para la reacción endotérmica: Sb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (g) ⇌ Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (g) + O<sub>2</sub> (g), explique cómo evoluciona el equilibrio en cada caso.

- Disminución de la presión a temperatura constante.
- Adición de Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> a volumen y temperatura constantes.
- Adición de un catalizador a presión y temperatura constantes.
- Aumento de la temperatura.

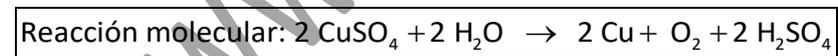
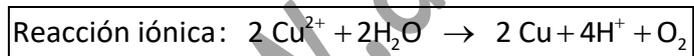
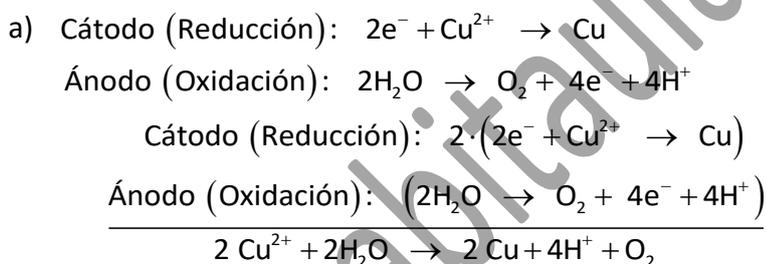
Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) Al disminuir la presión a temperatura constante, según el principio de Le Châtelier el sistema se opondrá desplazando el equilibrio hacia donde hay mayor número de moles gaseosos, que en este caso es hacia los productos.
- b) Según el principio de Le Châtelier, al añadir  $Sb_2O_3$ , que es un producto, a volumen y temperatura constantes, el sistema se opondrá desplazando el equilibrio hacia la formación de reactivos.
- c) La introducción de un catalizador no afecta al equilibrio, por tanto, el sistema se mantiene.
- d) El aumento de temperatura produce que el equilibrio se desplace hacia el lado endotérmico, en este caso hacia la formación de productos.

**Pregunta B4.-** Se lleva a cabo la electrólisis de una disolución acuosa de sulfato de cobre (II) de concentración  $4 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  para obtener cobre metálico.

- a) Escriba los procesos que ocurren en el ánodo y en el cátodo y el proceso global ajustado sabiendo que en el ánodo el  $H_2O$  se descompone en  $H^+$  y  $O_2$ .
- b) Calcule el tiempo necesario para depositar todo el cobre contenido en 250 ml de dicha disolución al pasar una corriente de 1,2 A.
- c) Determine el volumen de gas desprendido en el ánodo en el proceso del apartado anterior, a  $25^\circ\text{C}$  y 1,5 atm.

Datos.  $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{l} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ;  $F = 96485 \text{ C}$ .  
 Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos apartado a); 0,75 puntos apartados b) y c).



b) Moles de Cu:  $n = M \cdot V = 4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,25 = 0,01$

$$n = \frac{I \cdot t}{n \cdot F} \Rightarrow 0,01 = \frac{1,2 \cdot t}{2 \cdot 96485} \Rightarrow t = 1608 \text{ s} \quad \boxed{t = 1608 \text{ s}}$$

c)  $0,01 \text{ mol } CuSO_4 \cdot \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ moles } CuSO_4} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ moles } O_2$

Con la ecuación de los gases ideales:  
 $P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow 1,5 \cdot V = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,082 \cdot (25 + 273) \Rightarrow V = 0,081 \text{ litros} \quad \boxed{V = 81 \text{ ml}}$

**Pregunta B5.-** Una disolución contiene iones fluoruro y sulfato en concentración de  $10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  de cada ion. A dicha disolución se añade progresivamente otra que contiene iones bario.

- a) Escriba los equilibrios de solubilidad de cada sal.
- b) Calcule la solubilidad de cada una de ellas en  $\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ .
- c) Calcule la concentración de iones bario que debe haber en la disolución para que empiece a precipitar cada sal.
- d) Indique, razonadamente, cuál será el orden de precipitación. Datos.  $K_s$  (fluoruro de bario) =  $2\cdot 10^{-6}$ ;  $K_s$  (sulfato de bario) =  $10^{-10}$ . Masas atómicas: O = 16,0; F = 19,0; S = 32,0; Ba = 137,3.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.



b)

•  $K_s(\text{BaF}_2) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{F}^{-}]^2 = s(2s)^2 = 4s^3 \Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^{-6}}{4}} = 7,93 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$

$s = 7,93 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot \frac{175,3\text{g}}{\text{mol}} = 1,39 \text{ g/l}$        $s = 1,39 \text{ g/l}$

•  $K_s(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = s \cdot s = s^2 \Rightarrow s = \sqrt{K_s} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} \text{ mol/l}$

$s = 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot \frac{233,3\text{g}}{\text{mol}} = 2,33 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$        $s = 2,33 \cdot 10^{-3} \text{ g/l}$

c)

•  $K_s(\text{BaF}_2) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{F}^{-}]^2 \Rightarrow [\text{Ba}^{2+}] = \frac{K_s}{[\text{F}^{-}]^2} = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{(10^{-2})^2} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$        $[\text{Ba}^{2+}] = 2 \cdot 10^{-2} \text{ M}$

•  $K_s(\text{BaSO}_4) = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] \Rightarrow [\text{Ba}^{2+}] = \frac{K_s}{[\text{SO}_4^{2-}]} = \frac{10^{-10}}{10^{-2}} = 10^{-8} \text{ M}$        $[\text{Ba}^{2+}] = 10^{-8} \text{ M}$

d) Precipita primero el  $\text{BaSO}_4$  y después el  $\text{BaF}_2$ , ya que la precipitación del primero se produce a menor concentración de  $\text{Ba}^{2+}$  adicionado.