

SOLUBILIDAD

◊ PROBLEMAS

● Solubilidad

1. a) Calcula la solubilidad en agua pura, expresada en g/dm³, del sulfato de plomo(II).

Datos: $K_{ps}(\text{PbSO}_4, 25\text{ °C}) = 1,8 \cdot 10^{-8}$.

(A.B.A.U. extr. 18)

Rta.: a) $s' = 0,041\text{ g/dm}^3$.

a)

Datos

Producto de solubilidad del sulfato de plomo(II)

Cifras significativas: 2

$$K_s = 1,8 \cdot 10^{-8}$$

Masa molar del sulfato de plomo(II)

$$M(\text{PbSO}_4) = 303\text{ g/mol}$$

Incógnitas

Solubilidad del sulfato de plomo(II) en agua pura (g/dm³)

s'

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

$$n = m / M$$

Concentración molar (mol/dm³)

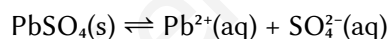
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

- a) El equilibrio de solubilidad es



		PbSO ₄	\rightleftharpoons	Pb ²⁺	SO ₄ ²⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}]_e \cdot [\text{SO}_4^{2-}]_e = s \cdot s = s^2$$

Como la solubilidad s es la concentración de la disolución saturada, o lo que es lo mismo, la máxima cantidad de sal que puede disolverse por dm³ de disolución

$$s = \sqrt{K_s} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-8}} = 1,3 \cdot 10^{-4}\text{ mol PbSO}_4/\text{dm}^3\text{ D}$$

Pasando los moles a gramos

$$s' = \frac{1,3 \cdot 10^{-4}\text{ mol PbSO}_4}{1\text{ dm}^3\text{ D}} \cdot \frac{303\text{ g PbSO}_4}{1\text{ mol PbSO}_4} = 0,041\text{ g PbSO}_4/\text{dm}^3\text{ D}$$

2. b) Para preparar 250 cm³ de una disolución saturada de bromato de plata (AgBrO₃) se emplean 1,75 g de la sal. Calcula el producto de solubilidad de la sal.

(A.B.A.U. extr. 17)

Rta.: b) $K_s = 8,81 \cdot 10^{-4}$.

b)

Datos

Volumen de disolución

Cifras significativas: 3

$$V = 250\text{ cm}^3$$

Masa disuelta de bromato de plata

$$m(\text{AgBrO}_3) = 1,75\text{ g}$$

Datos

Masa molar del bromato de plata

Cifras significativas: 3

$$M(\text{AgBrO}_3) = 236 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Producto de solubilidad del bromato de plata

$$K_s$$

Otros símbolosConcentración (mol/dm³) de Zn (OH)₂

$$s$$

EcuacionesConcentración molar (mol/dm³)

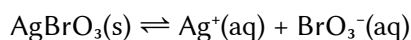
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		AgBrO ₃	⇌	Ag ⁺	BrO ₃ ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	s	mol/dm ³

La solubilidad del bromato de plata es:

$$s = [\text{AgBrO}_3] = \frac{1,75 \text{ g AgBrO}_3}{250 \text{ cm}^3 \text{ D}} \cdot \frac{1 \text{ mol AgBrO}_3}{235 \text{ g AgBrO}_3} \cdot \frac{10^3 \text{ cm}^3}{1,00 \text{ dm}^3} = 0,0297 \text{ mol AgBrO}_3/\text{dm}^3 \text{ D}$$

Por lo que el producto de solubilidad valdrá:

$$K_s = [\text{Ag}^+]_e \cdot [\text{BrO}_3^-]_e = s \cdot s = s^2 = (0,0297)^2 = 8,81 \cdot 10^{-4}$$

3. A 25 °C se disuelven un máximo de 0,07 g de yoduro de plomo(II) en 100 cm³ de agua. Calcula:
- La concentración de iones plomo(II) y iones yoduro en una disolución acuosa saturada.
 - El producto de solubilidad (K_{ps}) del yoduro de plomo(II) a 25 °C.

(A.B.A.U. extr. 22)

Rta.: a) $[\text{Pb}^{2+}] = 0,00152 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{I}^-] = 0,00304 \text{ mol/dm}^3$; b) $K_s = 1,40 \cdot 10^{-8}$.**Datos**Solubilidad del PbI₂**Cifras significativas: 3**

$$s' = 0,0700 \text{ g/dm}^3$$

Masa molar del yoduro de plomo(II)

$$M(\text{PbI}_2) = 461 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Concentración de iones plomo(II) y yoduro en una disolución saturada

$$[\text{Pb}^{2+}], [\text{I}^-]$$

Producto de solubilidad del PbI₂

$$K_s$$

Otros símbolosConcentración (mol/dm³) en de PbI₂ en agua

$$s$$

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

$$n = m / M$$

Concentración molar (mol/dm³)

$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

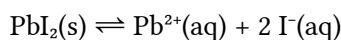
$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) La solubilidad del yoduro de plomo(II) es:

$$[\text{PbI}_2] = s = \frac{0,0700 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3} \frac{10^3 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} \frac{1 \text{ mol PbI}_2}{461 \text{ g}} = 0,00152 \text{ mol/dm}^3$$

El equilibrio de solubilidad es



		PbI ₂	⇌	Pb ²⁺	2 I ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	2 s	mol/dm ³

Las concentraciones de los iones serán:

$$[\text{Pb}^{2+}] = s = 0,00152 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{I}^{-}] = 2 s = 0,00304 \text{ mol/dm}^3$$

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}]_e \cdot [\text{I}^{-}]_e^2 = s (2 s)^2 = 4 s^3 = 4 \cdot (0,00152)^3 = 1,40 \cdot 10^{-8}$$

4. b) Cuál es el pH de una disolución saturada de hidróxido de zinc si su K_s a 25 °C es $1,2 \cdot 10^{-17}$?

(A.B.A.U. ord. 17)

Rta.: b) pH = 8,5.

b)

Datos

Producto de solubilidad del Zn(OH)₂

Masa molar del hidróxido de zinc

Incógnitas

pH de la disolución saturada

Otros símbolos

Concentración (mol/dm³) de Zn (OH)₂

Ecuaciones

Concentración molar (mol/dm³)

pH

pOH

Producto iónico del agua

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(\text{s}) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(\text{aq}) + a A^{\alpha-}(\text{aq})$

Cifras significativas: 2

$$K_s = 1,2 \cdot 10^{-17}$$

$$M(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 99 \text{ g/mol}$$

pH

s

$$s = n / V = s' / M$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

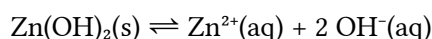
$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$K_s = [\text{A}^{\alpha-}]^a \cdot [\text{B}^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		Zn(OH) ₂	⇌	Zn ²⁺	2 OH ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	2 s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Zn}^{2+}]_e \cdot [\text{OH}^{-}]_e^2 = s (2 s)^2 = 4 s^3 = 1,2 \cdot 10^{-17}$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1,2 \cdot 10^{-17}}{4}} = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol Zn}(\text{OH})_2/\text{dm}^3 \text{ D}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log[2s] = -\log[2 \cdot 1,4 \cdot 10^{-6}] = 5,5$$

$$\text{pH} = 14,0 - 5,5 = 8,5$$

que es básico.

5. El producto de solubilidad del $\text{Mn}(\text{OH})_2$, medido a 25 °C, vale $4 \cdot 10^{-14}$. Calcula:

a) La solubilidad en agua expresada en g/dm^3

b) El pH de la disolución saturada.

(P.A.U. sep. 06)

Rta.: a) $s' = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ g/dm}^3$; b) $\text{pH} = 9,6$.

Datos

Producto de solubilidad del $\text{Mn}(\text{OH})_2$

Masa molar del hidróxido de manganeso(II)

Incógnitas

Solubilidad (g/dm^3) del $\text{Mn}(\text{OH})_2$

pH de la disolución saturada

Otros símbolos

Concentración (mol/dm^3) de $\text{Mn}(\text{OH})_2$

Ecuaciones

Concentración molar (mol/dm^3)

pH

pOH

Producto iónico del agua

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

Cifras significativas: 2

$$K_s = 4,0 \cdot 10^{-14}$$

$$M(\text{Mn}(\text{OH})_2) = 89 \text{ g/mol}$$

s'

pH

s

$$s = n / V = s' / M$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

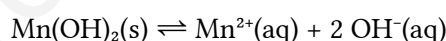
$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$K_s = [\text{A}^{\alpha-}]^a \cdot [\text{B}^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		$\text{Mn}(\text{OH})_2$	\rightleftharpoons	Mn^{2+}	2OH^-	
Concentración en el equilibrio	$[\text{X}]_e$			s	$2s$	mol/dm^3

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Mn}^{2+}]_e \cdot [\text{OH}^-]_e^2 = s(2s)^2 = 4s^3 = 4,0 \cdot 10^{-14}$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{4,0 \cdot 10^{-14}}{4}} = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol Mn}(\text{OH})_2/\text{dm}^3 \text{ D}$$

$$s' = 2,2 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot 89 \text{ g/mol} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ g Mn}(\text{OH})_2 / \text{dm}^3 \text{ D}$$

b)

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log[2s] = -\log[4,4 \cdot 10^{-5}] = 4,4$$

$$\text{pH} = 14,0 - 4,4 = 9,6$$

que es básico.

6. El cloruro de plata es una sal poco soluble y su constante de producto de solubilidad vale $1,8 \cdot 10^{-10}$.

a) Escribe la ecuación química del equilibrio de solubilidad de esta sal y deduzca la expresión para la constante del producto de solubilidad.

- b) Determina la máxima cantidad de esta sal, expresada en gramos, que puede disolverse por decímetro cúbico de disolución.

(P.A.U. jun. 07)

Rta.: b) $m = 1,9 \cdot 10^{-3}$ g AgCl / dm³ D.

Datos

Producto de solubilidad del AgCl

Masa molar del cloruro de plata

Incógnitas

Máxima masa de AgCl que puede disolverse en cada dm³ de disolución.

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

Concentración molar (mol/dm³)

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{b+}(aq) + a A^{a-}(aq)$

Cifras significativas: 2

$$K_s = 1,8 \cdot 10^{-10}$$

$$M(\text{AgCl}) = 143 \text{ g/mol}$$

s'

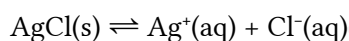
$$n = m / M$$

$$s = n / V = s' / M$$

$$K_s = [A^{a-}]^a \cdot [B^{b+}]^b$$

Solución:

- a) El equilibrio de solubilidad es



		AgCl	\rightleftharpoons	Ag ⁺	Cl ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ag}^+]_e \cdot [\text{Cl}^-]_e = s \cdot s = s^2$$

- b) Como la solubilidad s es la concentración de la disolución saturada, o lo que es lo mismo, la máxima cantidad de sal, que puede disolverse por dm³ de disolución

$$s = \sqrt{K_s} = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-10}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol AgCl/dm}^3 \text{ D}$$

Pasando los moles a gramos

$$s' = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol AgCl/dm}^3 \text{ D} \cdot \frac{143 \text{ g AgCl}}{1 \text{ mol AgCl}} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ g AgCl/dm}^3 \text{ D}$$

● **Efecto del ion común**

1. El producto de solubilidad, a 20 °C, del sulfato de bario es $8,7 \cdot 10^{-11}$. Calcula:
- Los gramos de sulfato de bario que se pueden disolver en 0,25 dm³ de agua.
 - Los gramos de sulfato de bario que se pueden disolver en 0,25 dm³ de una disolución de sulfato de sodio de concentración 1 mol/dm³, considerando que esta sal está totalmente disociada.

(A.B.A.U. ord. 21)

Rta.: a) $m(\text{BaSO}_4) = 5,4 \cdot 10^{-4}$ g en 0,25 dm³ H₂O; b) $m'(\text{BaSO}_4) = 5,1 \cdot 10^{-9}$ g en 0,25 dm³ D Na₂SO₄.

Datos

Producto de solubilidad del sulfato de bario

Temperatura

Concentración de la disolución de sulfato de sodio

Volumen de agua

Cifras significativas: 2

$$K_s(\text{BaSO}_4) = 8,7 \cdot 10^{-11}$$

$$T = 20 \text{ °C} = 293 \text{ K}$$

$$[\text{Na}_2\text{SO}_4] = 1,0 \text{ mol/dm}^3$$

$$V = 0,25 \text{ dm}^3$$

Datos

Volumen de disolución de sulfato de sodio

Masa molar del sulfato de bario

Cifras significativas: 2

$$V = 0,25 \text{ dm}^3$$

$$M(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Masa (g) del BaSO₄ que se disuelve en 0,25 dm³ de agua

m

Masa (g) del BaSO₄ que se disuelve en 0,25 dm³ de D [Na₂SO₄] = 1 mol/dm³

*m*₂

Otros símbolos

Concentración (mol/dm³) en de BaSO₄ en agua

s

Concentración (g/dm³) en de BaSO₄ en agua

s'

Concentración (mol/dm³) en de BaSO₄ en D [Na₂SO₄] = 1 mol/dm³

*s*₂

Concentración (g/dm³) en de BaSO₄ en D [Na₂SO₄] = 1 mol/dm³

*s*₂'

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

$$n = m / M$$

Concentración molar (mol/dm³)

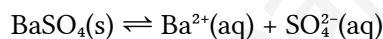
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: B_bA_a(s) ⇌ b B^{β+}(aq) + a A^{α-}(aq)

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		BaSO ₄	⇌	Ba ²⁺	SO ₄ ²⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			<i>s</i>	<i>s</i>	mol/dm ³

La constante de equilibrio *K_s* es:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]_e \cdot [\text{SO}_4^{2-}]_e = s \cdot s = s^2 = 8,7 \cdot 10^{-11}$$

$$s = \sqrt{K_s} = \sqrt{8,7 \cdot 10^{-11}} = 9,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol BaSO}_4/\text{dm}^3 \text{ D}$$

$$s' = 9,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3 \cdot 233 \text{ g/mol} = 0,0022 \text{ g BaSO}_4/\text{dm}^3 \text{ D}$$

En 0,25 dm³ de agua se disuelven:

$$m = 0,0022 \text{ g BaSO}_4/\text{dm}^3 \text{ D} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ g} = 0,54 \text{ mg BaSO}_4$$

b)

		BaSO ₄	⇌	Ba ²⁺	SO ₄ ²⁻	
Concentración inicial	[X] ₀			0	1,0	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	[X] _r	<i>s</i> ₂	→	<i>s</i> ₂	<i>s</i> ₂	mol/dm ³
Concentración en el equilibrio	[X] _e			<i>s</i> ₂	1,0 + <i>s</i> ₂	mol/dm ³

La constante de equilibrio *K_s* es:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]_e \cdot [\text{SO}_4^{2-}]_e = s_2 \cdot (1,0 + s_2) = 8,7 \cdot 10^{-11}$$

En primera aproximación, podemos considerar *s*₂ despreciable s frente a 1,0, (*s*₂ << 1,0). Entonces:

$$s_2 \approx 8,7 \cdot 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$$

que es despreciable frente a 1,0.

$$s_2' = 8,7 \cdot 10^{-11} \text{ mol/dm}^3 \cdot 233 \text{ g/mol} = 2,0 \cdot 10^{-8} \text{ g BaSO}_4/\text{dm}^3 \text{ D}$$

menor que la solubilidad en agua (efecto del ion común).

