

Principio del producto de solubilidad

Concepto de precipitación y solubilidad

1. Equilibrio de precipitación

Solubilidad y producto de solubilidad

Factores que afectan a la solubilidad

1. Efecto de ión común

2. El pH de la disolución

Disolución de precipitados

Precipitación fraccionada

Análisis cualitativo de elementos metálicos

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Punto de precipitación y solubilidad

A UNA CANTIDAD DETERMINADA DE DISOLVENTE SE AÑADEN SOLUTOS SUCEсивAS DE SOLUTO LLEGA UN MOMENTO EN EL QUE YA NO SE PUEDE MÁS SOLUTO, EN ESTE MOMENTO SE DICE QUE EL DISOLVENTE ESTÁ SATURADO DE SOLUTO Y LA DISOLUCIÓN ESTÁ **SATURADA**.

PRECIPITACIÓN APARICIÓN DE UNA FASE SÓLIDA EN EL SENO DE UNA DISOLUCIÓN, RECIBIENDO EL NOMBRE DE PRECIPITADO AL SÓLIDO QUE SE ORIGINA

SOLUBILIDAD LA MÁXIMA CANTIDAD DE SOLUTO QUE PUEDE DISOLVERSE EN UNA CANTIDAD DE DISOLVENTE DADA , A UNA TEMPERATURA DEFINIDA, ES LA CONCENTRACIÓN DE SOLUTO DE UNA DISOLUCIÓN SATURADA. SE EXPRESARSE EN MOLES O EN GRAMOS DE SOLUTO POR LITRO DE DISOLUCIÓN

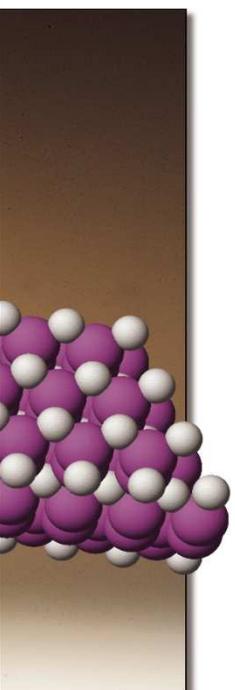
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
--
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Equilibrio de precipitación

EQUILIBRIO HETEROGÉNEO

PRECIPITACIÓN APARICIÓN DE UNA FASE SÓLIDA

PRECIPITADO: FASE SÓLIDA FORMADA



LÍQUIDO

Equilibrio de precipitación



SÓLIDO

Equilibrio de solubilidad



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
--
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Equilibrio de precipitación

La química definen sustancias insolubles a aquellas que son prácticamente insolubles (la insolubilidad no existe). En principio aquellas que forman disoluciones saturadas con concentraciones $< 10^{-2}$ - 10^{-3} mol/L

Compuestos Solubles	Excepciones importantes	
Compuestos que contienen	NO_3^-	Ninguna
	Cl^-	Sales de Ag^+ , Hg_2^{2+} y Pb^{2+}
	Br^-	Sales de Ag^+ , Hg_2^{2+} y Pb^{2+}
	I^-	Sales de Ag^+ , Hg_2^{2+} y Pb^{2+}
	SO_4^{2-}	Sales de Ca^{+2} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Hg_2^{2+} y Pb^{2+}
Compuestos Insolubles	Excepciones importantes	
Compuestos que contienen	S^{2-}	Sales de NH_4^+ , los cationes de metales alcalinos y Ca^{+2} , Sr^{2+} , Ba^{2+}
	CO_3^{2-}	Sales de NH_4^+ y los cationes de metales alcalinos
	PO_4^{3-}	Sales de NH_4^+ y los cationes de metales alcalinos
	OH^-	Compuestos de los cationes de metales alcalinos, Ca^{+2} , Sr^{2+} , Ba^{2+}

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Equilibrio de precipitación

DE PRECIPITACIÓN O LA FORMACIÓN DE UN PRECIPITADO EN EL A DISOLUCIÓN SE PRODUCE AL AUMENTAR LA CONCENTRACIÓN TERMINADA SUSTANCIA DE MODO QUE SOBREPASE EL PUNTO DE SATURACIÓN.

