

7. El nitrat de plata és un sòlid cristallí de color blanc que té moltes aplicacions en fotografia i en la indústria química, i que també s'utilitza com a antisèptic. El catió plata forma sals insolubles amb molts anions. La formació dels precipitats de clorur de plata, bromur de plata i iodur de plata és la base de la determinació d'aquests anions en aigua mitjançant una valoració de precipitació.

a) Tenim 25,0 mL d'una dissolució de nitrat de plata $0,001 \text{ mol L}^{-1}$ i hi afegim una dissolució que conté els anions bromur i iodur. Calculeu quina serà la concentració de cada un d'aquests anions quan comenci la precipitació de la sal insoluble corresponent. Quin serà l'ordre de precipitació? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

b) Per a determinar el contingut d'anió clorur en 25,0 mL d'una mostra d'aigua de l'estany de Banyoles, fem una valoració amb una dissolució de nitrat de plata $0,01 \text{ M}$. Es consumeixen 30,0 mL d'aquesta dissolució per a aconseguir la precipitació completa de l'anió clorur com a clorur de plata. Quina és la concentració d'anió clorur en g L^{-1} en aquesta aigua? Calculeu la solubilitat molar del clorur de plata a 25°C .

[1,25 punts]

DADES: Constants del producte de solubilitat a 25°C : K_{ps} (clorur de plata) = $1,8 \times 10^{-10}$;
 K_{ps} (bromur de plata) = $7,7 \times 10^{-13}$; K_{ps} (iodur de plata) = $8,7 \times 10^{-17}$.
Masses atòmiques relatives: Ag = 107,87; Cl = 35,50.

NOTA: Considereu negligible l'increment de volum de la dissolució de nitrat de plata en afegir la dissolució de l'ió iodur i l'ió bromur.

Solució:

Pregunta 7a

Formulació. Nitrat de plata: AgNO_3

Clorur de plata: AgCl

Bromur de plata: AgBr

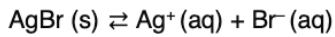
Iodur de plata: AgI

[−0,5 punts si no formulen bé qualsevol de les quatre sals]

- La penalització màxima és de −0,5 punts, només es penalitza una vegada encara que més d'una de les quatre fórmules sigui incorrecta.

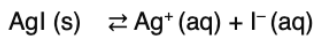
Calculem la concentració de Br^- , I^-

- Els equilibris de les dues sals insolubles són:



[0,15 punts]

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-]$$



[0,15 punts]

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-]$$

- Tenint en compte els valors del K_{ps} , calculem la concentració de cada ió a l'equilibri:

- Si $Q_{ps} > K_{ps}$, es formarà precipitat i si $Q_{ps} < K_{ps}$ no es formarà precipitat de AgBr ni de AgI .

Ió bromur

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = 7,7 \times 10^{-13}$$

$$[\text{Br}^-] = \frac{K_{ps}}{[\text{Ag}^+]} = \frac{7,7 \times 10^{-13}}{0,001 \text{ M}} = 7,7 \times 10^{-10} \text{ M}$$

$$\text{Perquè } \downarrow \text{AgBr, } Q_{ps} > K_{ps} \Rightarrow [\text{Br}^-] > 7,7 \times 10^{-10} \text{ M}$$

[0,30 punts]

Ió iodur

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-] = 8,7 \times 10^{-17}$$

$$[\text{I}^-] = \frac{K_{ps}}{[\text{Ag}^+]} = \frac{8,7 \cdot 10^{-17}}{0,001 \text{ M}} = 8,7 \times 10^{-14} \text{ M}$$

$$\text{Perquè } \downarrow \text{AgI, } Q_{ps} > K_{ps} \Rightarrow [\text{I}^-] > 8,7 \times 10^{-14} \text{ M}$$

[0,30 punts]

Ordre de precipitació

L'ordre de precipitació serà funció de la concentració d'ió necessària per obtenir el precipitat $\text{AgX} \downarrow$ corresponent a cada ió.

La concentració d'ió iodur és menor que la concentració d'ió bromur. Per tant, precipitarà primer el AgI i després el AgBr .

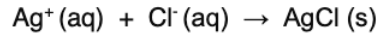
$\Rightarrow [\text{I}^-] < [\text{Br}^-]$; primer precipitarà I^- (AgI) i després Br^- (AgBr).

[0,35 punts]

Pregunta 7b

Concentració de Cl^- en la mostra d'aigua

- La reacció de precipitació del AgCl és:



- Càlcul de $[\text{Cl}^-]$:

$$[\text{Ag}^+] = 0,01 \text{ M}$$

$$V_{\text{Ag}^+} = 30,0 \text{ mL} = 0,030 \text{ L}$$

$$V_{\text{mostra}} (\text{Cl}^-) = 25,0 \text{ mL} = 0,025 \text{ L}$$

- A partir de la **reacció igualada** o indicant que l'**estequiometria és 1 a 1**, es pot calcular la concentració d'ió clorur com:

$$[\text{Ag}^+] \times V_{\text{Ag}^+} = [\text{Cl}^-] \times V_{\text{Cl}^-}$$

$$0,01 \text{ M Ag}^+ \times 0,030 \text{ L} = [\text{Cl}^-] \times 0,025 \text{ L}$$

$$[\text{Cl}^-] = \frac{0,01 \text{ M} \times 0,030 \text{ L}}{0,025 \text{ L}} = 0,012 \text{ M}$$

$$\Rightarrow [\text{Cl}^-] = \mathbf{0,012 \text{ M}}$$

[0,50 punts]

- Canvi d'unitats:

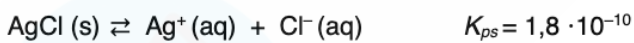
$$0,012 \text{ M Cl}^- \frac{35,5 \text{ g Cl}^-}{1 \text{ mol Cl}^-} = 0,426 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\Rightarrow [\text{Cl}^-] = \mathbf{0,426 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}$$

[0,20 punts]

Solubilitat del AgCl

Les concentracions d'ambdós ions són determinades per l'equilibri:



s s s

$$K_{ps} = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = 1,8 \cdot 10^{-10}$$

[0,20 punts]

En l'equilibri, les concentracions d'ambdós ions seran les mateixes:

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

$$K_{ps} = s^2 = 1,8 \cdot 10^{-10} \quad \Rightarrow \mathbf{s = \sqrt{1,8 \cdot 10^{-10}} = 1,34 \cdot 10^{-5} \text{ M}}$$

$$\Rightarrow \text{La solubilitat del AgCl és } \mathbf{1,34 \cdot 10^{-5} \text{ M}}$$

[0,35 punts]