En 0,25 dm³ de agua se disuelven:

$$m_2 = 2,0 \cdot 10^{-8} \text{ g BaSO}_4 / \text{dm}^3 \text{ D} \cdot 0,25 \text{ dm}^3 = 5,1 \cdot 10^{-9} \text{ g} = 5,1 \text{ ng BaSO}_4$$

2. Calcula, a 25 °C:

- a) La solubilidad en mg/dm³ del AgCl en agua.
- b) La solubilidad en mg/dm³ del AgCl en una disolución acuosa que tiene una concentración de ion cloruro de 0,10 mol/dm³.

Dato: El producto de solubilidad del AgCl a 25 °C es $K_s = 1,7 \cdot 10^{-10}$.

(P.A.U. sep. 07)

Rta.: a) $s' = 1,9 \text{ mg/dm}^3$; b) $s_2' = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ mg/dm}^3$.

Datos

Producto de solubilidad del AgCl

Cifras significativas: 2

$$K_s = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

Temperatura

$$T = 25 \text{ °C} = 298 \text{ K}$$

Concentración de la disolución del Cl⁻

$$[\text{Cl}^-] = 0,10 \text{ mol/dm}^3$$

Masa molar del cloruro de plata

$$M(\text{AgCl}) = 143 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Solubilidad (mg/dm³) del AgCl en agua

s'

Solubilidad (mg/dm³) del AgCl en Cl⁻ 0,10 mol/dm³

s_2'

Otros símbolos

Concentración (mol/dm³) en de AgCl en agua y en Cl⁻ 0,10 mol/dm³

s, s_2

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

$$n = m / M$$

Concentración molar (mol/dm³)

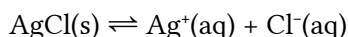
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		AgCl	⇌	Ag ⁺	Cl ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ag}^+]_e \cdot [\text{Cl}^-]_e = s \cdot s = s^2 = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$s = \sqrt{K_s} = \sqrt{1,7 \cdot 10^{-10}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol AgCl/dm}^3 \text{ D}$$

$$s' = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot 143 \text{ g/mol} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ g AgCl / dm}^3 \text{ D} = 1,9 \text{ mg/dm}^3 \text{ D}$$

b)

		AgCl	⇌	Ag ⁺	Cl ⁻	
Concentración inicial	[X] ₀			0	0,10	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	[X] _r	s_2	→	s_2	s_2	mol/dm ³
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s_2	$0,10 + s_2$	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ag}^+]_e \cdot [\text{Cl}^-]_e = s_2 \cdot (0,10 + s_2) = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

En primera aproximación, podemos considerar s_2 despreciable s frente a 0,1, ($s_2 \ll 0,1$). Entonces:

$$0,10 s_2 \approx 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$s_2 \approx 1,7 \cdot 10^{-10} / 0,10 = 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$$

que es despreciable frente a 0,10.

$$s_2' = 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3 \cdot 143 \text{ g/mol} = 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ g AgCl / dm}^3 \text{ D} = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ mg/dm}^3 \text{ D}$$

menor que la solubilidad en agua (efecto del ion común).

3. a) Determina la solubilidad en agua del cloruro de plata a 25 °C, expresada en g/dm³, si su K_{ps} es $1,7 \cdot 10^{-10}$ a dicha temperatura.
 b) Determina la solubilidad del cloruro de plata en una disolución de concentración 0,5 mol/dm³ de cloruro de calcio, considerando que esta sal se encuentra totalmente disociada.

(A.B.A.U. extr. 19)

Rta.: a) $s' = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ g/dm}^3$; b) $s_2' = 2,4 \cdot 10^{-8} \text{ g/dm}^3$.

Datos

Producto de solubilidad del AgCl

Temperatura

Concentración de la disolución del CaCl₂

Masa molar del cloruro de plata

Cifras significativas: 2

$$K_{ps} = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$T = 25 \text{ °C} = 298 \text{ K}$$

$$[\text{CaCl}_2] = 0,50 \text{ mol/dm}^3$$

$$M(\text{AgCl}) = 143 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Solubilidad (g/dm³) del AgCl en agua

s'

Solubilidad (g/dm³) del AgCl en CaCl₂ 0,5 mol/dm³

s_2'

Otros símbolos

Concentración (mol/dm³) en de AgCl en agua

s

Concentración (mol/dm³) en de AgCl en CaCl₂ 0,5 mol/dm³

s_2

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

$$n = m / M$$

Concentración molar (mol/dm³)

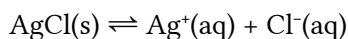
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		AgCl	\rightleftharpoons	Ag ⁺	Cl ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	s	mol/dm ³

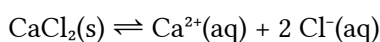
La constante de equilibrio K_{ps} es:

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+]_e \cdot [\text{Cl}^-]_e = s \cdot s = s^2 = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$s = \sqrt{K_s} = \sqrt{1,7 \cdot 10^{-10}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol AgCl/dm}^3 \text{ D}$$

$$s' = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3 \cdot 143 \text{ g/mol} = 1,9 \cdot 10^{-3} \text{ g AgCl / dm}^3 \text{ D}$$

b) Si el CaCl₂ se encuentra totalmente disociado



la concentración de ion cloruro será $[Cl^-] = 2 \cdot 0,50 = 1,0 \text{ mol/dm}^3$.

Llamando s_2 a la concentración del AgCl que se disuelve en la disolución de $CaCl_2$ y escribiendo el equilibrio

		AgCl	\rightleftharpoons	Ag ⁺	Cl ⁻	
Concentración inicial	$[X]_0$			0	1,0	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	$[X]_r$	s_2	\rightarrow	s_2	s_2	mol/dm ³
Concentración en el equilibrio	$[X]_e$			s_2	$1,0 + s_2$	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_{ps} es:

$$K_{ps} = [Ag^+]_e \cdot [Cl^-]_e = s_2 \cdot (1,0 + s_2) = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

En primera aproximación, podemos considerar s_2 despreciable s frente a 1,0, ($s_2 \ll 1,0$). Entonces:

$$1,0 s_2 \approx 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$s_2 \approx 1,7 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$$

que es despreciable frente a 1,0.

$$s_2' = 1,7 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3 \cdot 143 \text{ g/mol} = 2,4 \cdot 10^{-8} \text{ g AgCl / dm}^3 \text{ D}$$

menor que la solubilidad en agua (efecto del ion común).

4. A 25 °C el producto de solubilidad del $Ba(IO_3)_2$ es $6,5 \cdot 10^{-10}$. Calcula:

- La solubilidad de la sal y las concentraciones molares de los iones yodato y bario.
- La solubilidad de la citada sal, en g/dm³, en una disolución de concentración 0,1 mol/dm³ de KIO_3 a 25 °C considerando que esta sal se encuentra totalmente disociada.

(A.B.A.U. ord. 19)

Rta.: a) $s = [Ba^{2+}] = 5,46 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$; $[IO_3^-] = 1,09 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$; b) $s' = 3,17 \cdot 10^{-5} \text{ g/dm}^3$.

Datos

Producto de solubilidad del $Ba(IO_3)_2$

Concentración de la disolución del KIO_3

Masa molar del yodato de bario

Cifras significativas: 2

$$K_s = 6,5 \cdot 10^{-10}$$

$$[KIO_3] = 0,10 \text{ mol/dm}^3$$

$$M(Ba(IO_3)_2) = 487 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Solubilidad (mol/dm³) del $Ba(IO_3)_2$ en agua

s_a

Concentraciones (mol/dm³) de los iones

$[IO_3^-]$, $[Ba^{2+}]$

Solubilidad (g/dm³) del $Ba(IO_3)_2$ en KIO_3 0,1 mol/dm³

s'

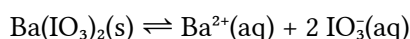
Ecuaciones

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		Ba(IO ₃) ₂	\rightleftharpoons	Ba ²⁺	2 IO ₃ ⁻	
Concentración en el equilibrio	$[X]_e$			s	2 s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [Ba^{2+}]_e \cdot [IO_3^-]_e^2 = s (2 s)^2 = 4 s^3 = 6,5 \cdot 10^{-10}$$

La solubilidad del yodato de bario en agua vale:

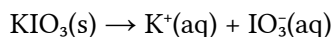
$$s_a = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{6,5 \cdot 10^{-10}}{4}} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol Ba(IO}_3)_2/\text{dm}^3 \text{ D}$$

Las concentraciones de los iones valen:

$$[\text{Ba}^{2+}]_e = s = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3;$$

$$[(\text{IO}_3)^-] = 2s = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

b) El yodato de potasio está totalmente disociado.



$$[\text{IO}_3^-] = [\text{KIO}_3] = 0,10 \text{ mol IO}_3^-/\text{dm}^3 \text{ D}$$

Cuando se disuelve el yodato de bario en la disolución de yodato de potasio, que ya contiene iones yodato, las concentraciones son:

		Ba(IO ₃) ₂	⇌	Ba ²⁺	2 IO ₃ ⁻	
Concentración inicial	[X] ₀			0	0,10	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	[X] _r	s _b	→	s _b	2 s _b	mol/dm ³
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s _b	0,10 + 2 s _b	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]_e \cdot [\text{IO}_3^-]_e^2 = s_b \cdot (0,10 + 2s_b)^2 = 6,5 \cdot 10^{-10}$$

En primera aproximación, podemos considerar despreciable s_b frente a 0,1, (s_b << 0,1). Entonces:

$$s_b \cdot 0,10^2 \approx 6,5 \cdot 10^{-10}$$

$$s_b = \frac{6,5 \cdot 10^{-10}}{0,10^2} = 6,5 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$$

Se ve que ese valor es despreciable frente a 0,10.

La concentración en g/dm³ es

$$s' = \frac{6,5 \cdot 10^{-8} \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{487 \text{ g Ba(IO}_3)_2}{1 \text{ mol Ba(IO}_3)_2} = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ g/dm}^3$$

5. El producto de solubilidad del PbBr₂ es 8,9 · 10⁻⁶. Determina la solubilidad molar:

a) En agua pura.

b) En una disolución de Pb(NO₃)₂ de concentración 0,20 mol/dm³ considerando que esta sal está totalmente disociada.

(P.A.U. sep. 14)

Rta.: a) s_a = 0,013 mol/dm³; b) s_b = 3,3 · 10⁻³ mol/dm³.

Datos

Producto de solubilidad del PbBr₂

Concentración de la disolución del Pb(NO₃)₂

Incógnitas

Solubilidad (mol/dm³) del PbBr₂ en agua

Solubilidad (mol/dm³) del PbBr₂ en Pb(NO₃)₂ 0,2 mol/dm³

Ecuaciones

Producto de solubilidad del equilibrio: B_bA_a(s) ⇌ b B^{β+}(aq) + a A^{α-}(aq)

Cifras significativas: 2

$$K_s = 8,9 \cdot 10^{-6}$$

$$[\text{Pb(NO}_3)_2] = 0,20 \text{ mol/dm}^3$$

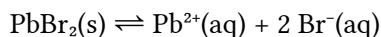
$$s_a$$

$$s_b$$

$$K_s = [\text{A}^{\alpha-}]^a \cdot [\text{B}^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		PbBr ₂	⇌	Pb ²⁺	2 Br ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	2 s	mol/dm ³

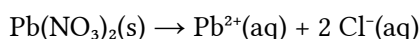
La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}]_e \cdot [\text{Br}^{-}]_e^2 = s (2 s)^2 = 4 s^3 = 8,9 \cdot 10^{-6}$$

La solubilidad del bromuro de plomo(II) en agua vale:

$$s_a = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{8,9 \cdot 10^{-6}}{4}} = 0,013 \text{ mol PbBr}_2/\text{dm}^3 \text{ D}$$

b) El nitrato de plomo(II) estará totalmente dissociado.



$$[\text{Pb}^{2+}] = [\text{Pb}(\text{NO}_3)_2] = 0,20 \text{ mol Pb}^{2+}/\text{dm}^3 \text{ D}$$

Cuando se disuelve el bromuro de plomo(II) en la disolución de nitrato de plomo(II), que ya contiene iones plomo(II), las concentraciones son:

		PbBr ₂	⇌	Pb ²⁺	2 Br ⁻	
Concentración inicial	[X] ₀			0,20	0	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	[X] _r	s _b	→	s _b	2 s _b	mol/dm ³
Concentración en el equilibrio	[X] _e			0,20 + s _b	2 s _b	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}]_e \cdot [\text{Br}^{-}]_e^2 = (0,20 + s_b) (2 s_b)^2 = 8,9 \cdot 10^{-6}$$

En primera aproximación, podemos considerar despreciable s_b frente a 0,2, (s_b << 0,2). Entonces:

$$0,20 \cdot (2 s_b)^2 \approx 8,9 \cdot 10^{-6}$$

$$s_b = \sqrt{\frac{8,9 \cdot 10^{-6}}{0,20 \cdot 4}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Se ve que ese valor es despreciable frente a 0,20.

6. A 25 °C a solubilidad en agua del bromuro de calcio es 2,0 · 10⁻⁴ mol/dm³.

a) Calcula K_{ps} para la sal a la dicha temperatura.

b) Calcula la solubilidad del CaBr₂ en una disolución acuosa de concentración 0,10 mol/dm³ de NaBr considerando que esta sal está totalmente dissociada.

(A.B.A.U. extr. 20)

Rta.: a) K_s = 3,2 · 10⁻¹¹; b) s₂ = 3,2 · 10⁻⁹ mol/dm³.