OR TANTO LLEGAR A PRECIPITAR ESPECIES QUÍMICAS QUE SE CLASIFICAN COMO SOLUBLES.

**AS
A
CIÓN**

TEMPERATURA

NATURALEZA DEL DISOLVENTE

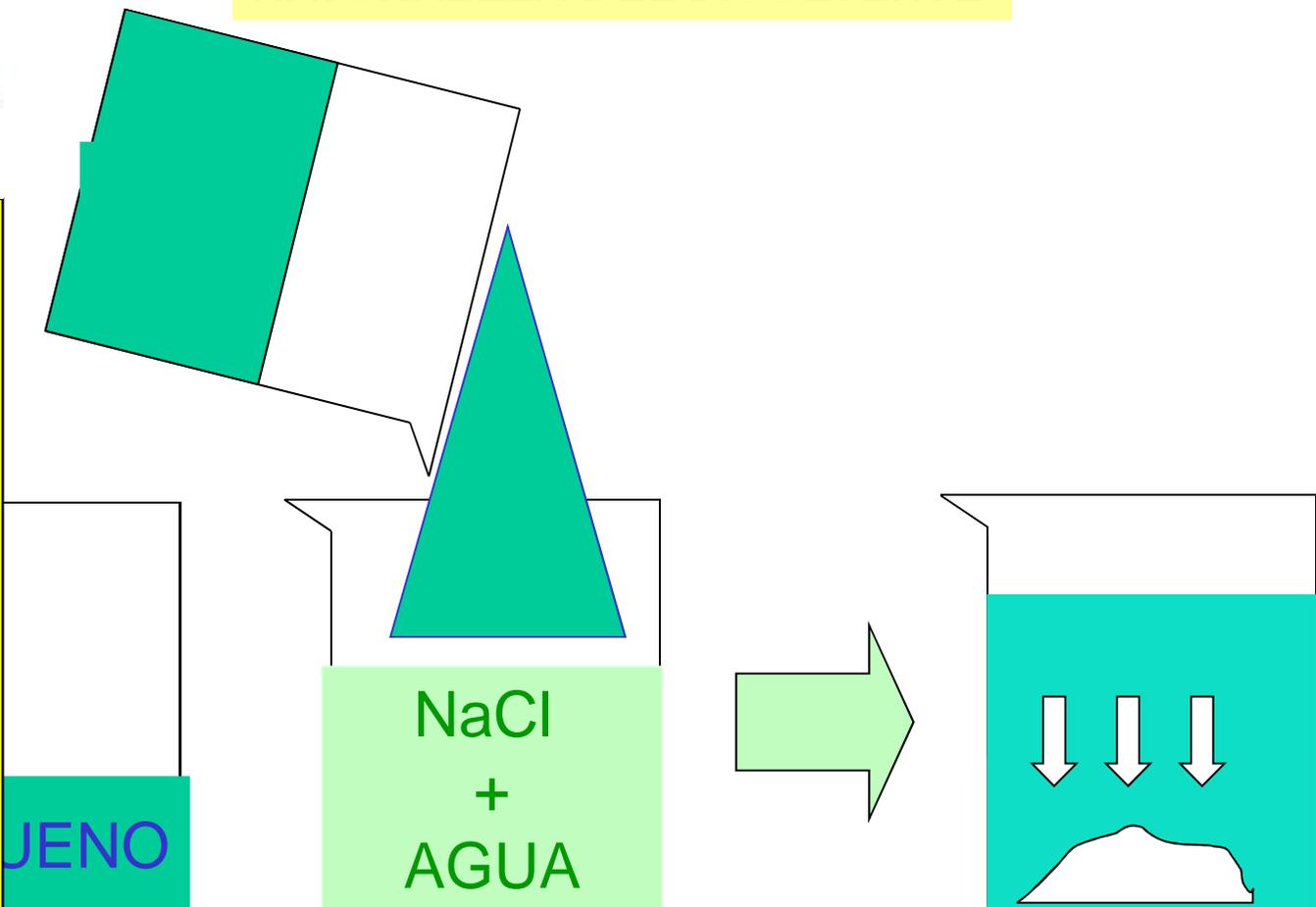
POR REACCIÓN ENTRE ESPECIES EN DISOLUCIÓN

