

BCL0307-15

Transformações Químicas

ANDERSON ORZARI RIBEIRO

Bloco B, 10º andar - Sala 1043

www.andersonorzari.com

BCL0307-15

Transformações Químicas

AULA 11 – Equilíbrio Químico: Produto de Solubilidade, K_{ps}

CAPÍTULO 9 e 11 – Peter Atkins, Loretta Jones, *Princípios de Química - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente*,
3 ed., Porto Alegre: Bookman, 2006.

EXERCÍCIOS: 4.1 a 4.47



 This Site All Sites

- HOME PAGE
- About us 
- Strategy 
- People 
- Sectors & Markets 
- Products 
- Innovation 
- Sustainable Development 
- Press Office site
- Investor Relations site
- Contacts
- Mailing list
- Library 
- Image gallery 
- All Solvay websites
- Worldwide presence
- Glossary



SOLVAY

a Passion for Progress

Solvay is an international Chemical and Pharmaceutical Group, employing more than 28 000 people in 50 countries

[About Solvay](#) 

We are active in

PHARMACEUTICALS

Shaping up to a Changing Industry

CHEMICALS

Weather the Storm, Looking Ahead

PLASTICS

Robust and Ready

Stock quote	
18-11-2009	17:35
71.57€	-0.53€ 

STRATEGIC REFOCUS

Press Pack
September 28, 2009

SOLVAY MOVIE

Watch the corporate movie to get an overview on the Solvay group



Sustainable Development

The Solvay group fully recognizes and accepts the Sustainable Development challenge

- [Sustainability commitment](#)
- [Corporate Social Responsibility](#)
- [REACH regulation](#)

[More](#) 

Innovation

The role of Innovation is to be a driver of Solvay's sustainable and profitable growth

- [New Business Development](#)
- [Applied Innovation](#)

[More](#) 

News & Press releases

November 10, 2009

Solvay creates shared services center in Brazil for its affiliates in the Americas

New unit in Curitiba to improve competitiveness of Solvay Group

[\[EN\]-\[FR\]-\[NL\]](#)

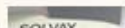
November 04, 2009

Inergy Automotive Systems starts producing fuel systems in its new plant in Stavrovo, Russia

Read the new Solvay Annual Report 2008



Solar Impulse

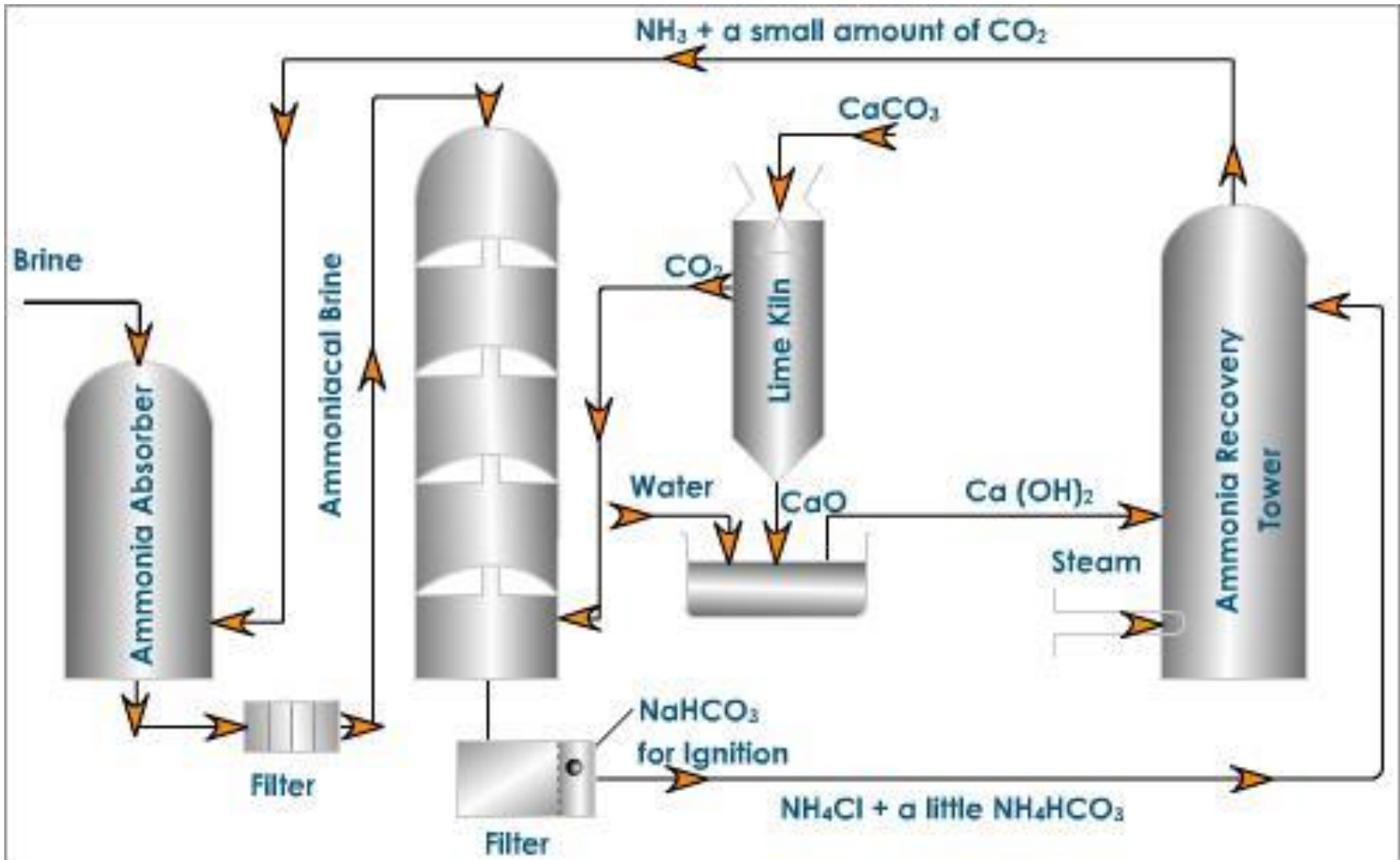
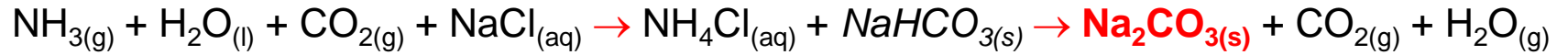