Datos

Solubilidad del CaBr₂

Concentración de la disolución de NaBr

Incógnitas

Producto de solubilidad y del CaBr₂

Solubilidad del CaBr₂ en NaBr 0,1 mol/dm³

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

Cifras significativas: 3

$$s = 2,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{Na Br}] = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

$$K_s$$

$$s_2$$

$$n = m / M$$

Ecuaciones

Concentración molar (mol/dm³)

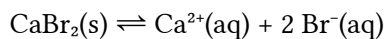
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es

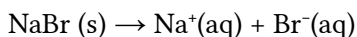


		Ca Br ₂	⇌	Ca ²⁺	2 Br ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	2 s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [Ca^{2+}]_e \cdot [Br^-]_e^2 = s (2 s)^2 = 4 s^3 = 4 \cdot (2,00 \cdot 10^{-4})^3 = 3,20 \cdot 10^{-11}$$

b) El bromuro de sodio estará totalmente disociado.



$$[Br^-] = [NaBr] = 0,100 \text{ mol Br}^-/\text{dm}^3 \text{ D}$$

		Ca Br ₂	⇌	Ca ²⁺	2 Br ⁻	
Concentración inicial	[X] ₀			0	0,100	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	[X] _r	s ₂	→	s ₂	2 s ₂	mol/dm ³
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s ₂	0,100 + 2 s ₂	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [Ca^{2+}]_e \cdot [Br^-]_e^2 = s_2 \cdot (0,100 + 2 s_2)^2 = 3,20 \cdot 10^{-11}$$

En primera aproximación, podemos considerar despreciable s₂ frente a 0,100, (s₂ << 0,100). Entonces:

$$s_2 \cdot (0,100)^2 \approx 3,20 \cdot 10^{-11}$$

$$s_2 = \frac{3,20 \cdot 10^{-11}}{(0,100)^2} = 3,20 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$$

que es despreciable.

Análisis: Se ve que la solubilidad en NaBr, s₂ = 3,20 · 10⁻⁹ mol/dm³ es menor que la solubilidad en agua, s = 2,00 · 10⁻⁴ mol/dm³, debido al efecto del ion común Br⁻.

7. La solubilidad del BaF₂ en agua es de 1,30 g/dm³. Calcula:

- El producto de solubilidad de la sal.
- La solubilidad del BaF₂ en una disolución acuosa de concentración 1 mol/dm³ de BaCl₂, considerando que esta sal está totalmente disociada.

(A.B.A.U. ord. 22, P.A.U. jun. 15)

Rta.: a) K_s = 1,63 · 10⁻⁶; b) s₂ = 6,38 · 10⁻⁴ mol/dm³.

Datos

Solubilidad del BaF₂

Cifras significativas: 3

$$s' = 1,30 \text{ g/dm}^3$$

Concentración de la disolución del BaCl₂

$$[BaCl_2] = 1,00 \text{ mol/dm}^3$$

Masa molar del fluoruro de bario

$$M(BaF_2) = 175 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Producto de solubilidad del BaF₂ K_s

Solubilidad del BaF₂ en BaCl₂ 1 mol/dm³ s₂

Otros símbolos

Concentración (mol/dm³) en de BaF₂ en agua s

Ecuaciones

Cantidad (número de moles) n = m / M

Concentración molar (mol/dm³) s = n / V = s' / M

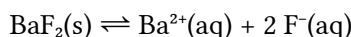
Producto de solubilidad del equilibrio: B_bA_a(s) ⇌ b B^{β+}(aq) + a A^{α-}(aq) K_s = [A^{α-}]^a · [B^{β+}]^b

Solución:

a) La solubilidad del fluoruro de bario es:

$$[\text{BaF}_2] = s = \frac{1,3 \text{ g/dm}^3}{175 \text{ g/mol}} = 0,00741 \text{ mol/dm}^3$$

El equilibrio de solubilidad es



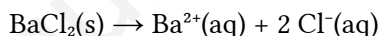
		BaF ₂	⇌	Ba ²⁺	2 F ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	2 s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]_e \cdot [\text{F}^{-}]_e^2 = s (2 s)^2 = 4 s^3 = 4 \cdot (0,00741)^3 = 1,63 \cdot 10^{-6}$$

b) Se supone que la concentración de cloruro de bario tiene tres cifras significativas.

El cloruro de bario estará totalmente disociado.



$$[\text{Ba}^{2+}] = [\text{BaCl}_2] = 1,00 \text{ mol Ba}^{2+} / \text{dm}^3 \text{ D}$$

		BaF ₂	⇌	Ba ²⁺	2 F ⁻	
Concentración inicial	[X] ₀			1,00	0	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	[X] _r	s ₂	→	s ₂	2 s ₂	mol/dm ³
Concentración en el equilibrio	[X] _e			1,00 + s ₂	2 s ₂	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]_e \cdot [\text{F}^{-}]_e^2 = (1,00 + s_2) (2 s_2)^2 = 1,63 \cdot 10^{-6}$$

En primera aproximación, podemos considerar despreciable s₂ frente a 1,00, (s₂ << 1,00). Entonces:

$$1,00 \cdot (2 s_2)^2 \approx 1,63 \cdot 10^{-6}$$

$$s_2 = \sqrt{\frac{1,63 \cdot 10^{-6}}{1,00 \cdot 4}} = 6,38 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$$

que es despreciable.

Si se quiere, se puede calcular la solubilidad en g/dm³, que sería

$$s'_2 = 6,38 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \cdot 175 \text{ g/mol} = 0,112 \text{ g/dm}^3$$

Análisis: Se ve que la solubilidad en BaCl₂, s₂ = 6,38 · 10⁻⁴ mol/dm³ es menor que la solubilidad en agua, s₁ = 0,00741 mol/dm³, debido al efecto del ion común Ba²⁺.

8. A 25 °C la solubilidad del PbI_2 en agua pura es 0,7 g/L. Calcula:
 a) El producto de solubilidad.
 b) La solubilidad del PbI_2 a esa temperatura en una disolución de KI de concentración 0,1 mol/dm³.

(P.A.U. sep. 16)

Rta.: a) $K_s = 1,40 \cdot 10^{-8}$; b) $s_2' = 0,646 \text{ mg/dm}^3$.

Datos

Solubilidad del PbI_2

Cifras significativas: 3

$s' = 0,700 \text{ g/dm}^3$

Concentración de la disolución del KI

$[KI] = 0,100 \text{ mol/dm}^3$

Masa molar del yoduro de plomo(II)

$M(PbI_2) = 461 \text{ g/mol}$

Incógnitas

Producto de solubilidad del PbI_2

K_s

Solubilidad del PbI_2 en KI 0,1 mol/dm³

s_2

Otros símbolos

Concentración (mol/dm³) en de PbI_2 en agua

s

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

$n = m / M$

Concentración molar (mol/dm³)

$s = n / V = s' / M$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{b+}(aq) + a A^{a-}(aq)$

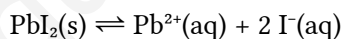
$K_s = [A^{a-}]^a \cdot [B^{b+}]^b$

Solución:

a) La solubilidad del yoduro de plomo(II) es:

$$[PbI_2] = s = \frac{0,700 \text{ g/dm}^3}{461 \text{ g/mol}} = 0,00152 \text{ mol/dm}^3$$

El equilibrio de solubilidad es

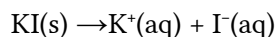


		PbI_2	\rightleftharpoons	Pb^{2+}	$2 I^-$	
Concentración en el equilibrio	$[X]_e$			s	$2 s$	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [Pb^{2+}]_e \cdot [I^-]_e^2 = s (2 s)^2 = 4 s^3 = 4 \cdot (0,00152)^3 = 1,40 \cdot 10^{-8}$$

b) El yoduro de potasio estará totalmente disociado.



$$[I^-] = [KI] = 0,100 \text{ mol I}^- / \text{dm}^3 \text{ D}$$

		PbI_2	\rightleftharpoons	Pb^{2+}	$2 I^-$	
Concentración inicial	$[X]_0$			0	0,100	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	$[X]_r$	s_2	\rightarrow	s_2	$2 s_2$	mol/dm ³
Concentración en el equilibrio	$[X]_e$			s_2	$0,100 + 2 s_2$	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [Pb^{2+}]_e \cdot [I^-]_e^2 = s_2 \cdot (0,100 + 2 s_2)^2 = 1,40 \cdot 10^{-8}$$

En primera aproximación, podemos considerar despreciable $2 s_2$ frente a 0,100, ($2 s_2 \ll 0,10$). Entonces:

$$s_2 \cdot 0,100^2 \approx 1,40 \cdot 10^{-8}$$

$$s_2 \approx \frac{1,40 \cdot 10^{-8}}{0,100^2} = 1,40 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

que es despreciable.

Como el dato de solubilidad está en g/dm³, se puede calcular la solubilidad en g/dm³, que sería

$$s_2' = 1,40 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3 \cdot 461 \text{ g/mol} = 6,46 \cdot 10^{-4} \text{ g/dm}^3 = 0,646 \text{ mg/dm}^3$$

Análisis: Se ve que la solubilidad del PbI₂ en KI, s₂' = 6,46·10⁻⁴ g/dm³ es menor que la solubilidad en agua, s₁' = 0,700 g/dm³, debido al efecto del ion común I⁻.

9. El producto de solubilidad, a 25 °C, del PbI₂ es 9,6·10⁻⁹.
- Calcula la solubilidad de la sal.
 - Calcula la solubilidad del PbI₂ en una disolución de concentración 0,01 mol/dm³ de CaI₂, considerando que esta sal se encuentra totalmente disociada.

(P.A.U. jun. 13)

Rta.: a) $s = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$; b) $s_2 \approx 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$.

Datos

Producto de solubilidad del PbI₂

Temperatura

Concentración de la disolución del CaI₂

Cifras significativas: 2

$$K_s = 9,6 \cdot 10^{-9}$$

$$T = 25 \text{ °C} = 298 \text{ K}$$

$$[\text{CaI}_2] = 0,010 \text{ mol/dm}^3$$

Incógnitas

Solubilidad del PbI₂ en agua

s

Solubilidad del PbI₂ en CaI₂ 0,01 mol/dm³

s₂

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

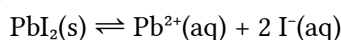
$$n = m / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: B_bA_a(s) ⇌ b B^{β+}(aq) + a A^{α-}(aq)

$$K_s = [\text{A}^{\alpha-}]^a \cdot [\text{B}^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



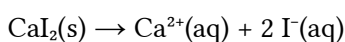
		PbI ₂	⇌	Pb ²⁺	2 I ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	2 s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}]_e \cdot [\text{I}^{-}]_e^2 = s (2 s)^2 = 4 s^3 = 9,6 \cdot 10^{-9}$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{9,6 \cdot 10^{-9}}{4}} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol PbI}_2/\text{dm}^3 \text{ D}$$

b) Se supone que la concentración de yoduro de calcio tiene dos cifras significativas. El yoduro de calcio está totalmente disociado.



$$[\text{I}^{-}] = 2 [\text{CaI}_2] = 0,020 \text{ mol Ca}^{2+} / \text{dm}^3 \text{ D}$$

		PbI ₂	⇌	Pb ²⁺	2 I ⁻	
Concentración inicial	[X] ₀			0	0,020	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	[X] _r	s ₂	→	s ₂	2 s ₂	mol/dm ³

		PbI ₂	⇌	Pb ²⁺	2 I ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s ₂	0,020 + 2 s ₂	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [Pb^{2+}]_e \cdot [I^-]_e^2 = s_2 \cdot (0,020 + 2 s_2)^2 = 9,6 \cdot 10^{-9}$$

En primera aproximación, podemos considerar despreciable 2 s₂ frente a 0,020, (2 s₂ << 0,020). Entonces:

$$s_2 \cdot 0,020^2 \approx 9,6 \cdot 10^{-9}$$

$$s_2 \approx \frac{9,6 \cdot 10^{-9}}{0,020^2} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

que es despreciable. Error: $(2 \cdot 2,4 \cdot 10^{-5}) / 0,020 \cdot 100 = 0,24 \%$

(La solución de la ecuación de tercer grado da: s₂ = 2,39 · 10⁻⁵)

10. El producto de solubilidad a 25 °C del MgF₂ es de 8,0 · 10⁻⁸.

- a) ¿Cuántos gramos de MgF₂ se pueden disolver en 250 cm³ de agua?
- b) ¿Cuántos gramos de MgF₂ se disolverán en 250 cm³ de una disolución de concentración 0,1 mol/dm³ de una sal totalmente disociada como el Mg(NO₃)₂?

(P.A.U. sep. 15)

Rta.: a) m_a = 0,0423 g; b) m_b = 6,96 · 10⁻³ g.

Datos

Producto de solubilidad del MgF₂

Volumen de agua

Concentración de la disolución del Mg(NO₃)₂

Volumen de la disolución del Mg(NO₃)₂

Masa molar del fluoruro de magnesio

Cifras significativas: 3

$$K_s = 8,00 \cdot 10^{-8}$$

$$V_a = 250 \text{ cm}^3 = 0,250 \text{ dm}^3$$

$$[Mg(NO_3)_2] = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

$$V_b = 250 \text{ cm}^3 = 0,250 \text{ dm}^3$$

$$M(MgF_2) = 62,3 \text{ g/mol}$$

Incógnitas

Masa de MgF₂ disuelta en 250 cm³ de agua

m_a

Masa de MgF₂ disuelta en 250 cm³ de disolución de Mg(NO₃)₂ de concentración 0,1 mol/dm³

m_b

Otros símbolos

Solubilidad (mol/dm³) del MgF₂ en agua

s_a

Solubilidad (mol/dm³) del MgF₂ en Mg(NO₃)₂ 0,1 mol/dm³

s_b

Solubilidad (g/dm³) del MgF₂ en Mg(NO₃)₂ 0,1 mol/dm³

s'_b

Ecuaciones

Cantidad (número de moles)

$$n = m / M$$

Concentración molar (mol/dm³)

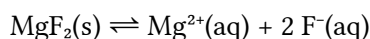
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: B_bA_a(s) ⇌ b B^{β+}(aq) + a A^{α-}(aq)

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		MgF ₂	⇌	Mg ²⁺	2 F ⁻	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	2 s	mol/dm ³

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Mg}^{2+}]_e \cdot [\text{F}^-]_e^2 = s(2s)^2 = 4s^3 = 8,00 \cdot 10^{-8}$$

La solubilidad del fluoruro de magnesio en agua vale:

$$s_a = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = \sqrt[3]{\frac{8,00 \cdot 10^{-8}}{4}} = 0,00271 \text{ mol MgF}_2/\text{dm}^3 \text{ D}$$

La cantidad del fluoruro de magnesio que se puede disolver en $0,250 \text{ dm}^3$ de agua es:

$$n(\text{MgF}_2) = 0,250 \text{ dm}^3 \cdot 0,00271 \text{ mol MgF}_2/\text{dm}^3 = 6,79 \cdot 10^{-4} \text{ mol MgF}_2$$

La masa del fluoruro de magnesio que se puede disolver en $0,250 \text{ dm}^3$ de agua es:

$$m_a = 6,79 \cdot 10^{-4} \text{ mol MgF}_2 \cdot 62,3 \text{ g/mol} = 0,0423 \text{ g MgF}_2$$

b) El nitrato de magnesio está totalmente disociado.



$$[\text{Mg}^{2+}] = [\text{Mg}(\text{NO}_3)_2] = 0,100 \text{ mol Mg}^{2+}/\text{dm}^3 \text{ D}$$

		MgF_2	\rightleftharpoons	Mg^{2+}	2F^-	
Concentración inicial	$[\text{X}]_0$			0,100	0	mol/dm^3
Concentración que reacciona o se forma	$[\text{X}]_r$	s_b	\rightarrow	s_b	$2 s_b$	mol/dm^3
Concentración en el equilibrio	$[\text{X}]_e$			$0,100 + s_b$	$2 s_b$	mol/dm^3

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Mg}^{2+}]_e \cdot [\text{F}^-]_e^2 = (0,100 + s_2)(2s_2)^2 = 8,00 \cdot 10^{-8}$$

En primera aproximación, podemos considerar despreciable s_2 frente a 0,100, ($s_b \ll 0,100$). Entonces:

$$0,100 \cdot (2s_b)^2 \approx 8,00 \cdot 10^{-8}$$

$$s_b = \sqrt{\frac{8,00 \cdot 10^{-8}}{0,100 \cdot 4}} = 4,47 \cdot 10^{-4} \text{ mol}/\text{dm}^3$$

que es despreciable.