The logo for Cartagena99 features the word 'Cartagena99' in a stylized, green, cursive font. The text is set against a background of a light blue map of Colombia, with a yellow and orange arrow pointing downwards from the top left towards the text.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
--
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Equilibrio de precipitación

NATURALEZA DEL DISOLVENTE



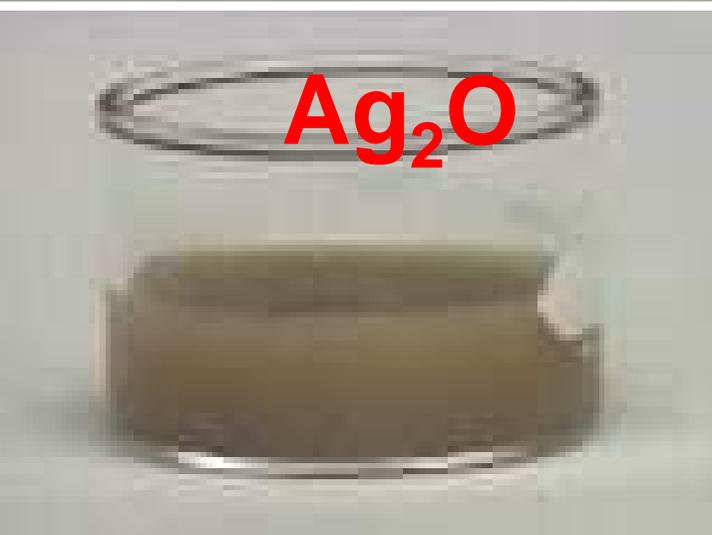
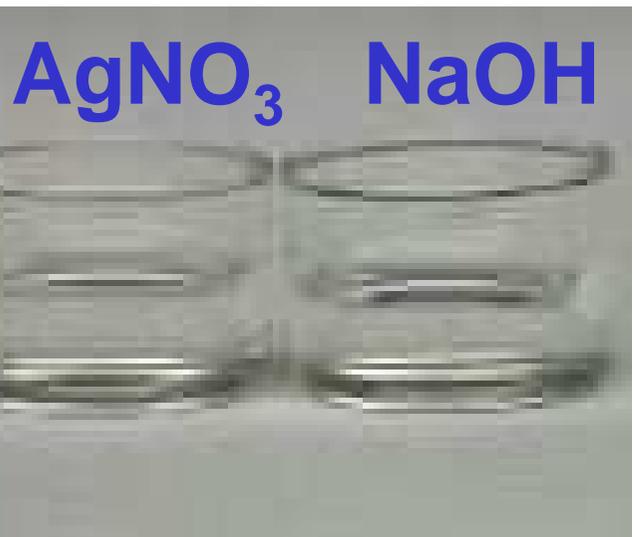
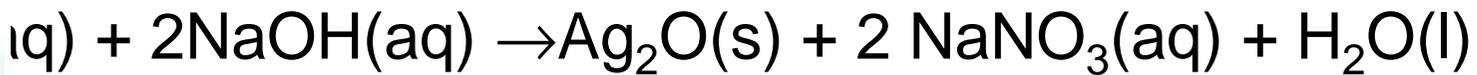
UN COMPUESTO IÓNICO SOLUBLE EN DISOLVENTES POLARES E
E EN DISOLVENTES APOLARES. LA ADICIÓN DE TOLUENO A UNA
ON ACUOSA DE CLORURO DE SODIO PROVOCA LA PRECIPITACIÓN
DEL MISMO

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
--
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Equilibrio de precipitación

POR REACCIÓN ENTRE ESPECIES EN DISOLUCIÓN

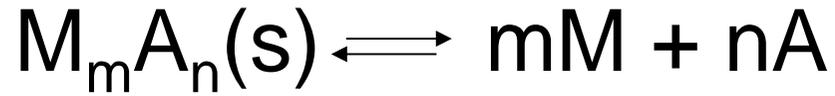


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Solubilidad y producto de solubilidad