SOLVAY, Main partner

All Solvay websites

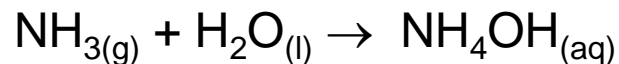
[→ Investor Relations](#)

PROCESSO SOLVAY

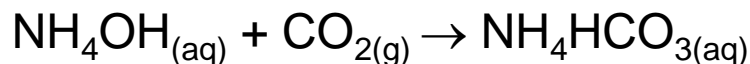


Etapas principais do **Processo Solvay**:

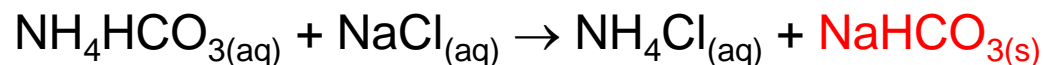
1. Saturação de uma solução aquosa de NaCl com amônia



2. Saturação desta solução com CO_2



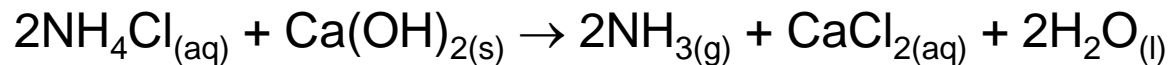
3. Reação do bicarbonato com NaCl



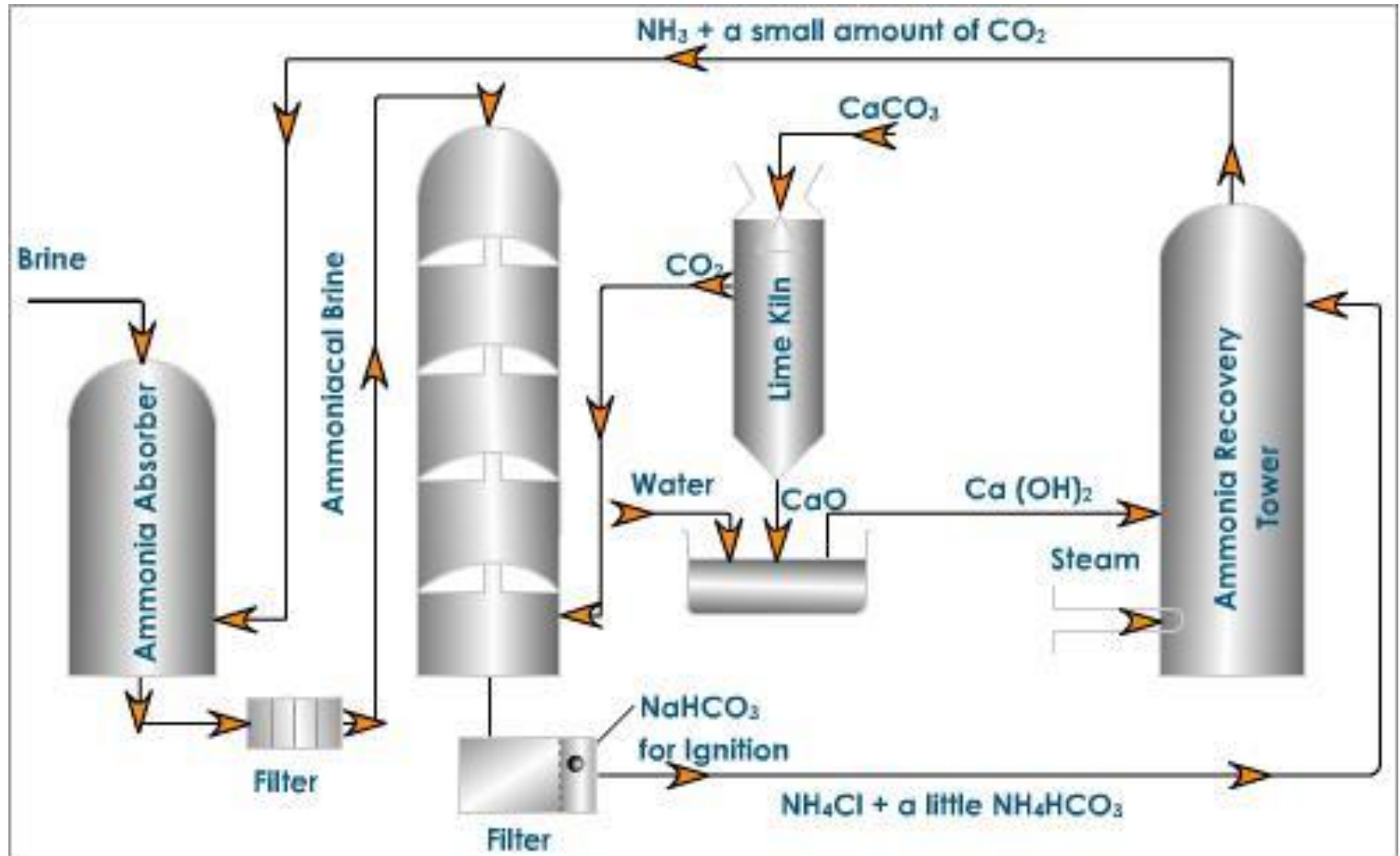
4. Produção do Na_2CO_3 por calcinação



5. Recuperação da amônia



PROCESSO SOLVAY

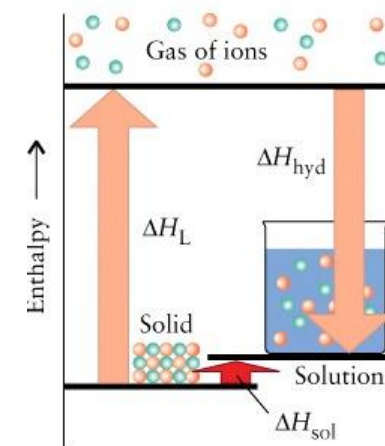
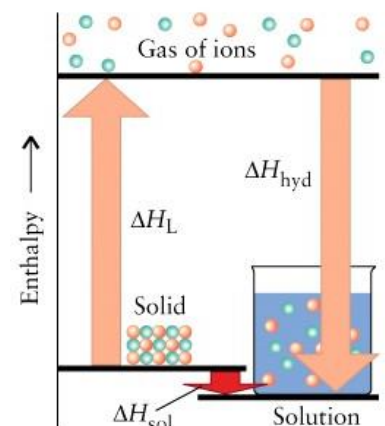
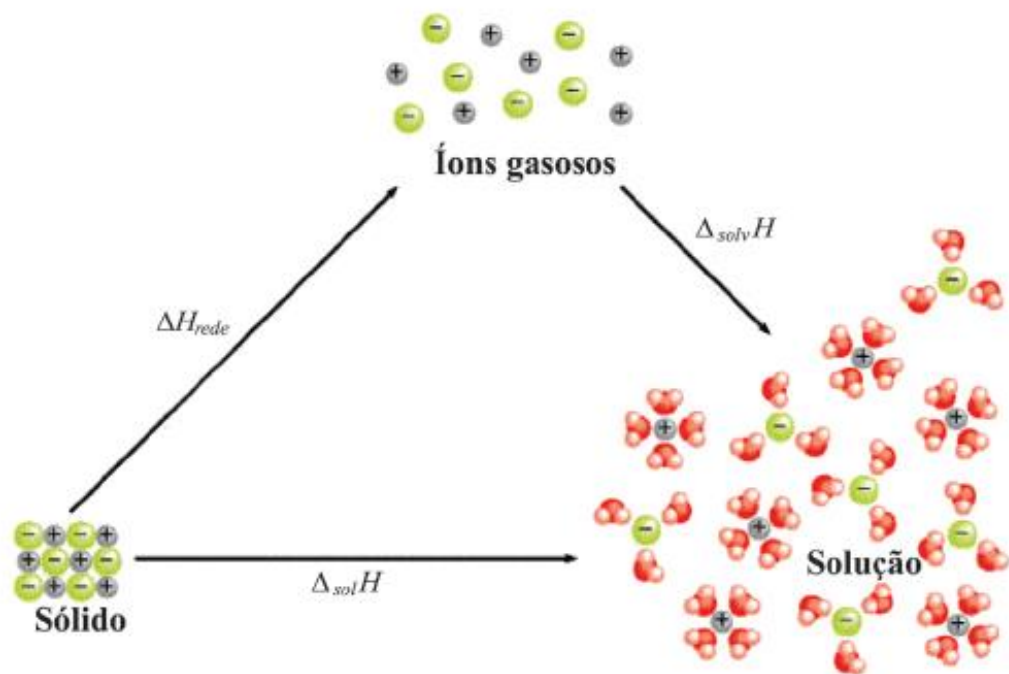


Solubilidade

$$\Delta G = \Delta H - T.\Delta S$$

Energia em processos de dissolução: Entalpia de Rede + Entalpia Hidratação

$$\Delta H_{\text{diss}} = \Delta H_{\text{rede}} + \Delta H_{\text{hidratação}}$$



Equilíbrios de solubilidade

A constante do produto de solubilidade, K_{ps}

- Considere