La solubilidad en g/dm^3 sería

$$s'_b = 4,47 \cdot 10^{-4} \text{ mol}/\text{dm}^3 \cdot 62,3 \text{ g/mol} = 0,0278 \text{ g}/\text{dm}^3$$

La masa del fluoruro de magnesio que se puede disolver en $0,250 \text{ dm}^3$ de disolución de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ de concentración $0,1 \text{ mol}/\text{dm}^3$ es:

$$m_b = 0,250 \text{ dm}^3 \cdot 0,0278 \text{ g MgF}_2/\text{dm}^3 = 6,96 \cdot 10^{-3} \text{ g MgF}_2$$

Análisis: La masa de MgF_2 que se puede disolver en $0,250 \text{ dm}^3$ de disolución de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ de concentración $0,1 \text{ mol}/\text{dm}^3$, $m_b = 6,96 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ es menor que la que se puede disolver en $0,250 \text{ dm}^3$ de agua, $m_a = 0,0423 \text{ g}$, debido al efecto del ion común Mg^{2+} .

● Precipitación

- El producto de solubilidad del yoduro de plata es $8,3 \cdot 10^{-17}$. Calcula:
 - La solubilidad del yoduro de plata expresada en $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$
 - La masa de yoduro de sodio que se debe añadir la 100 cm^3 de disolución de concentración $0,005 \text{ mol}/\text{dm}^3$ de nitrato de plata para iniciar la precipitación del yoduro de plata.

(P.A.U. sep. 10)

Rta.: a) $s = 2,1 \cdot 10^{-6} \text{ g}/\text{dm}^3$; b) $m = 2,5 \cdot 10^{-13} \text{ g NaI}$.

2. a) Sabiendo que a 25 °C la $K_s(\text{BaSO}_4)$ es $1,1 \cdot 10^{-10}$, determina la solubilidad de la sal en g/dm^3 .
 b) Si 250 cm^3 de una disolución de BaCl_2 de concentración $0,0040 \text{ mol/dm}^3$ se añaden a 500 cm^3 de disolución de K_2SO_4 de concentración $0,0080 \text{ mol/dm}^3$ y suponiendo que los volúmenes son aditivos, indica si se formará precipitado o no.

(P.A.U. jun. 14)

Rta.: a) $s' = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ g/dm}^3$; b) Sí. $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 5,3 \cdot 10^{-3} > K_s$.

Datos

Producto de solubilidad del BaSO_4

Volumen disolución de BaCl_2

Volumen disolución K_2SO_4

Concentración de la disolución del BaCl_2

Concentración del K_2SO_4

Masa molar del sulfato de bario

Cifras significativas: 2

$K_s = 1,1 \cdot 10^{-10}$

$V_1 = 250 \text{ cm}^3 = 0,25 \text{ dm}^3$

$V_2 = 500 \text{ cm}^3 = 0,50 \text{ dm}^3$

$[\text{BaCl}_2]_0 = 0,0040 \text{ mol/dm}^3$

$[\text{K}_2\text{SO}_4]_0 = 0,0080 \text{ mol/dm}^3$

$M(\text{BaSO}_4) = 233 \text{ g/mol}$

Incógnitas

Solubilidad del sulfato de bario en g/dm^3

s'

Si se formará precipitado

Q

Otros símbolos

Solubilidad del sulfato de bario en mol/dm^3

s

Ecuaciones

Concentración molar (mol/dm^3)

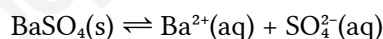
$s = n / V = s' / M$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		BaSO_4	\rightleftharpoons	Ba^{2+}	SO_4^{2-}	
Concentración en el equilibrio	$[X]_e$			s	s	mol/dm^3

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ba}^{2+}]_e \cdot [\text{SO}_4^{2-}]_e = s \cdot s = s^2 = 1,1 \cdot 10^{-10}$$

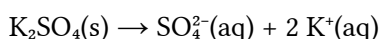
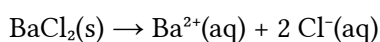
La solubilidad del sulfato de bario es

$$s = \sqrt{K_s} = \sqrt{1,1 \cdot 10^{-10}} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol BaSO}_4 / \text{dm}^3 \text{ D}$$

que se puede expresar en g/dm^3 :

$$s' = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol BaSO}_4 / \text{dm}^3 \text{ D} \cdot \frac{233 \text{ g BaSO}}{1 \text{ mol BaSO}} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ g/dm}^3 \text{ D}$$

b) Las sales de las disoluciones están totalmente disociadas.



Las concentraciones iniciales de los iones son:

$$[\text{Ba}^{2+}]_0 = [\text{BaCl}_2]_0 = 0,0040 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_0 = [\text{BaSO}_4]_0 = 0,0080 \text{ mol/dm}^3$$

Al mezclar ambas disoluciones, se diluyen. Suponiendo volúmenes aditivos, las nuevas concentraciones son:

$$[\text{Ba}^{2+}] = \frac{n(\text{Ba}^{2+})}{V_T} = \frac{0,25 \text{ dm}^3 \cdot 0,004 \text{ mol Ba}^{2+}/\text{dm}^3}{(0,25+0,50) \text{ dm}^3} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol Ba}^{2+}/\text{dm}^3$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})}{V_T} = \frac{0,50 \text{ dm}^3 \cdot 0,008 \text{ mol SO}_4^{2-}/\text{dm}^3}{(0,25+0,50) \text{ dm}^3} = 5,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol SO}_4^{2-}/\text{dm}^3$$

Se formará precipitado si $Q = [\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] > K_s$

$$[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 5,3 \cdot 10^{-3} = 7,1 \cdot 10^{-6} > 1,1 \cdot 10^{-6}$$

y, por tanto, se forma precipitado.

3. El producto de solubilidad del cloruro de plata vale $1,70 \cdot 10^{-10}$ a 25°C . Calcula:
- La solubilidad del cloruro de plata.
 - Si se formará precipitado cuando se añaden 100 cm^3 de una disolución de NaCl de concentración $1,00 \text{ mol/dm}^3$ a $1,0 \text{ dm}^3$ de una disolución de AgNO_3 de concentración $0,01 \text{ mol/dm}^3$.

(P.A.U. sep. 09)

Rta.: a) $s = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$; b) Sí $[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = 8,3 \cdot 10^{-4} > K_s$.

Datos

Producto de solubilidad del AgCl

Volumen disolución de AgNO_3

Volumen disolución NaCl

Concentración de la disolución del AgNO_3

Concentración del NaCl

Cifras significativas: 2

$$K_s = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$V_1 = 1,0 \text{ dm}^3$$

$$V_2 = 100 \text{ cm}^3 = 0,10 \text{ dm}^3$$

$$[\text{AgNO}_3]_0 = 0,010 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{NaCl}]_0 = 1,0 \text{ mol/dm}^3$$

Incógnitas

Solubilidad del cloruro de plata

s

Si se formará precipitado

Q

Ecuaciones

Concentración molar (mol/dm^3)

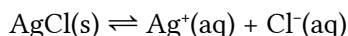
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_bA_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



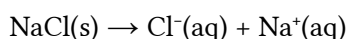
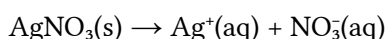
		AgCl	\rightleftharpoons	Ag^+	Cl^-	
Concentración en el equilibrio	$[\text{X}]_e$			s	s	mol/dm^3

La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Ag}^+]_e \cdot [\text{Cl}^-]_e = s \cdot s = s^2 = 1,7 \cdot 10^{-10}$$

$$s = \sqrt{K_s} = \sqrt{1,7 \cdot 10^{-10}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mol AgCl/dm}^3 \text{ D}$$

b) Las sales de las disoluciones están totalmente disociadas.



Las concentraciones iniciales de los iones son:

$$[Ag^+]_0 = [AgNO_3]_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

$$[Cl^-]_0 = [NaCl]_0 = 1,0 \text{ mol/dm}^3$$

Al mezclar ambas disoluciones, se diluyen. Suponiendo volúmenes aditivos, las nuevas concentraciones son:

$$[Ag^+] = \frac{n(Ag^+)}{V_T} = \frac{1,00 \text{ dm}^3 \cdot 0,01 \text{ mol Ag}^+/\text{dm}^3}{(1,00+0,10) \text{ dm}^3} = 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol Ag}^+/\text{dm}^3$$

$$[Cl^-] = \frac{n(Cl^-)}{V_T} = \frac{0,10 \text{ dm}^3 \cdot 1,0 \text{ mol Cl}^-/\text{dm}^3}{(1,00+0,10) \text{ dm}^3} = 9,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol Cl}^-/\text{dm}^3$$

Se formará precipitado si $Q = [Ag^+] \cdot [Cl^-] > K_s$

$$[Ag^+] \cdot [Cl^-] = 9,1 \cdot 10^{-3} \cdot 9,1 \cdot 10^{-2} = 8,3 \cdot 10^{-4} > 1,7 \cdot 10^{-10}$$

y, por tanto, se forma precipitado.

4. El $PbCO_3$ es una sal muy poco soluble en el agua con una K_s de $1,5 \cdot 10^{-15}$. Calcula:
- La solubilidad de la sal.
 - Si se mezclan 150 cm^3 de una disolución de $Pb(NO_3)_2$ de concentración $0,04 \text{ mol/dm}^3$ con 50 cm^3 de una disolución de Na_2CO_3 de concentración $0,01 \text{ mol/dm}^3$, razona si precipitará el $PbCO_3$ en el recipiente donde se hizo la mezcla.

(P.A.U. jun. 11)

Rta.: a) $s = 3,9 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$; b) Sí.

Datos

Producto de solubilidad del $PbCO_3$

Volumen de la disolución de $Pb(NO_3)_2$

Concentración de la disolución de $Pb(NO_3)_2$

Volumen de la disolución de Na_2CO_3

Concentración de la disolución de Na_2CO_3

Cifras significativas: 2

$$K_s = 1,5 \cdot 10^{-15}$$

$$V_1 = 150 \text{ cm}^3 = 0,150 \text{ dm}^3$$

$$[Pb(NO_3)_2] = 0,040 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V_2 = 50 \text{ cm}^3 = 0,050 \text{ dm}^3$$

$$[Na_2CO_3] = 0,010 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Incógnitas

Solubilidad

s

Si se formará precipitado de $PbCO_3$

Q

Ecuaciones

Concentración molar (mol/dm^3)

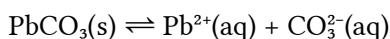
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_bA_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



		$PbCO_3$	\rightleftharpoons	Pb^{2+}	CO_3^{2-}	
Concentración en el equilibrio	$[X]_e$			s	s	mol/dm^3

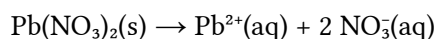
La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [Pb^{2+}]_e \cdot [CO_3^{2-}]_e = s \cdot s = s^2$$

Como la solubilidad s es la concentración de la disolución saturada, o lo que es lo mismo, la máxima cantidad de sal, que puede disolverse por dm^3 de disolución

$$s = \sqrt{K_s} = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-15}} = 3,9 \cdot 10^{-8} \text{ mol Pb(NO}_3)_2/\text{dm}^3 \text{ D}$$

b) Las sales de las disoluciones están totalmente disociadas.



Las concentraciones iniciales de los iones son:

$$[\text{Pb}^{2+}]_0 = [\text{Pb(NO}_3)_2]_0 = 0,04 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}]_0 = [\text{Na}_2\text{CO}_3]_0 = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Al mezclar ambas disoluciones, se diluyen. Suponiendo volúmenes aditivos, las nuevas concentraciones son:

$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{n(\text{Pb}^{2+})}{V_T} = \frac{0,150 \text{ dm}^3 \cdot 0,040 \text{ mol Pb}^{2+}/\text{dm}^3}{(0,150 + 0,050) \text{ dm}^3} = 0,030 \text{ mol Pb}^{2+}/\text{dm}^3 \text{ D}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \frac{n(\text{CO}_3^{2-})}{V_T} = \frac{0,050 \text{ dm}^3 \cdot 0,010 \text{ mol CO}_3^{2-}/\text{dm}^3}{(0,150 + 0,050) \text{ dm}^3} = 0,0025 \text{ mol CO}_3^{2-}/\text{dm}^3 \text{ D}$$

Se formará precipitado si $Q = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] > K_s$

$$[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = 0,030 \cdot 0,0025 = 7,5 \cdot 10^{-5} > 1,5 \cdot 10^{-15}$$

Se formará precipitado.

5. El sulfato de estroncio es una sal muy poco soluble en agua. La cantidad máxima de esta sal que se puede disolver en 250 cm³ de agua a 25 °C es de 26,0 mg.

a) Calcula el valor de la constante del producto de solubilidad de la sal a 25 °C.

b) Indica si se formará un precipitado de sulfato de estroncio al mezclar volúmenes iguales de disoluciones de Na₂SO₄ de concentración 0,02 mol/dm³ y de SrCl₂ de concentración 0,01 mol/dm³, considerando que ambas sales están totalmente disociadas.

Supón los volúmenes aditivos.

(P.A.U. jun. 12)

Rta.: a) $K_s = 3,21 \cdot 10^{-7}$; b) Sí.