CONSTANTE DEL PRODUCTO DE SOLUBILIDAD

$$K_S = [M]^m [A]^n$$

PRODUCTO DE SOLUBILIDAD

número de gramos de soluto en 1 L de disolución g/L (mol/L)

SOLUBILIDAD

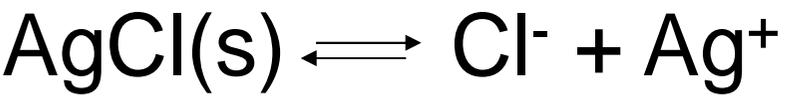
$$S_{M_m A_n} = \frac{[M]}{m} = \frac{[A]}{n}$$

$$= (mS)^m (nS)^n = m^m S^m n^n S^n = m^m n^n S^{(m+n)}$$

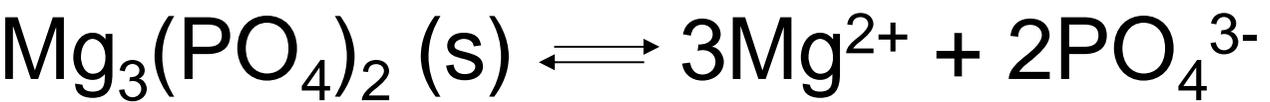
$$S = \sqrt[m+n]{\frac{K_S}{m^m n^n}}$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



EMPLO

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, green, cursive font. The text is positioned above a graphic element consisting of a blue and orange shape that resembles a stylized flame or a drop.

o

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

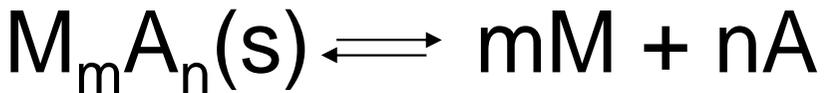
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

solubilidad y producto de solubilidad

Criterios para la precipitación

$$Q_S = [M]_{inic}^m [A]_{inic}^n$$

PRODUCTO IÓNICO



precipitación



no precipitación



disolución saturada

K_S

K_S

K_S

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

bilidad y producto de solubilidad

Criterios para la precipitación

Se mezclan dos disoluciones de nitrato de plata y yoduro de potasio (0,015 M). ¿Se formará precipitado? Dato: $K_s (\text{AgI}) = 8,5 \times 10^{-17}$



--

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Several Solubility Product Constants at 25 °C^a

	Solubility Equilibrium	K _{sp}
hydroxide	$\text{Al(OH)}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{OH}^{-}(\text{aq})$	1.3×10^{-33}
carbonate	$\text{BaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	5.1×10^{-9}
	$\text{BaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	1.1×10^{-10}
carbonate	$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	2.8×10^{-9}
fluoride	$\text{CaF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{F}^{-}(\text{aq})$	5.3×10^{-9}
	$\text{CaSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	9.1×10^{-6}
hydroxide	$\text{Cr(OH)}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{OH}^{-}(\text{aq})$	6.3×10^{-31}
hydroxide	$\text{Fe(OH)}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{OH}^{-}(\text{aq})$	4×10^{-38}
chloride	$\text{PbCl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$	1.6×10^{-5}
chromate	$\text{PbCrO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$	2.8×10^{-13}
	$\text{PbI}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{I}^{-}(\text{aq})$	7.1×10^{-9}
carbonate	$\text{MgCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	3.5×10^{-8}
fluoride	$\text{MgF}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{F}^{-}(\text{aq})$	3.7×10^{-8}
hydroxide	$\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq})$	1.8×10^{-11}
phosphate	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2(\text{s}) \rightleftharpoons 3 \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{PO}_4^{3-}(\text{aq})$	1×10^{-25}
chloride	$\text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^{-}(\text{aq})$	1.3×10^{-18}
	$\text{AgBr}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{Br}^{-}(\text{aq})$	5.0×10^{-13}
	$\text{Ag}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	8.5×10^{-12}
	$\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{Cl}^{-}(\text{aq})$	1.8×10^{-10}
	$\text{Ag}_2\text{CrO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons 2 \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$	1.1×10^{-12}
	$\text{AgI}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^{+}(\text{aq}) + \text{I}^{-}(\text{aq})$	8.5×10^{-17}
carbonate	$\text{SrCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$	1.1×10^{-10}
sulfate	$\text{SrSO}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Sr}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$	3.2×10^{-7}

