



1 PROBLEMAS DE QUÍMICA

2.1. Se prepara una disolución mezclando 0,10 L de NaCl 0,12 F, 0,10 L de NaBr 0,14 F y 0,30 L de AgNO₃ 0,10 M.

a) Calcular las concentraciones de todas las especies químicas catiónicas presentes en la disolución final, expresadas en iones-gramo/litro.

b) Idem para las especies químicas aniónicas

c) Explica detalladamente algún método eficaz que permita disolver el producto sólido formado.

Datos: $K_s(\text{AgCl})=1,7 \cdot 10^{-10}$; $K_s(\text{AgBr})=5 \cdot 10^{-13}$

Resuelto por Basileia en <http://docentesconeducacion.es/viewtopic.php?f=92&t=4239#p18339>
>La F indica "formalidad" que es un concepto que equivale a normalidad si no se tiene en cuenta si el soluto se disocia o no estando disuelto, como ocurre con una sal.

a y b) Hacemos un planteamiento general común a ambos

NaCl, NaBr y AgNO₃ son sales muy solubles, que se disociará completamente en sus iones, por lo que inicialmente tendremos

$$n(\text{Cl}^-)=0,10 \cdot 0,12=0,012$$

$$n(\text{Br}^-)=0,10 \cdot 0,14=0,014$$

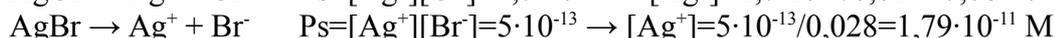
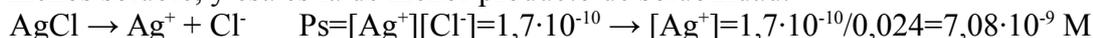
$$n(\text{Na}^+)=n(\text{Na}^+ \text{ de NaCl})+n(\text{Na}^+ \text{ de NaBr})=0,10 \cdot 0,12+0,10 \cdot 0,14=0,026$$

$$n(\text{Ag}^+)=0,30 \cdot 0,10=0,03$$

$$n(\text{NO}_3^-)=0,30 \cdot 0,10=0,03$$

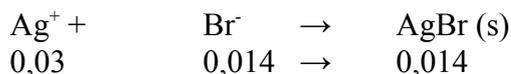
Pero algunos de esos iones están asociados a sales poco solubles para las que se proporciona la constante de solubilidad, que son muy bajas, por lo que prácticamente todo precipitará en la medida en la que lo permitan las proporciones de iones presentes.

Se trata de efecto ión común, se aporta Ag⁺ que forma sales y precipita, pero precipitará antes la menos soluble, y esa es la de menor producto de solubilidad.



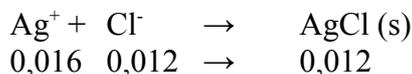
Precipita primero el AgBr ya que "permite" menos cantidad de [Ag⁺] en la disolución

Planteamos las formaciones de las sales usando moles, no concentraciones



El limitante es Br⁻, se forma 0,014 mol AgBr consumiendo "todo" el Br⁻

Quedan 0,03-0,014=0,016 mol Ag⁺, que son los que tenemos en cuenta para la siguiente precipitación



El limitante es Cl⁻, se forma 0,012 mol AgCl consumiendo "todo" el Cl⁻

Quedan 0,016-0,012=0,004 mol Ag⁺

Para calcular concentraciones tenemos que usar el nuevo volumen total que son 0,1+0,1+0,3=0,5 L
Respondemos explícitamente a lo que se pregunta, expresándolo en iones-g/L

a) Especies catiónicas:

$$n(\text{Na}^+)=n(\text{Na}^+ \text{ de NaCl})+n(\text{Na}^+ \text{ de NaBr})=0,012+0,014=0,026 \text{ mol Na}^+$$

$$[\text{Na}^+]=0,026/0,5=0,052 \text{ iones-g/L}$$

$$n(\text{Ag}^+)=n(\text{Ag}^+ \text{ libre equilibrio solubilidad})+n(\text{Ag}^+ \text{ deja libre limitantes AgCl y AgBr})$$

$$n(\text{Ag}^+ \text{ dejan libre limitantes AgCl y AgBr})=0,004 \text{ mol Ag}^+$$

$$n(\text{Ag}^+ \text{ deja libre equilibrio solubilidad AgCl}); 1,7 \cdot 10^{-10}=(s+0,004/0,5) \cdot s \approx 0,008s \rightarrow s=2,13 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

$$n(\text{Ag}^+ \text{ deja libre equilibrio solubilidad AgBr}); 5 \cdot 10^{-13}=(s+0,004/0,5) \cdot s \approx 0,008s \rightarrow s=6,25 \cdot 10^{-11} \text{ M}$$



$$[\text{Ag}^+] = 0,004/0,5 + 2,13 \cdot 10^{-8} + 6,25 \cdot 10^{-11} \approx \mathbf{0,008 \text{ iones-g/L}}$$

b) Especies aniónicas

Como han sido limitantes en la precipitación, Br⁻ y Cl⁻ han precipitado “del todo” y sus concentraciones las obtenemos del producto de solubilidad

$$[\text{Br}^-] = \mathbf{6,25 \cdot 10^{-11} \text{ iones-g/L}}$$

$$[\text{Cl}^-] = \mathbf{2,13 \cdot 10^{-8} \text{ iones-g/L}}$$

$$[\text{NO}_3^-] = 0,03/0,5 = \mathbf{0,06 \text{ iones-g/L}}$$

c) Los productos sólidos formados son AgCl y AgBr.

Se puede disolver desplazando el equilibrio hacia productos (los iones), lo que se puede conseguir con

-”Efecto salino”>: se agrega un ión que reacciona con los existentes (plata, cloruro, bromuro) y desplaza el equilibrio lo suficiente. Por ejemplo se podría añadir una sal soluble que aportara iones sulfuro (S²⁻) ó iones arsenato (AsO₄³⁻), ya que el producto de solubilidad de las sales de plata asociadas es muy bajo: Ag₃(AsO₄) tiene 1,03·10⁻²² y Ag₂S tiene 8·10⁻⁵¹

http://www.solubilityofthings.com/water/ions_solubility/ksp_chart.php

-”Formación de complejos”>: se agrega una sustancia que forma un complejo muy estable con los iones y desplaza el equilibrio lo suficiente.

Por ejemplo con amoníaco la plata forma complejo [Ag(NH₃)₂]⁺ pero su constante de formación es 1,6·10⁷, no tan elevada como la inversa de los productos de solubilidad. Sí sería una opción añadir una sal con CN⁻ ya que la plata forma el complejo [Ag(CN)₂]⁻ con una constante de formación 5,3·10¹⁸.

http://www2.ucdsb.on.ca/tiss/stretton/database/Complex_Ions_Constants.htm