Datos

Masa de SrSO₄

Volumen disolución de SrSO₄

Concentración de la disolución del Na₂SO₄

Concentración del SrCl₂

Cifras significativas: 3

$$m = 26,0 \text{ mg} = 0,0260 \text{ g}$$

$$V = 250 \text{ cm}^3 = 0,250 \text{ dm}^3$$

$$[\text{Na}_2\text{SO}_4]_0 = 0,0100 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{SrCl}_2]_0 = 0,0200 \text{ mol/dm}^3$$

Incógnitas

Constante de solubilidad del sulfato de estroncio

K_s

Si se formará precipitado

Q

Ecuaciones

Concentración molar (mol/dm³)

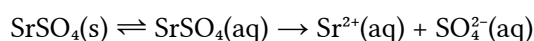
$$s = n / V = s' / M$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(\text{s}) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(\text{aq}) + a A^{\alpha-}(\text{aq})$

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



La constante de equilibrio K_s es:

$$K_s = [\text{Sr}^{2+}]_e \cdot [\text{SO}_4^{2-}]_e$$

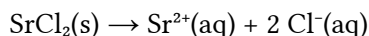
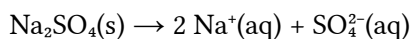
El sulfato de estroncio que se disuelve está totalmente dissociado. La concentración del $\text{SrSO}_4(\text{aq})$ es

$$s = [\text{SrSO}_4(\text{aq})] = \frac{0,260 \text{ g SrSO}_4}{0,250 \text{ dm}^3 \text{ D}} \cdot \frac{1 \text{ mol SrSO}_4}{184 \text{ g SrSO}_4} = 5,66 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \text{ D}$$

y la constante de equilibrio de solubilidad vale

$$K_s = s \cdot s = s^2 = 3,21 \cdot 10^{-7}$$

b) Las sales de las disoluciones están totalmente dissociadas.



Las concentraciones iniciales de los iones son:

$$[\text{Sr}^{2+}]_0 = [\text{SrCl}_2]_0 = 0,0200 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_0 = [\text{Na}_2\text{SO}_4]_0 = 0,0100 \text{ mol/dm}^3$$

Al mezclar ambas disoluciones, se diluyen. Como los volúmenes se consideran aditivos, el volumen de la mezcla es el doble del volumen de cada disolución y las nuevas concentraciones son:

$$[\text{Sr}^{2+}] = \frac{n(\text{Sr}^{2+})}{V_T} = \frac{V \cdot 0,0200 \text{ mol Sr}^{2+}/\text{dm}^3}{2 \cdot V} = 0,0100 \text{ mol Sr}^{2+}/\text{dm}^3$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{n(\text{SO}_4^{2-})}{V_T} = \frac{V \cdot 0,0100 \text{ mol SO}_4^{2-}/\text{dm}^3}{2 \cdot V} = 0,00500 \text{ mol SO}_4^{2-}/\text{dm}^3$$

Se formará precipitado si $Q = [\text{Sr}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] > K_s$

$$Q = [\text{Sr}^{2+}] \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 0,0100 \cdot 0,00500 = 5,00 \cdot 10^{-5} > 3,21 \cdot 10^{-7}$$

y, por tanto, se forma precipitado.

6. El producto de solubilidad del cloruro de plomo(II) es $1,6 \cdot 10^{-5}$ a 298 K.

a) Determina la solubilidad del cloruro de plomo(II) expresada en mol/dm^3 .

b) Se mezclan 200 cm^3 de una disolución de concentración $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ y 200 cm^3 de una disolución de HCl de $\text{pH} = 3$. Suponiendo que los volúmenes son aditivos indica si precipitará cloruro de plomo(II).

(P.A.U. sep. 12)

Rta.: a) $s = 0,016 \text{ mol/dm}^3$; b) No.

Datos

Producto de solubilidad del PbCl_2

Volumen disolución de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Concentración de la disolución del $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Volumen disolución de HCl

pH de la disolución de HCl

Incógnitas

Solubilidad del PbCl_2

Si se formará precipitado

Ecuaciones

Concentración molar (mol/dm^3)

pH

Producto de solubilidad del equilibrio: $\text{B}_b\text{A}_a(\text{s}) \rightleftharpoons b \text{B}^{\beta+}(\text{aq}) + a \text{A}^{\alpha-}(\text{aq})$

Cifras significativas: 2

$$K_s = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

$$V_1 = 200 \text{ cm}^3 = 0,20 \text{ dm}^3$$

$$[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]_0 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$V_2 = 200 \text{ cm}^3 = 0,20 \text{ dm}^3$$

$$\text{pH} = 3,0$$

s

Q

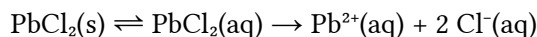
$$s = n / V = s' / M$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

$$K_s = [\text{A}^{\alpha-}]^a \cdot [\text{B}^{\beta+}]^b$$

Solución:

a) El equilibrio de solubilidad es



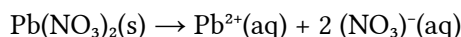
La constante de equilibrio K_s de solubilidad en función de las concentraciones es

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}]_e \cdot [\text{Cl}^{-}]_e^2 = s \cdot (2s)^2 = 4s^3 = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

Despejando la solubilidad s

$$s = \sqrt[3]{\frac{1,6 \cdot 10^{-5}}{4}} = 0,016 \text{ mol/dm}^3$$

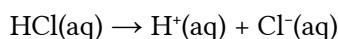
b) El nitrato de plomo(II) disuelto está totalmente disociado.



La concentración inicial del ion Pb^{2+} es:

$$[\text{Pb}^{2+}]_0 = [\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]_0 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

La ionización del HCl disuelto es



La concentración inicial de iones Cl^{-} es la misma que la de iones H^{+} , que se calcula a partir del pH

$$[\text{H}^{+}] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3,0} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{Cl}^{-}]_0 = [\text{H}^{+}]_0 = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

Al mezclar ambas disoluciones, se diluyen. Como los volúmenes se consideran aditivos, el volumen de la mezcla es la suma de los volúmenes de cada disolución y las nuevas concentraciones son:

$$[\text{Pb}^{2+}] = \frac{n(\text{Pb}^{2+})}{V_T} = \frac{0,20[\text{dm}^3] \cdot 1,0 \cdot 10^{-3} [\text{mol Pb}^{2+}/\text{dm}^3]}{0,40[\text{dm}^3]} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol Pb}^{2+}/\text{dm}^3$$

$$[\text{Cl}^{-}] = \frac{n(\text{Cl}^{-})}{V_T} = \frac{0,20 \text{ dm}^3 \cdot 1,0 \text{ time } 10^{-3} \text{ mol Cl}^{-}/\text{dm}^3}{0,40 \text{ dm}^3} = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol Cl}^{-}/\text{dm}^3$$

Se formará precipitado si $Q = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^{-}]^2 > K_s$

$$Q = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^{-}]^2 = 5,0 \cdot 10^{-4} \cdot (5,0 \cdot 10^{-4})^2 = 1,3 \cdot 10^{-10} < 1,6 \cdot 10^{-5}$$

y, por tanto, no se forma precipitado.

7. Se dispone de una disolución que contiene una concentración de Cd^{2+} de $1,1 \text{ mg/dm}^3$. Se quiere eliminar parte del Cd^{2+} precipitándolo con un hidróxido, en forma de $\text{Cd}(\text{OH})_2$. Calcula:

a) El pH necesario para iniciar la precipitación.

b) La concentración de Cd^{2+} , en mg/dm^3 , cuando el pH es igual a 12.

Dato: $K_s(\text{Cd}(\text{OH})_2) = 1,2 \cdot 10^{-14}$.

(P.A.U. jun. 16)

Rta.: a) pH = 9,5; b) $[\text{Cd}^{2+}]_b = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mg/dm}^3$.

Datos

Producto de solubilidad del $\text{Cd}(\text{OH})_2$

Concentración de ion cadmio

Masa atómica: Cd

pH para calcular la $[\text{Cd}^{2+}]$ en el apartado b

Incógnitas

pH necesario para iniciar la precipitación

Concentración de ion cadmio a pH = 12

Cifras significativas: 2

$$K_s = 1,2 \cdot 10^{-14}$$

$$[\text{Cd}^{2+}] = 1,1 \text{ mg/dm}^3$$

$$M(\text{Cd}) = 112 \text{ g/mol}$$

$$\text{pH}_b = 12$$

pH

$$[\text{Cd}^{2+}]_b$$

EcuacionesConcentración molar (mol/dm³)

$$s = n / V = s' / M$$

pH

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$$

pOH

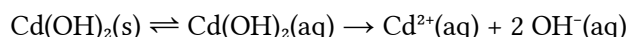
$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

Producto iónico del agua

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Producto de solubilidad del equilibrio: $B_b A_a(s) \rightleftharpoons b B^{\beta+}(aq) + a A^{\alpha-}(aq)$

$$K_s = [A^{\alpha-}]^a \cdot [B^{\beta+}]^b$$

Solución:a) El equilibrio de solubilidad del $\text{Cd}(\text{OH})_2$ esLa constante de equilibrio K_s de solubilidad en función de las concentraciones es

$$K_s = [\text{Cd}^{2+}]_e \cdot [\text{OH}^-]_e^2$$

El $\text{Cd}(\text{OH})_2$ precipitará cuando el producto de las concentraciones sea mayor o igual a su producto de solubilidad.

$$Q = [\text{Cd}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 > K_s$$

La concentración de ion cadmio es

$$[\text{Cd}^{2+}] = \frac{1,1 \text{ mg}}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{1 \text{ g}}{10^3 \text{ mg}} \cdot \frac{1 \text{ mol Cd}^{2+}}{112 \text{ g Cd}^{2+}} = 9,8 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

Suponiendo que esta concentración no varía al añadirle una disolución que contenga iones hidróxido, la concentración de iones hidróxido necesaria para que comience a precipitar hidróxido de cadmio es:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{\frac{K_s}{[\text{Cd}^{2+}]}} = \sqrt{\frac{1,20 \cdot 10^{-14}}{9,8 \cdot 10^{-6}}} = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

El pOH es:

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-] = -\log(3,5 \cdot 10^{-5}) = 4,5$$

El pH es:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 9,5$$

b) Cuando el pH = 12, el pOH = 14 - 12 = 2, y la concentración de iones hidróxido vale:

$$[\text{OH}^-]_b = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-2} = 0,010 \text{ mol/dm}^3$$

La concentración de iones cadmio se calcula a partir del producto de solubilidad:

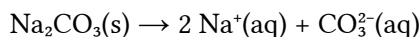
$$[\text{Cd}^{2+}]_b = \frac{K_s}{[\text{OH}^-]_b^2} = \frac{1,20 \cdot 10^{-14}}{0,010^2} = 1,20 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$$
$$[\text{Cd}^{2+}]_b = \frac{1,20 \cdot 10^{-10} \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} \cdot \frac{112 \text{ g Cd}^{2+}}{1 \text{ mol Cd}^{2+}} \cdot \frac{10^3 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ mg/dm}^3$$

◇ CUESTIONES

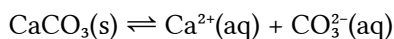
- Se dispone de una disolución acuosa saturada de CaCO_3 en equilibrio con su sólido. Indique cómo se verá modificada su solubilidad al añadirle Na_2CO_3 , considerando esta sal totalmente disociada. Razone la respuesta indicando el equilibrio y la expresión de la constante del producto de solubilidad (K_{ps}). (A.B.A.U. extr. 21)

Solución:

La solubilidad del CaCO_3 será menor que antes por efecto del ion común.
El Na_2CO_3 soluble se disociará totalmente:



lo que produce un aumento en la concentración del ion CO_3^{2-} en la disolución.
Esto provocará un desplazamiento del equilibrio



hacia la formación de la sal sólida, ya que en la expresión del producto de solubilidad,

$$K_s = [\text{Ca}^{2+}]_e \cdot [\text{CO}_3^{2-}]_e$$

un aumento en la concentración del ion CO_3^{2-} tendrá que ser compensada con una disminución en la concentración del ion Ca^{2+} para mantener constante el valor del producto de solubilidad, que es una constante de equilibrio que solo cambia con la temperatura.

Es decir, la sal estará menos disociada y la solubilidad será menor.

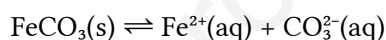
2. b) Razona cómo varía la solubilidad del FeCO_3 (sal poco soluble) al añadir Na_2CO_3 a una disolución acuosa de la dicha sal.

(A.B.A.U. extr. 18)

Solución:

b) La solubilidad disminuye en presencia de un ion común.

Para una sal poco soluble como el carbonato de hierro(II) el sólido se encuentra en equilibrio con los iones disueltos.



La solubilidad s (concentración de la disolución saturada), se puede calcular de la expresión de la constante de equilibrio:

		FeCO_3	\rightleftharpoons	CO_3^{2-}	Fe^{2+}	
Concentración en el equilibrio	$[\text{X}]_e$			s	s	mol/dm^3

$$K_s = [\text{CO}_3^{2-}] \cdot [\text{Fe}^{2+}] = s \cdot s = s^2$$

El carbonato de sodio es un electrolito fuerte que, en disoluciones diluidas, está totalmente disociado.



Al añadir a una disolución de carbonato de hierro(II) en equilibrio una disolución acuosa de carbonato de sodio, que se disuelve totalmente, el equilibrio se desplaza, siguiendo la ley de Lee Chatelier, en el sentido de consumir el ion carbonato extra y de formar mayor cantidad de precipitado de carbonato de hierro(II), dejando menos iones hierro(II) en la disolución.

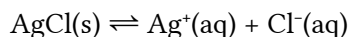
3. b) Razona si es correcta la siguiente afirmación: la solubilidad del cloruro de plata (sal poco soluble) es igual en agua pura que en una disolución de cloruro de sodio.

(A.B.A.U. ord. 18)

Solución:

b) Incorrecta. La solubilidad disminuye en presencia de un ion común.

Para una sal poco soluble, por ejemplo el cloruro de plata, el sólido se encuentra en equilibrio con los iones disueltos.

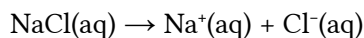


La solubilidad s (concentración de la disolución saturada), se puede calcular de la expresión de la constante de equilibrio:

		AgCl	⇌	Cl ⁻	Ag ⁺	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			s	s	mol/dm ³

$$K_s = [\text{Cl}^-] \cdot [\text{Ag}^+] = s \cdot s = s^2$$

El cloruro de sodio es un electrolito fuerte que, en disoluciones diluidas, está totalmente disociado.



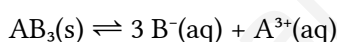
Al añadir a una disolución de cloruro de plata en equilibrio una cantidad de cloruro de sodio, que se disuelve totalmente, el equilibrio se desplaza, siguiendo la ley de Le Chatelier, en el sentido de consumir el ion cloruro extra y de formar mayor cantidad de precipitado de cloruro de plata, dejando menos iones plata en la disolución.