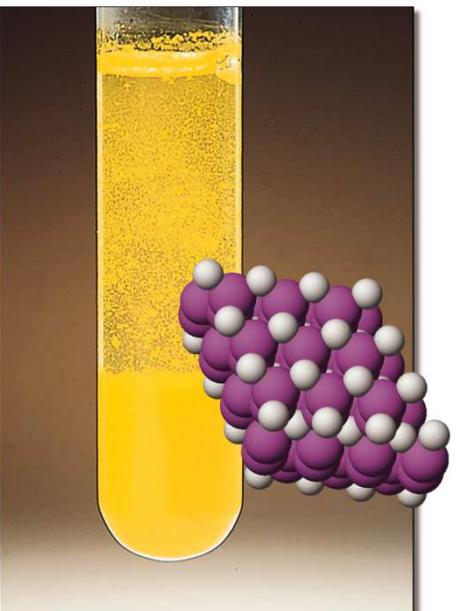
^aThe listing of K_{sp} values is given in Appendix D.

-- --

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70**

Producto de solubilidad

• Calcular K_{ps} de PbI_2 sabiendo solubilidad en agua es $1,30 \times 10^{-3}$

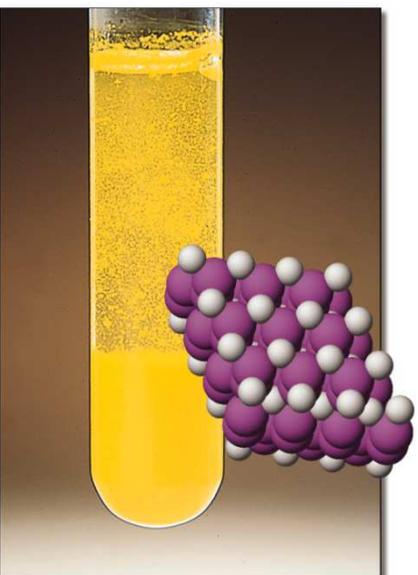


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
--
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Producto de solubilidad

• Calcular K_{ps} de PbI_2 sabiendo
solubilidad en agua es $1,30 \times 10^{-3} M$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Factores que afectan a la solubilidad



TEMPERATURA

Incrementa con la T para la mayoría de las especies



El proceso de disolución es generalmente endotérmico

CONSTANTE DIeléCTRICA DEL SOLVENTE

Disminuye en general con un disminución de la constante dieléctrica del medio



Esta disminución favorece la asociación iónica

ESENCIA DE IONES COMUNES



Sal que aporta un ión común

ESENCIA DE LA DISOLUCIÓN

El anión de la sal es la base conjugada de un ácido débil o el OH^-

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

de ión común

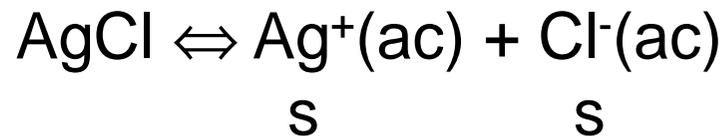
PRESENCIA DE IONES COMUNES

La solubilidad de una sal poco soluble disminuye por la presencia de un segundo ion que porta un ión común.



$$K_s = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,76 \cdot 10^{-10} \quad (25^\circ\text{C})$$