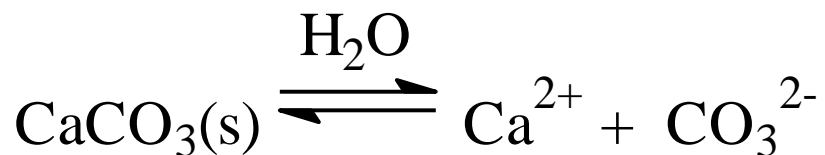
- para o qual

$$K_{ps} = [\text{Ba}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$$

- K_{ps} é o produto de solubilidade. (O BaSO_4 é ignorado, uma vez que é um sólido puro, logo, sua concentração é constante.)

Solubilidade de Sólidos Iônicos

- Avaliação do equilíbrio heterogêneo:



$$K = \frac{[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{CaCO}_3]}$$

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

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

Exemplo:

A solubilidade do iodeto de prata, AgI, é $9,2 \times 10^{-9}$ mol/L a 25°C.

Calcule K_{ps} para o AgI.

Primeiro passo: Escrever a expressão de K_{ps}

Segundo passo: Substituir as concentrações de equil. Pelos valores numéricos

$$K_{ps} = [Ag^+].[I^-] = (9,2 \times 10^{-9}) \cdot (9,2 \times 10^{-9}) = 8,5 \times 10^{-17}$$

Exemplo:

Sabendo-se que o valor de K_{ps} para MgF_2 é $5,2 \times 10^{-11}$, calcule a solubilidade do sal em (a) mol por litro e (b) gramas por litro.