4. Se pone en un vaso con agua cierta cantidad de una sal poco soluble, de fórmula general AB₃, y no se disuelve completamente. El producto de solubilidad de la sal es K_s.
- Deduce la expresión que relaciona la concentración de A³⁺ con el producto de solubilidad de la sal.
 - A continuación se introduce en el vaso una cantidad de una sal soluble CB₂. ¿Qué variación produce en la solubilidad de la sal AB₃?

(P.A.U. jun. 05)

Solución:

- a) Se llama *s* a la solubilidad (concentración de la disolución saturada).
La ecuación del equilibrio de solubilidad es

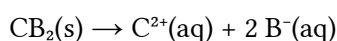


		AB ₃	⇌	3 B ⁻	A ³⁺	
Concentración en el equilibrio	[X] _e			3 s	s	mol/dm ³

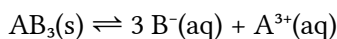
La constante de equilibrio o producto de solubilidad es:

$$K_s = [\text{A}^{3+}]_e \cdot [\text{B}^-]_e^3 = s (3 s)^3 = 27 s^4 = 27 [\text{A}^{3+}]^4$$

- b) La solubilidad de la sal AB₃ será menor que antes por efecto del ion común.
La sal CB₂ soluble se disociará totalmente:



lo que produce un aumento en la concentración del ion B⁻ en la disolución.
Esto provocará un desplazamiento del equilibrio



hacia la formación de la sal sólida, ya que en la expresión del producto de solubilidad,

$$K_s = [\text{A}^{3+}]_e \cdot [\text{B}^-]_e^3$$

un aumento en la concentración del ion B⁻ tendrá que ser compensada con una disminución en la concentración del ion A³⁺ para mantener constante el valor del producto de solubilidad, que es una constante de equilibrio que solo cambia con la temperatura.

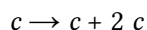
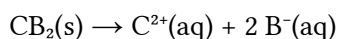
Es decir, la sal estará menos disociada y la solubilidad será menor.

(Si hubiese que realizar el cálculo, sería conveniente usar la situación equivalente a la de intentar disolver la sal AB₃(s) en una disolución que contiene una cantidad *n* de CB₂ en el volumen *V* de disolución de la disolución original.)

La concentración *c* de CB₂ será:

$$c = [\text{CB}_2] = n / V$$

Al ser CB₂ una sal soluble, estará totalmente disociada:



Como hay una concentración del ion B^{-} (efecto del ion común), la solubilidad de la sal AB_3 será menor.

		AB_3	\rightleftharpoons	$3 B^{-}$	A^{3+}	
Concentración inicial	$[X]_0$			$2 c$	0	mol/dm ³
Concentración que reacciona o se forma	$[X]_r$	s_b	\rightarrow	$3 s_b$	s_b	mol/dm ³
Concentración en el equilibrio	$[X]_e$			$3 s_b + 2 c$	s_b	mol/dm ³

$$K_s = [A^{3+}]_e \cdot [B^{-}]_e^3 = s_b (3 s_b + 2 c)^3$$

La solución de esta ecuación se haría por métodos de aproximación)

5. Justifica si esta afirmación es correcta:

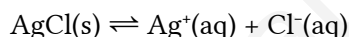
b) La presencia de un ion común disminuye la solubilidad de una sal ligeramente soluble.

(P.A.U. jun. 14)

Solución:

b) Verdadera. La solubilidad disminuye en presencia de un ion común.

Para una sal poco soluble, por ejemplo el cloruro de plata, el sólido se encuentra en equilibrio con los iones disueltos.



La solubilidad s (concentración de la disolución saturada), se puede calcular de la expresión de la constante de equilibrio:

		$AgCl$	\rightleftharpoons	Cl^{-}	Ag^{+}	
Concentración en el equilibrio	$[X]_e$			s	s	mol/dm ³

$$K_s = [Cl^{-}] \cdot [Ag^{+}] = s \cdot s = s^2$$

El cloruro de sodio es un electrolito fuerte que, en disoluciones diluidas, está totalmente disociado.



Al añadir a una disolución de cloruro de plata en equilibrio una cantidad de cloruro de sodio, que se disuelve totalmente, el equilibrio se desplaza, siguiendo la ley de Le Chatelier, en el sentido de consumir el ion cloruro extra y de formar mayor cantidad de precipitado de cloruro de plata, dejando menos iones plata en la disolución.

6. Se dispone de una disolución saturada de cloruro de plata en agua. Indica razonadamente, que sucedería si a esta disolución:

a) Se le añaden 2 g de NaCl.

b) Se le añaden 10 cm³ de agua.

(P.A.U. sep. 08)

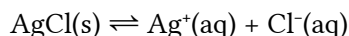
Solución:

a) La solubilidad disminuiría por el efecto del ion común.

El cloruro de sodio es un electrolito fuerte que, en disoluciones diluidas, está totalmente disociado.



El cloruro de plata es una sal poco soluble. El sólido se encuentra en equilibrio con los iones disueltos



Al añadir NaCl, que se disuelve totalmente, el equilibrio se desplaza, siguiendo la ley de Le Chatelier, en el sentido de consumir el ion cloruro extra y de formar mayor cantidad de precipitado, dejando menos iones plata en la disolución.

Si no había sólido en equilibrio con la disolución saturada, se formaría un precipitado de cloruro de plata.

b) Si hay sólido en equilibrio con la disolución saturada, parte del sólido se disuelve hasta alcanzar el nuevo equilibrio. La solubilidad se mantendría, pero se disolvería más cantidad del cloruro de plata sólido, ya que al haber más volumen de disolución, habría más cantidad de soluto disuelto.

Si no hay sólido en equilibrio con la disolución saturada, la concentración de la disolución disminuiría.

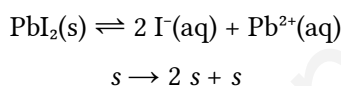
7. a) Expresa la relación que existe entre la solubilidad y el producto de solubilidad para el yoduro de plomo(II).
 b) Si se dispone de una disolución saturada de carbonato de calcio en equilibrio con su sólido, ¿cómo se verá modificada la solubilidad del precipitado al añadirle carbonato de sodio? Razona las respuestas.

(P.A.U. jun. 09)

Solución:

a) Se llama s a la solubilidad (concentración de la disolución saturada).

La ecuación del equilibrio puede escribirse:



La constante de equilibrio o producto de solubilidad es:

$$K_s = [\text{Pb}^{2+}]_e \cdot [\text{I}^-]_e^2 = s(2s)^2 = 4s^3$$

$$s = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}}$$

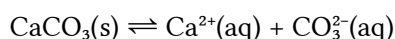
b) La solubilidad del CaCO_3 será menor que antes por efecto del ion común.

El Na_2CO_3 soluble se disociará totalmente:



lo que produce un aumento en la concentración del ion CO_3^{2-} en la disolución.

Esto provocará un desplazamiento del equilibrio



hacia la formación de la sal sólida, ya que en la expresión del producto de solubilidad,

$$K_s = [\text{Ca}^{2+}]_e \cdot [\text{CO}_3^{2-}]_e$$

un aumento en la concentración del ion CO_3^{2-} tendrá que ser compensada con una disminución en la concentración del ion Ca^{2+} para mantener constante el valor del producto de solubilidad, que es una constante de equilibrio que solo cambia con la temperatura.

Es decir, la sal estará menos disociada y la solubilidad será menor.

8. Como es conocido, el ion plata precipita con iones Cl^- , I^- y CrO_4^{2-} , con los siguientes datos:

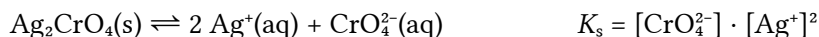
$$K_s(\text{AgCl}) = 1,7 \cdot 10^{-10}; K_s(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-12} \text{ y } K_s(\text{AgI}) = 8,5 \cdot 10^{-17}$$

- a) Explica razonadamente lo que sucederá si se añade una disolución acuosa de nitrato de plata lentamente, a una disolución acuosa que contiene los tres aniones a la misma concentración.
 b) Indica los equilibrios y las expresiones de la constante del producto de solubilidad para cada una de las reacciones entre el anión y el ion plata.

(P.A.U. jun. 10)

Solución:

Las ecuaciones de equilibrio son:



Para una determinada concentración «c» de ion plata, la concentración de cada anión cuando comience a precipitar la sal correspondiente es:

$$[\text{Cl}^-]_p = \frac{K_{ps}(\text{AgCl})}{[\text{Ag}^+]} = \frac{1,7 \cdot 10^{-10}}{c}$$

$$[\text{I}^-]_p = \frac{K_{ps}(\text{AgI})}{[\text{Ag}^+]} = \frac{8,5 \cdot 10^{-17}}{c}$$

$$[\text{CrO}_4^{2-}]_p = \frac{K_{ps}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4)}{[\text{Ag}^+]^2} = \frac{1,1 \cdot 10^{-12}}{c^2}$$

Al añadir lentamente la disolución que contiene los tres aniones, las concentraciones de ellos serán muy pequeñas e irán aumentando. El anión que alcance primero la concentración necesaria será el que produzca el primer precipitado.

Para cualquier concentración de ion plata, la concentración necesaria de ion yoduro será siempre menor que la de ion cloruro.

$$[\text{I}^-]_p < [\text{Cl}^-]_p$$

Por lo tanto el yoduro de plata precipitará antes que el cloruro de plata.

El yoduro de plata también precipitará antes que el cromato de plata siempre que la concentración de ion plata c sea menor que $1,1 \cdot 10^{-12} / 8,5 \cdot 10^{-17} = 1,3 \cdot 10^4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. Ese valor es tan elevado que la condición se cumplirá siempre

$$[\text{I}^-]_p < [\text{CrO}_4^{2-}]_p$$

Precipitará en primero lugar el AgI.

A medida que va precipitando AgI, la concentración del ion Ag^+ va disminuyendo. También disminuye la de ion yoduro, pero se va compensando en parte por la adición de la disolución que contiene los tres aniones.

Cuando la concentración de ion plata «c» quede por debajo de $1,1 \cdot 10^{-12} / 1,7 \cdot 10^{-10} = 6,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, la concentración de ion cloruro necesaria para que precipite el cloruro de plata es menor que la de ion cromato.

$$[\text{Cl}^-]_p < [\text{CrO}_4^{2-}]_p$$

Cuando se agote el ion yoduro (o más exactamente cuando la concentración de ion yoduro quede por debajo de $8,5 \cdot 10^{-17} / c$) lo que precipitará será AgCl.

Solo al final, cuando ya no quede ni ion cloruro ni ion yoduro, si aún hay ion plata, acabará precipitando el cromato de plata.

◊ LABORATORIO

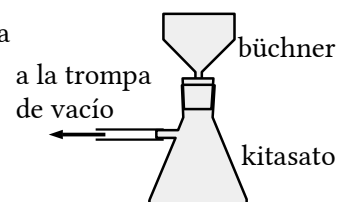
- ¿Para qué sirve un embudo büchner? ¿Y un matraz kitasato? Haz un esquema de montaje para la utilización de ambos.

(P.A.U. sep. 11)

Solución:

Para realizar una filtración a vacío.

Se coloca el papel de filtro en el interior del embudo büchner, se ajusta a la boca de un matraz kitasato y se conecta a una trompa de vacío.



Se vierte sobre el embudo büchner la disolución con el precipitado, y se recoge este sobre el papel de filtro

2. Se disuelven 3,0 g de SrCl_2 en 25 cm^3 de agua y 4,0 g de Li_2CO_3 en otros 25 cm^3 de agua. A continuación, se mezclan las dos disoluciones, llevándose a cabo la formación de un precipitado del que se obtienen 1,55 g.
- Escribe la reacción que tiene lugar, identificando el precipitado, y calcula el rendimiento de la misma.
 - Describe el procedimiento que emplearía en el laboratorio para separar el precipitado obtenido, dibujando el montaje y el material que precisa emplear.

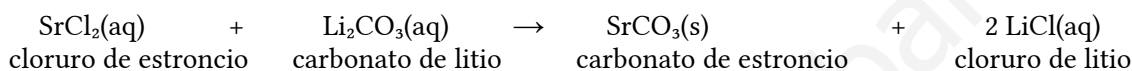
(A.B.A.U. ord. 22)

Rta.: Rto. = 56 %.

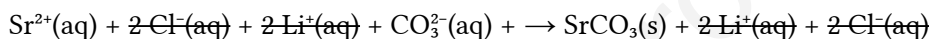
Solución:

Se obtiene un precipitado de carbonato de estroncio.

La reacción de precipitación es:



Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



Cálculo de la cantidad de precipitado (tomando 2 cifras significativas)

Se calcula la masa de sulfato de bario que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de bario y sulfato de calcio .

Cantidades iniciales de los reactivos:

$$n_0(\text{SrCl}_2) = \frac{3,0 \text{ g SrCl}_2}{159 \text{ g/mol}} = 0,019 \text{ mol SrCl}_2$$

$$n_0(\text{Li}_2\text{CO}_3) = \frac{4,0 \text{ g Li}_2\text{CO}_3}{73,9 \text{ g/mol}} = 0,054 \text{ mol Li}_2\text{CO}_3$$

Como reaccionan mol a mol, la cantidad de carbonato de litio necesaria para reaccionar con el cloruro de estroncio es:

$$n(\text{Li}_2\text{CO}_3) = 0,019 \text{ mol Li}_2\text{CO}_3$$

Cómo hay 0,054 mol, más de los necesarios, el reactivo limitante es el cloruro de estroncio.

La masa teórica de precipitado sería:

$$m = 0,019 \text{ mol SrCl}_2 \frac{1 \text{ mol Sr}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol SrCl}_2} \frac{148 \text{ g Sr}_2\text{CO}_3}{1 \text{ mol Sr}_2\text{CO}_3} = 2,8 \text{ g Sr}_2\text{CO}_3$$

Como la masa de precipitado fue de 1,55 g, el rendimiento de la reacción valdrá:

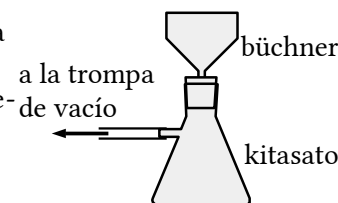
$$\text{Rto.} = \frac{1,55 \text{ g SrCO}_3 \text{ obtenidos}}{2,8 \text{ g SrCO}_3 \text{ teóricos}} = 0,56 = 56 \%$$

Procedimiento

Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.



Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave. Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.