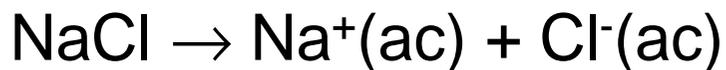
de la solubilidad



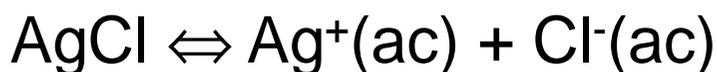
$$K_s = s^2 = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,76 \cdot 10^{-10}$$

$$s = (1,76 \cdot 10^{-10})^{1/2} = 1,32 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$$

adiciona NaCl soluble de concentración $1,00 \cdot 10^{-3} \text{M}$



PRINCIPIO DE LE CHATELIER



s

s + $1,00 \cdot 10^{-3}$

$$K_s = s^2 = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = 1,76 \cdot 10^{-10}$$

$$[\text{Cl}^-] = 1,00 \cdot 10^{-3} + s \approx 1,00 \cdot 10^{-3} \text{M}$$

$$= [\text{Ag}^+] = 1,76 \cdot 10^{-10} / 1,00 \cdot 10^{-3} = 1,76 \cdot 10^{-7} \text{mol/L}$$

ADICION DEL ION CLORURO COMO ION COMÚN DISMINUYE LA SOLUBILIDAD MOLAR DEL CLORURO DE PLATA

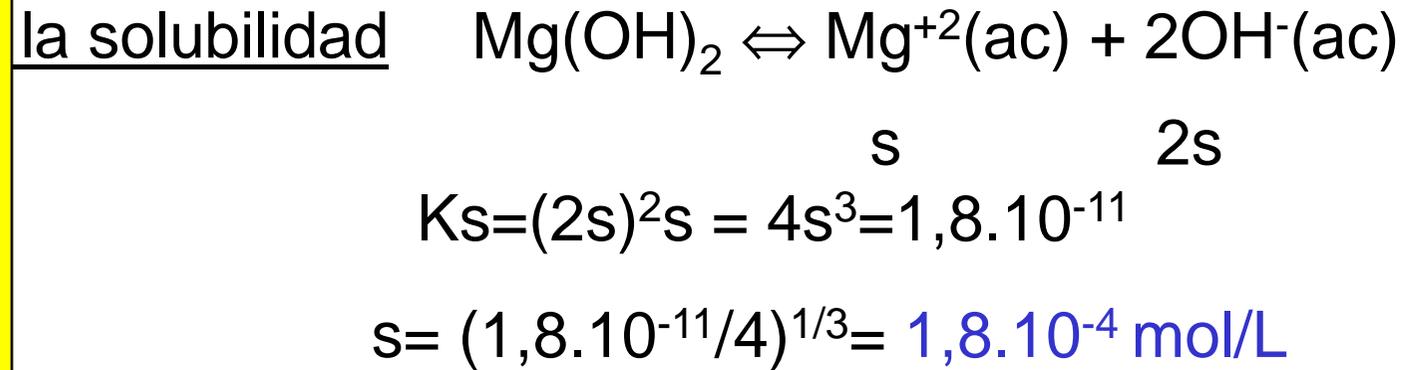
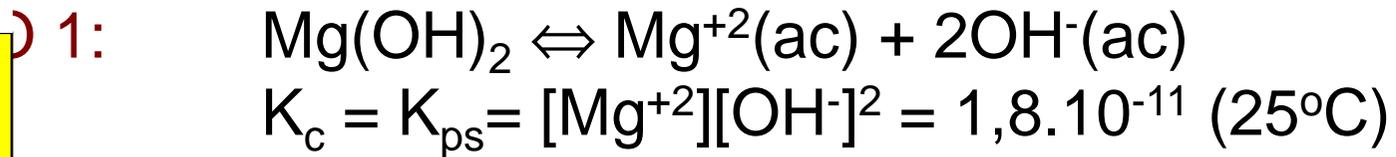
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
--
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