Pela equação $MgF_{2(s)} \rightleftharpoons Mg^{2+}_{(aq)} + 2 F^{-}_{(aq)}$, temos:

$$K_{ps} = [Mg^{+2}] \cdot [F^{-}]^2 = 5,2 \times 10^{-11}$$

$$\text{Então: } [Mg^{+2}] = X \text{ e } [F^{-}] = 2X$$

$$\text{Logo: } K_{ps} = (X) \cdot (2X)^2 = 4X^3$$

$$4X^3 = 5,2 \times 10^{-11} \quad X = (5,2 \times 10^{-11} / 4)^{1/3}$$

$$\text{(a) Solubilidade} = X = 2,4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

Como: $MgF_2 = 62,3 \text{ g/mol}$, temos:

$$\text{(b) Solubilidade} = 0,015 \text{ g/L}$$

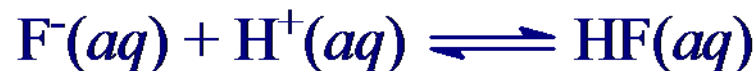
Fatores que afetam a solubilidade

Solubilidade e pH

- Mais uma vez aplicamos o princípio de Le Châtelier:



- Se o F^{-} é removido, então o equilíbrio desloca-se no sentido da diminuição e o CaF_2 se dissolve.
- O F^{-} pode ser removido pela adição de um ácido forte:



- À medida que o pH diminui, a $[\text{H}^{+}]$ e a solubilidade aumentam.
- O efeito do pH na solubilidade é drástico.

Exemplo:

Se AgCl sólido é adicionado a 1,00L de NaCl 0,55M, que massa de AgCl se dissolverá? Dado: $K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,8 \times 10^{-10}$

Em água: $[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = 1,3 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

Em solução de NaCl: $[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-] = 3,3 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$

Exercício:

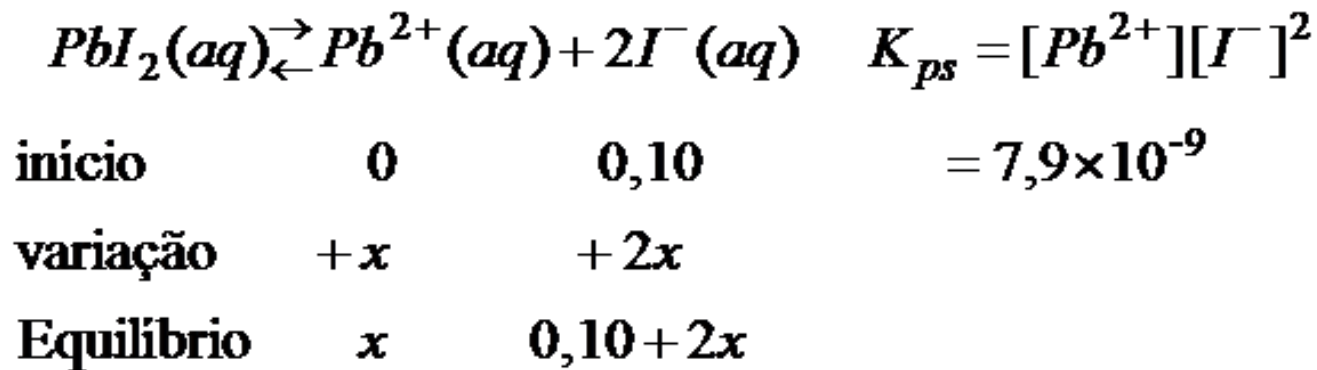
A concentração de íons bário (Ba^{+2}), em uma solução é 0,010M.

- Que concentração de íons sulfato, (SO_4^{-2}), é necessária para iniciar a precipitação de BaSO_4 ?
- Quando a concentração de íons sulfato na solução atinge 0,015M, que concentração de íons bário irá permanecer em solução?

Dado: $K_{ps} = 1,1 \times 10^{-10}$

Exemplo:

Qual a solubilidade molar do PbI_2 em NaI $0,10\ M$?



$[I^{-}] = 0,10 + 2x \approx 0,10$ então

$$K_{ps} = x(0,10)^2 \text{ ou } x = 7,9 \times 10^{-7} M$$

($x \ll 0,10$ portanto a consideração inicial é válida)

Exercício

O hidróxido de magnésio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, é uma base pouco solúvel em água, apresentando constante de produto de solubilidade, $K_{ps} = 4 \times 10^{-12}$. Uma suspensão desta base em água é conhecida comercialmente como “leite de magnésia”, sendo comumente usada no tratamento de acidez no estômago.

- Calcule, em mol/L, a solubilidade do $\text{Mg}(\text{OH})_2$, numa solução saturada desta base.
- Escreva a equação balanceada da reação de neutralização total do hidróxido de magnésio com ácido clorídrico, HCl