3. Se mezclan 20 cm³ de una disolución acuosa de BaCl₂ de concentración 0,5 mol/dm³ con 80 cm³ de una disolución acuosa de CaSO₄ de concentración 0,04 mol/dm³.
- Escribe la reacción química que tiene lugar, nombra los compuestos y calcula la cantidad en gramos del precipitado obtenido.
 - Nombra y dibuja el material y describe el procedimiento que emplearía en el laboratorio para separar el precipitado.

(A.B.A.U. extr. 21)

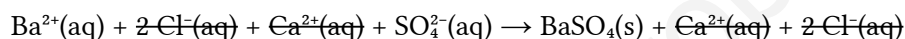
Rta.: a) $m = 0,75 \text{ g BaSO}_4$

Solución:

Se obtiene un precipitado de sulfato de bario.
La reacción de precipitación es:



Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



Cálculo de la cantidad de precipitado (suponiendo 2 cifras significativas)

Se calcula la masa de sulfato de bario que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de bario y sulfato de calcio.

Cantidades iniciales de los reactivos:

$$n_0(\text{BaCl}_2) = 20 \text{ cm}^3 \text{ D } \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,50 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol BaCl}_2$$

$$n_0(\text{CaSO}_4) = 80 \text{ cm}^3 \text{ D } \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,040 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol CaSO}_4$$

Como reaccionan tierna a tierna, la cantidad de sulfato de calcio necesaria para reaccionar con el cloruro de bario es

$$n(\text{CaSO}_4) = 10 \cdot 10^{-3} \text{ mol CaSO}_4$$

Como solo hay $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, menos del necesario, el reactivo limitante es el sulfato de calcio.

La masa teórica de precipitado sería:

$$m = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol CaSO}_4 \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol CaSO}_4} \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 0,75 \text{ g BaSO}_4$$

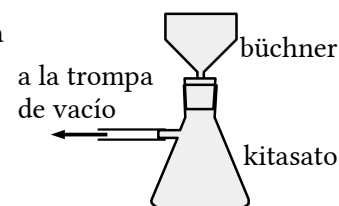
Procedimiento

Para separar el precipitado, colóquese un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajustase el embudo büchner sobre uno matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato la una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre lo precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave. Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.



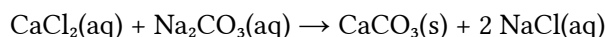
4. Se mezclan 25,0 cm³ de una disolución de CaCl₂ de concentración 0,02 mol/dm³ y 25,0 cm³ de una disolución de Na₂CO₃ de concentración 0,03 mol/dm³.
- Indica el precipitado que se obtiene y la reacción química que tiene lugar.
 - Describe el material y el procedimiento empleado para su separación.

(P.A.U. sep. 08)

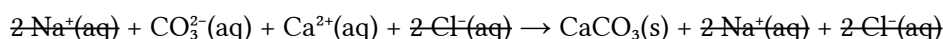
Solución:

Se obtiene un precipitado de carbonato de calcio.

La reacción de precipitación es:



Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:

**Procedimiento**

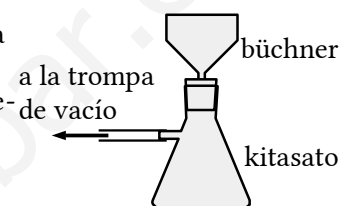
Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave.

Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.

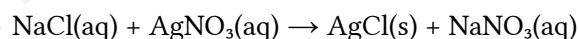


5. Al mezclar 25 cm³ de una disolución de AgNO₃ de concentración 0,01 mol/dm³ con 10 cm³ de una disolución de NaCl de concentración 0,04 mol/dm³ se obtiene un precipitado de cloruro de plata.
- Escribe la reacción que tiene lugar y calcula la cantidad máxima de precipitado que se podría obtener.
 - Describe el procedimiento y nombra el material que utilizarías en el laboratorio para separar el precipitado.

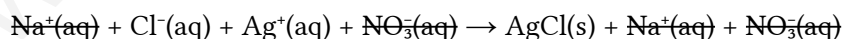
(A.B.A.U. ord. 18)

Solución:

a) La reacción es:



Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:

**Cálculo de la cantidad máxima de precipitado** (suponiendo 2 cifras significativas)

Se calcula la masa de cloruro de plata que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de sodio y nitrato de plata.

Cantidades iniciales de los reactivos:

$$n_0(\text{NaCl}) = 10 \text{ cm}^3 \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,040 \text{ mol NaCl}}{1 \text{ dm}^3} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol NaCl}$$

$$n_0(\text{AgNO}_3) = 25 \text{ cm}^3 \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,010 \text{ mol AgNO}_3}{1 \text{ dm}^3} = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol AgNO}_3$$

Como reaccionan mol a mol, la cantidad de AgNO₃ necesaria para reaccionar con el NaCl es

$$n(\text{AgNO}_3) = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol AgNO}_3$$

Como solo hay $2,5 \cdot 10^{-4}$ mol, el reactivo limitante es el nitrato de plata.

La masa que se puede obtener es:

$$m = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ mol AgNO}_3 \cdot \frac{1 \text{ mol AgCl}}{1 \text{ mol AgNO}_3} \cdot \frac{143 \text{ g AgCl}}{1 \text{ mol AgCl}} = 0,036 \text{ g AgCl}$$

Procedimiento

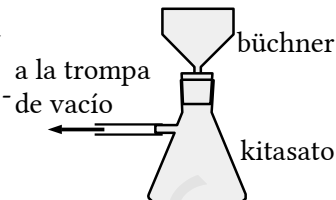
Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave.

Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.



6. En el laboratorio se mezclan $20,0 \text{ cm}^3$ de una disolución de concentración $0,03 \text{ mol/dm}^3$ de cloruro de bario y 15 cm^3 de una disolución de concentración $0,1 \text{ mol/dm}^3$ de sulfato de cinc.

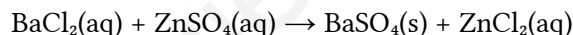
- Escribe la reacción que tiene lugar y calcula el rendimiento si se obtuvieron $0,10 \text{ g}$ de sulfato de bario.
- Describe el procedimiento e indica el material que emplearía para separar el precipitado.

(A.B.A.U. ord.)

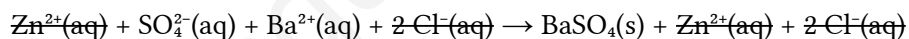
Rta.: rendimiento del 71 %

Solución:

a) La reacción de precipitación es:



Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



Cálculo de la cantidad de precipitado (suponiendo 2 cifras significativas)

Se calcula la masa de sulfato de bario que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de bario y sulfato de cinc.

Cantidades iniciales de los reactivos:

$$n_0(\text{BaCl}_2) = 20 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,030 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol BaCl}_2$$

$$n_0(\text{ZnSO}_4) = 15 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,10 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol ZnSO}_4$$

Como reaccionan mol a mol, la cantidad de sulfato de cinc necesaria para reaccionar con el cloruro de bario es

$$n(\text{ZnSO}_4) = 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol ZnSO}_4$$

Cómo hay $1,5 \cdot 10^{-3}$ mol, más que el necesario, el reactivo limitante es el cloruro de bario.

La masa teórica de precipitado sería:

$$m = 6,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol BaCl}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol BaCl}_2} \cdot \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 0,14 \text{ g BaSO}_4$$

El rendimiento se obtiene dividiendo la masa obtenida entre la calculada y se expresa el resultado en tanto por ciento. Como solo se obtuvieron $0,10 \text{ g}$, el rendimiento es:

$$rto. = \frac{0,10 \text{ g obtenidos}}{0,14 \text{ g máximo}} = 0,71 = 71 \%$$

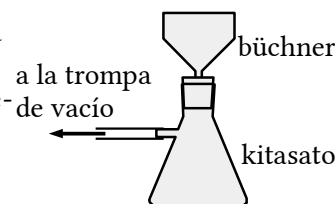
Procedimiento

Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave. Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.



Material

Vasos de precipitados (2), varilla de vidrio, embudo büchner, matraz kitasato, papel de filtro.

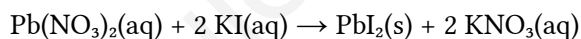
7. En el laboratorio se mezclan 30 cm³ de una disolución de concentración 0,1 mol/dm³ de Pb(NO₃)₂ y 40 cm³ de una disolución de concentración 0,1 mol/dm³ de KI, obteniéndose 0,86 gramos de un precipitado de PbI₂.
- Escribe la reacción que tiene lugar y calcula el porcentaje de rendimiento de la misma.
 - Indica el material y el procedimiento que emplearías para separar el precipitado formado.

(A.B.A.U. ord. 19)

Rta.: rendimiento del 93 %

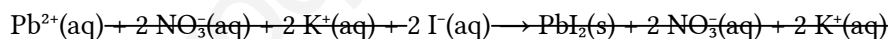
Solución:

a) La reacción es:



Se obtiene un precipitado de yoduro de plomo(II).

Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



Cálculo del rendimiento (suponiendo 2 cifras significativas)

Se calcula la masa de yoduro de plomo(II) que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de yoduro de potasio y nitrato de plomo(II).

Cantidades iniciales de los reactivos:

$$n_0(\text{KI}) = 40 \text{ cm}^3 \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,10 \text{ mol KI}}{1 \text{ dm}^3} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol KI}$$

$$n_0(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 30 \text{ cm}^3 \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,10 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2}{1 \text{ dm}^3} = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2$$

Cantidad de Pb(NO₃)₂ necesaria para reaccionar con el KI:

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol KI} \frac{1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2}{2 \text{ mol KI}} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2$$

Como la cantidad que hay de Pb(NO₃)₂ (3,0 · 10⁻³ mol) es mayor que (2,0 · 10⁻³ mol) la necesaria para reaccionar con todo el KI, lo reactivo limitante es el KI. La cantidad máxima de PbI₂ que se puede formar en la reacción es:

$$n = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol KI} \frac{1 \text{ mol PbI}_2}{2 \text{ mol KI}} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol PbI}_2$$

La masa que se puede obtener es:

$$m = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol PbI}_2 \frac{461 \text{ g PbI}_2}{1 \text{ mol PbI}_2} = 0,92 \text{ g PbI}_2$$

El rendimiento se obtiene dividiendo la masa obtenida entre la calculada y se expresa el resultado en tanto por ciento. Como solo se obtuvieron 0,86 g, el rendimiento es:

$$rto. = \frac{0,86 \text{ g obtenidos}}{0,92 \text{ g máximo}} = 0,93 = 93 \%$$

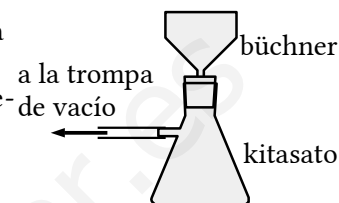
Procedimiento

Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave. Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.



8. Se mezclan 20 cm³ de disolución de Na₂CO₃ de concentración 0,15 mol/dm³ y 50 cm³ de disolución de CaCl₂ de concentración 0,10 mol/dm³, obteniéndose 0,27 g de un precipitado de CaCO₃.

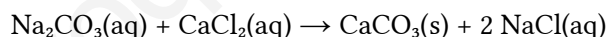
- Escribe la reacción que tiene lugar y calcula el porcentaje de rendimiento de la reacción.
- Describe el procedimiento que emplearías en el laboratorio para separar el precipitado obtenido, haciendo un esquema del montaje y el material que hay que emplear.

(A.B.A.U. extr. 18)

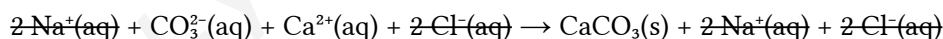
Rta.: rendimiento del 90%

Solución:

a) La reacción es:



Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



Cálculo del rendimiento (suponiendo 2 cifras significativas)

Se calcula la masa de carbonato de calcio que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de calcio y carbonato de sodio.

Cantidades iniciales de los reactivos:

$$n_0(\text{CaCl}_2) = 50 \text{ cm}^3 \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,10 \text{ mol CaCl}_2}{1 \text{ dm}^3} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol CaCl}_2$$

$$n_0(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 20 \text{ cm}^3 \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,15 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{1 \text{ dm}^3} = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

Como reaccionan mol a mol, la cantidad de Na₂CO₃ necesaria para reaccionar con el CaCl₂ es:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

Como solo hay 3,0 · 10⁻³ mol, el reactivo limitante es el carbonato de sodio.

Se producirán como máximo:

$$m = 3,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol Na}_2\text{CO}_3 \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3} \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 0,30 \text{ g CaCO}_3$$

Como solo se obtienen 0,27 g, el rendimiento es

$$rto. = \frac{0,27 \text{ g obtenidos}}{0,30 \text{ g máximo}} = 0,90 = 90 \%$$

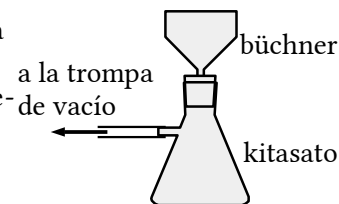
Procedimiento

Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave. Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.



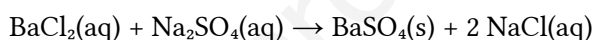
9. Se mezclan 10 cm³ de una disolución de BaCl₂ de concentración 0,01 mol/dm³ con 40 cm³ de una disolución de sulfato de sodio de concentración 0,01 mol/dm³ obteniéndose cloruro de sodio y un precipitado de sulfato de bario.

- Escribe la reacción que tiene lugar e indica la cantidad de precipitado que se obtiene.
- Indica el material y el procedimiento que emplearías para separar el precipitado formado.

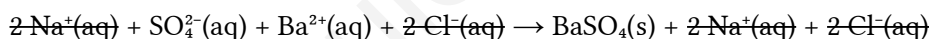
(A.B.A.U. extr. 17)

Solución:

a) La reacción de precipitación es:



Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



Cálculo de la cantidad de precipitado (suponiendo 2 cifras significativas)

Se calcula la masa de sulfato de bario que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de bario y sulfato de sodio.

Cantidades iniciales de los reactivos:

$$n_0(\text{BaCl}_2) = 10 \text{ cm}^3 \text{ D } \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,010 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol BaCl}_2$$

$$n_0(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 40 \text{ cm}^3 \text{ D } \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,010 \text{ mol}}{1 \text{ dm}^3} = 4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

Como reaccionan mol a mol, la cantidad de sulfato de sodio necesaria para reaccionar con el cloruro de bario es

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol Na}_2\text{SO}_4$$

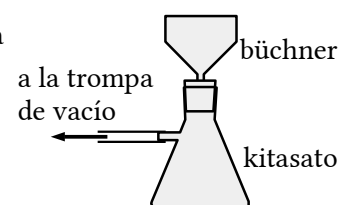
Como hay 4,0 · 10⁻³ mol, más que lo necesario, el reactivo limitante es el cloruro de bario.