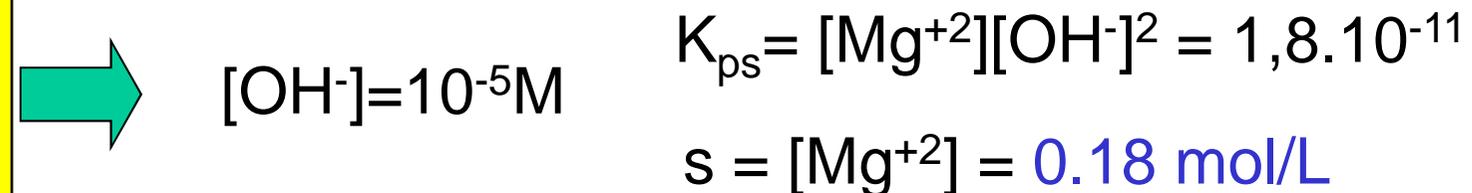
Solubilidad y pH

pH DE LA DISOLUCIÓN

La solubilidad de una sal poco soluble cuyo anión es básico se ve afectada en alguna medida por el pH



la solubilidad a el pH de la disolución con un tampón a pH=9



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

solución de precipitados

¿Cuál es el máximo de $[Cl^-]$ que puede estar en solución con 0.010 M Hg_2^{2+} sin que se precipite Hg_2Cl_2 ?

Si $[Hg_2^{2+}] = 0.010\text{ M}$, ¿qué $[Cl^-]$ es necesaria para que comience a precipitar Hg_2Cl_2 ?

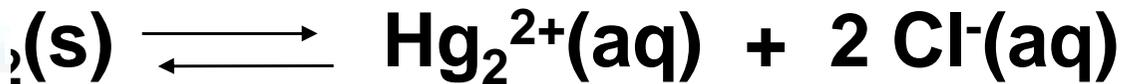


$$1.1 \times 10^{-18} = [Hg_2^{2+}] [Cl^-]^2$$

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

solubilidad de precipitados



$$1.1 \times 10^{-18} = [\text{Hg}_2^{2+}] [\text{Cl}^-]^2$$

condición:

$$Q_s > K_s$$

la precipitación comienza cuando el producto de las concentraciones de los iones es mayor que el valor

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

ución de precipitados



$$1.1 \times 10^{-18} = [\text{Hg}_2^{2+}] [\text{Cl}^-]^2$$

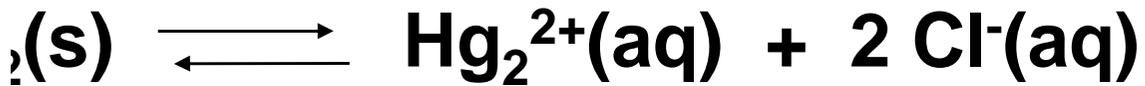
... puede existir cuando $[\text{Hg}_2^{2+}] = 0.010 \text{ M}$,

$$[\text{Cl}^-] = \sqrt{\frac{K_{sp}}{0.010}} = 1.1 \times 10^{-8} \text{ M}$$

...] es superior a $1,1 \times 10^{-8}$, Hg_2Cl_2 begins to precipitate

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

solubilidad de precipitados



$$K_{sp} = 1.1 \times 10^{-18}$$

La concentración de $[\text{Cl}^-]$ aumenta a 1.0 M.
¿Cuál es el valor de $[\text{Hg}_2^{2+}]$ en este punto?

$$K_{sp} = [\text{Hg}_2^{2+}] [\text{Cl}^-]^2$$

$$[\text{Hg}_2^{2+}] = K_{sp} / [\text{Cl}^-]^2 = 1.1 \times 10^{-18} \text{ M}$$

La concentración Hg_2^{2+} ha sido reducida a 10^{-16}

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

ipitación fraccionada

Separación de sales por diferente K_s

	K_s
AgCl	1.8×10^{-10}
PbCl₂	1.7×10^{-5}
PbCrO₄	1.8×10^{-14}



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

ipitación fraccionada

Una disolución contiene 0.020 M Ag^+ y Pb^{2+} . Se añade CrO_4^{2-} para precipitar Ag_2CrO_4 de color rojo y PbCrO_4 de color amarillo. a) ¿Cuál precipita primero?

$$K_{sp}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 9.0 \times 10^{-12}$$

$$K_{sp}(\text{PbCrO}_4) = 1.8 \times 10^{-14}$$

Respuesta:

Ag_2CrO_4 que requiera menor cantidad de CrO_4^{2-} precipitará primero

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
...
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

ipitación fraccionada

¿Cuánto Pb^{2+} existe en la disolución cuando comienza a precipitar?



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

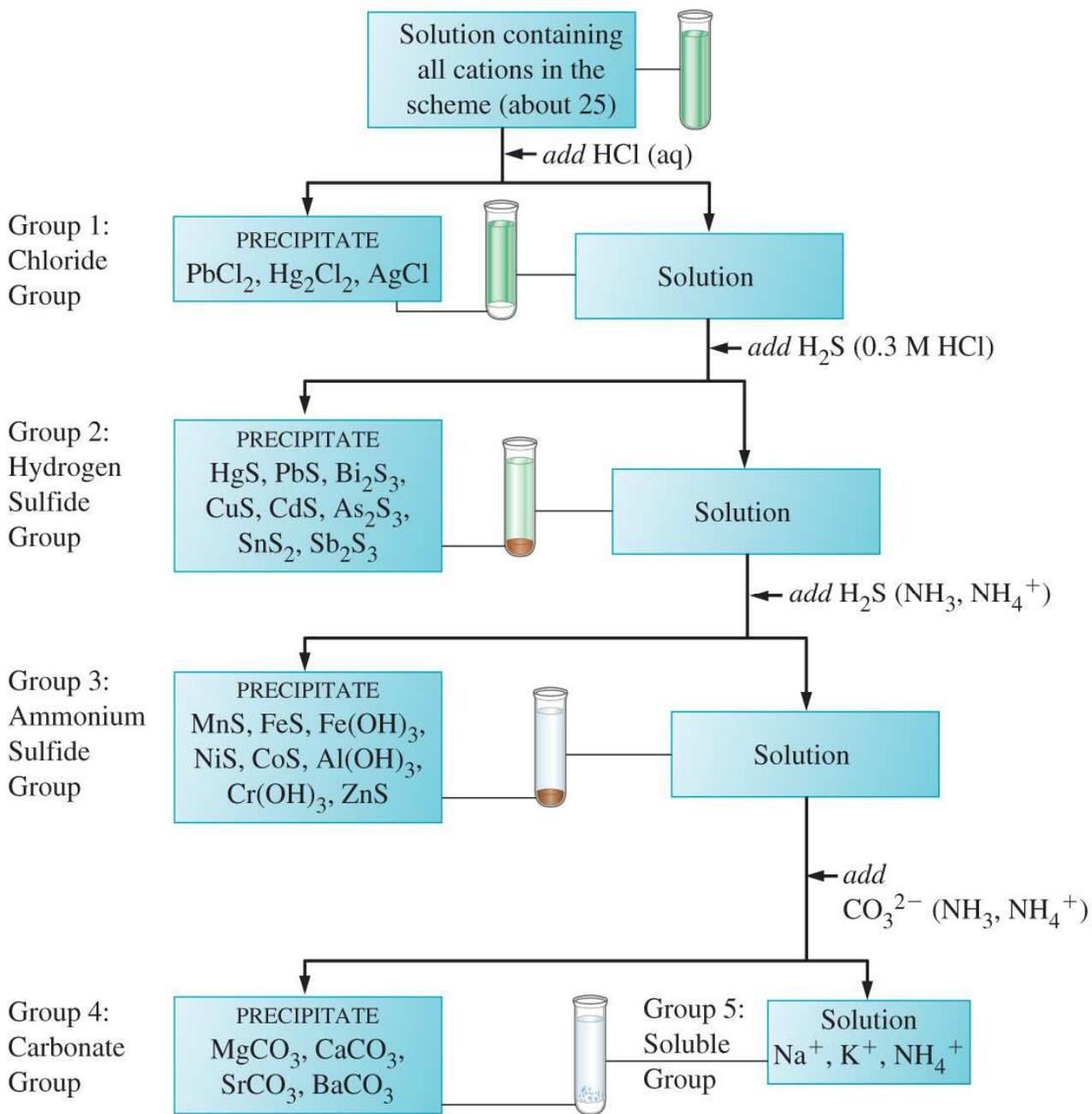
--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Carthagen99 Activis

Carthagen99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Copyright © 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.