Se obtiene de precipitado:

$$m = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol BaCl}_2 \frac{1 \text{ mol BaSO}_4}{1 \text{ mol BaCl}_2} \frac{233 \text{ g BaSO}_4}{1 \text{ mol BaSO}_4} = 0,023 \text{ g BaSO}_4$$

Procedimiento

Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.



Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave.

Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.

Material

Vasos de precipitados (2), varilla de vidrio, embudo büchner, matraz kitasato, papel de filtro.

10. Al hacer reaccionar una disolución de cloruro de calcio y otra de carbonato de sodio, se obtiene un precipitado de carbonato de calcio.

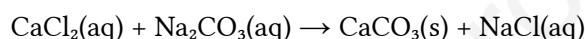
a) Escribe la reacción que tiene lugar e indica cómo calcularías el porcentaje del rendimiento de la reacción.

b) Indica el material y describe el procedimiento a seguir en el laboratorio para la obtención y separación del precipitado.

(P.A.U. jun. 15)

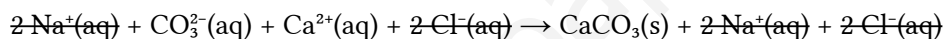
Solución:

Se produce la reacción de precipitación:



y se obtiene un precipitado de carbonato de calcio.

Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



Cálculo del rendimiento

Se calcula la masa de carbonato de calcio que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de calcio y carbonato de sodio.

El rendimiento se obtiene dividiendo la masa obtenida entre la calculada y se expresa el resultado en tanto por ciento.

Material

Vasos de precipitados (2), varilla de vidrio, embudo büchner, matraz kitasato, papel de filtro.

Procedimiento

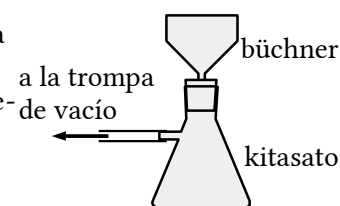
Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave.

Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.



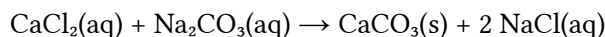
11. a) 2,0 g de CaCl_2 se disuelven en 25 mL de agua y 3,0 g de Na_2CO_3 en otros 25 mL de agua. Seguidamente se mezclan las dos disoluciones. Escribe la reacción que tiene lugar identificando el precipitado que se produce y la cantidad máxima que se podría obtener.

b) Describe la operación que emplearías en el laboratorio para separar el precipitado obtenido, dibujando el montaje y el material a emplear.

(P.A.U. sep. 16)

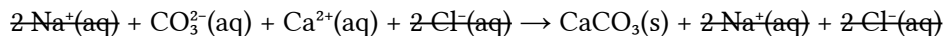
Solución:

a) Se produce la reacción de precipitación:



y se obtiene un precipitado de carbonato de calcio.

Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



Cálculo de la cantidad máxima de precipitado (suponiendo 2 cifras significativas)

Se calcula la masa de carbonato de calcio que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de cloruro de calcio y carbonato de sodio.

Cantidades iniciales de los reactivos:

$$n_0(\text{CaCl}_2) = 2,0 \text{ g} \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{111 \text{ g CaCl}_2} = 0,018 \text{ mol CaCl}_2$$

$$n_0(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 3,0 \text{ g} \frac{1 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3}{106 \text{ g Na}_2\text{CO}_3} = 0,028 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

Como reaccionan mol a mol, la cantidad de Na_2CO_3 necesaria para reaccionar con el CaCl_2 es:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,018 \text{ mol Na}_2\text{CO}_3$$

Como hay 0,028 mol, más del necesario, el reactivo limitante es el cloruro de calcio.

Se producirán como máximo:

$$m = 0,0180 \text{ mol CaCl}_2 \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCl}_2} \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 1,80 \text{ g CaCO}_3$$

Procedimiento

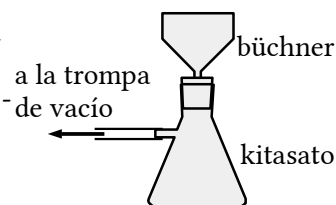
Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave.

Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.

Material

Vasos de precipitados (2), varilla de vidrio, embudo büchner, matraz kitasato, papel de filtro.

12. Describe una reacción de precipitación que haya realizado en el laboratorio. Dibuja el material y explica el modo de utilizarlo. Escribe la reacción que tiene lugar. ¿Cómo calcularías el rendimiento?

(P.A.U. sep. 05)

Solución:

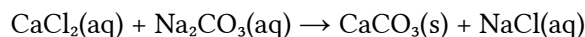
La reacción entre el cloruro de calcio CaCl_2 y el carbonato de sodio Na_2CO_3

Se pesan 5,0 g de cloruro de calcio en una balanza granataria sobre un vidrio de reloj y se disuelven en una cantidad de agua muy pequeña en un vaso de precipitados, agitando con una varilla de vidrio.

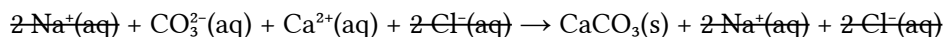
Se pesa una masa de carbonato de sodio mayor que la calculada para la reacción y se disuelve también en poca cantidad de agua en otro vaso de precipitados.

Se calienta la disolución de cloruro de calcio con un mechero Bunsen y se vierte la disolución de carbonato de sodio sobre ella, agitando la mezcla con una varilla de vidrio. Luego se deja enfriar.

Se produce la reacción de precipitación:



Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



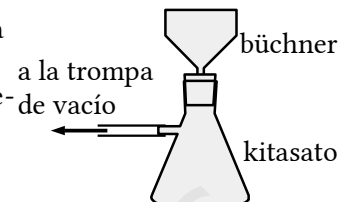
Procedimiento

Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desenchaja el embudo y se cierra la llave. Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.



Se pesa el precipitado sobre el papel de filtro. Se resta a la masa que daba la balanza, la masa de un papel de filtro seco.

Para calcular el rendimiento, se calcula la cantidad esperada de CaCO_3 de la reacción:

$$m(\text{CaCO}_3) = 5,0 \text{ g CaCl}_2 \cdot \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{110 \text{ g CaCl}_2} \cdot \frac{1 \text{ mol CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCl}_2} \cdot \frac{100 \text{ g CaCO}_3}{1 \text{ mol CaCO}_3} = 5,5 \text{ g CaCO}_3$$

y se divide la cantidad obtenida entre la esperada. Si se hubiesen obtenido 5,2 g de CaCO_3 , el rendimiento sería:

$$r = \frac{5,2 \text{ g obtenidos CaCO}_3}{5,5 \text{ g calculados CaCO}_3} = 0,94 = 94 \%$$

13. Se mezclan 50 cm^3 de disolución de concentración $0,1 \text{ mol/dm}^3$ de KI y 20 cm^3 de disolución de concentración $0,1 \text{ mol/dm}^3$ de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ obteniéndose 0,51 g de un precipitado de PbI_2 .

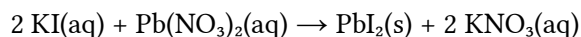
- Escribe la reacción que tiene lugar e indica el porcentaje del rendimiento de la reacción.
- Indica el material y describe el procedimiento a seguir en el laboratorio para la obtención y separación del precipitado.

(P.A.U. jun. 16)

Rta.: rendimiento del 55 %

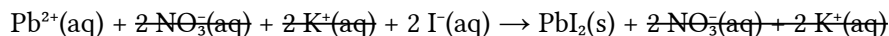
Solución:

Se produce la reacción de precipitación:



Se obtiene un precipitado de yoduro de plomo(II).

Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



Cálculo del rendimiento (suponiendo 2 cifras significativas)

Se calcula la masa de yoduro de plomo(II) que debería obtenerse a partir de los datos de las disoluciones de yoduro de potasio y nitrato de plomo(II).

Cantidades presentes de reactivos:

$$n(\text{KI}) = 50 \text{ cm}^3 \cdot \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \cdot \frac{0,1 \text{ mol KI}}{1 \text{ dm}^3} = 0,005 \text{ mol KI}$$

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 20 \text{ cm}^3 \frac{1 \text{ dm}^3}{10^3 \text{ cm}^3} \frac{0,1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2}{1 \text{ dm}^3} = 0,002 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2$$

Cantidad de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ necesaria para reaccionar con el KI:

$$n(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2) = 0,005 \text{ mol KI} \frac{1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2}{2 \text{ mol KI}} = 0,0025 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2$$

Como la cantidad de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (0,002 mol) es menor que (0,0025 mol) la necesaria para reaccionar con todo el KI, el $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ es el reactivo limitante. La cantidad de PbI_2 que se forma de la reacción es:

$$n(\text{PbI}_2) = 0,002 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2 \frac{1 \text{ mol PbI}_2}{1 \text{ mol Pb}(\text{NO}_3)_2} = 0,002 \text{ mol PbI}_2$$

La masa que se puede obtener es:

$$m(\text{PbI}_2) = 0,002 \text{ mol PbI}_2 \frac{461 \text{ g PbI}_2}{1 \text{ mol PbI}_2} = 0,92 \text{ g PbI}_2$$

El rendimiento se obtiene dividiendo la masa obtenida entre la calculada y se expresa el resultado en tanto por ciento. Como solo se han obtenido 0,51 g, el rendimiento es:

$$r = \frac{0,51 \text{ g PbI}_2 \text{ obtenidos}}{0,92 \text{ g PbI}_2 \text{ teóricos}} = 0,55 = 55 \%$$

Material

Vasos de precipitados (2), varilla de vidrio, embudo büchner, matraz kitasato, papel de filtro.

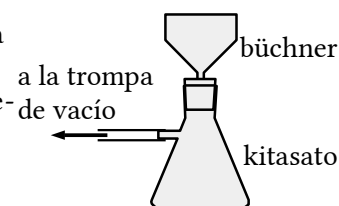
Procedimiento

Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.

Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desencaja el embudo y se cierra la llave. Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.



14. Vertemos en dos tubos de ensayo disoluciones de AgNO_3 , en uno, y de NaCl en el otro. Al mezclar ambas disoluciones se forma instantáneamente un precipitado, que poco a poco, va sedimentando en el fondo del tubo.

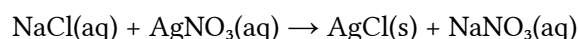
a) Escribe la reacción que tiene lugar.

b) Describe el procedimiento, indicando el material necesario, para separar y recoger el precipitado.

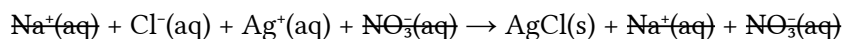
(P.A.U. jun. 08, jun. 06)

Solución:

La reacción es:



Si solo escribimos la reacción iónica que tiene lugar, será:



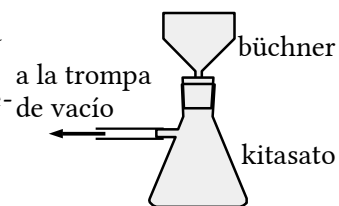
El precipitado es cloruro de plata, compuesto muy poco soluble en agua.

Procedimiento

Para separar el precipitado, se coloca un papel de filtro circular en un embudo büchner ajustándolo para no dejar orificios libres y se humedece con agua para que quede adherido.

Se ajusta el embudo büchner sobre un matraz kitasato y se conecta la rama lateral del kitasato a una trompa de vacío.

Se abre la llave y se vierte el contenido del vaso (precipitado y líquido) en el embudo. Se echa más agua sobre el precipitado que aún queda en el vaso para llevarlo al embudo.



Cuando ya no gotee más agua en el interior del kitasato, se desenaja el embudo y se cierra la llave. Se quita el papel de filtro y se deja a secar un día o dos.

ACLARACIONES

Los datos de los enunciados de los problemas no suelen tener un número adecuado de cifras significativas. Por eso he supuesto que los datos tienen un número de cifras significativas razonables, casi siempre tres cifras significativas. Menos cifras darían resultados, en ciertos casos, con amplio margen de incertidumbre. Así que cuando tomo un dato como $V = 1 \text{ dm}^3$ y lo reescribo como:

Cifras significativas: 3

$$V = 1,00 \text{ dm}^3$$

lo que quiero indicar es que supongo que el dato original tiene tres cifras significativas (no que las tenga en realidad) para poder realizar los cálculos con un margen de incertidumbre más pequeño que el que tendría si lo tomara tal como lo dan. (1 dm^3 tiene una sola cifra significativa, y una incertidumbre relativa del ¡100%! Como las incertidumbres se acumulan a lo largo del cálculo, la incertidumbre final sería inadmisiblemente. Entonces, ¿para qué realizar los cálculos? Con una estimación sería suficiente).

Cuestiones y problemas de las [Pruebas de evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad](#) (A.B.A.U. y P.A.U.) en Galicia.

[Respuestas](#) y composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algunos cálculos se hicieron con una [hoja de cálculo](#) de [LibreOffice](#) u [OpenOffice](#) del mismo autor.

Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Se procuró seguir las [recomendaciones](#) del Centro Español de Metrología (CEM)

Actualizado: 17/07/22

Sumario

SOLUBILIDAD

<u>PROBLEMAS</u>	1
<u>Solubilidad</u>	1
<u>Efecto del ion común</u>	5
<u>Precipitación</u>	17
<u>CUESTIONES</u>	25
<u>LABORATORIO</u>	30

www.yoquieroaprobar.es

Índice de pruebas A.B.A.U. y P.A.U.

2005.....	
1. (jun.).....	27
2. (sep.).....	39
2006.....	
1. (jun.).....	41
2. (sep.).....	4
2007.....	
1. (jun.).....	5
2. (sep.).....	7
2008.....	
1. (jun.).....	41
2. (sep.).....	28, 33
2009.....	
1. (jun.).....	29
2. (sep.).....	20
2010.....	
1. (jun.).....	29
2. (sep.).....	17
2011.....	
1. (jun.).....	21
2. (sep.).....	30
2012.....	
1. (jun.).....	22
2. (sep.).....	23
2013.....	
1. (jun.).....	15
2014.....	
1. (jun.).....	19, 28
2. (sep.).....	10
2015.....	
1. (jun.).....	12, 38
2. (sep.).....	16
2016.....	
1. (jun.).....	24, 40
2. (sep.).....	14, 38
2017.....	
1. (ord.).....	3
2. (extr.).....	1, 37
2018.....	
1. (ord.).....	26, 33
2. (extr.).....	1, 26, 36
2019.....	
1. (ord.).....	9, 35
2. (extr.).....	8
2020.....	
2. (extr.).....	11
2021.....	
1. (ord.).....	5
2. (extr.).....	25, 32
2022.....	
1. (ord.).....	12, 31
2. (extr.).....	2