

# Equilíbrio de Solubilidade

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química

## 1 Equilíbrio de Solubilidade

1. Produto de solubilidade
2. Efeito do íon-comum.
3. Formação de íons complexos.

### 1.0.1 Habilidades

- a. **Calcular** a constante do produto de solubilidade para um sal pouco solúvel em função de sua concentração molar.
- b. **Calcular** a solubilidade de um sal em função de sua constante do produto de solubilidade.
- c. **Calcular** a solubilidade de um sal em presença de íon comum.
- d. **Calcular** a solubilidade de um íon em presença de formação de complexos.

## 2 Precipitação

1. Predição de precipitação.
2. Precipitação seletiva.

### 2.0.1 Habilidades

- a. **Determinar** o precipitado formado quando soluções são misturadas.
- b. **Determinar** a ordem de precipitação quando um íon comum é adicionado a uma solução com diferentes íons.

## Nível I

### PROBLEMA 2.1

2J01

A solubilidade molar do cromato de prata é  $65 \mu\text{mol L}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ . Assinale a alternativa que mais se aproxima do  $K_{ps}$  do cromato de prata.

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| A $1,1 \times 10^{-14}$ | B $1,1 \times 10^{-13}$ |
| C $1,1 \times 10^{-12}$ | D $1,1 \times 10^{-11}$ |
| E $1,1 \times 10^{-10}$ |                         |

### PROBLEMA 2.2

2J02

A solubilidade molar do iodato de chumbo (II) é  $40 \mu\text{mol L}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ .

Assinale a alternativa que mais se aproxima do  $K_{ps}$  do cromato de prata.

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| A $2,6 \times 10^{-14}$ | B $2,6 \times 10^{-13}$ |
| C $2,6 \times 10^{-12}$ | D $2,6 \times 10^{-11}$ |
| E $2,6 \times 10^{-10}$ |                         |

### PROBLEMA 2.3

2J03

Assinale a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do iodato de cromo (III) a  $25^\circ\text{C}$ .

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| A $11 \text{ mmol L}^{-1}$ | B $21 \text{ mmol L}^{-1}$ |
| C $31 \text{ mmol L}^{-1}$ | D $41 \text{ mmol L}^{-1}$ |
| E $51 \text{ mmol L}^{-1}$ |                            |

### Dados

- $K_{ps}(\text{Cr}(\text{IO}_3)_3) = 5 \times 10^{-6}$

### PROBLEMA 2.4

2J04

Assinale a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do sulfato de prata a  $25^\circ\text{C}$ .

- |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| A $15 \text{ mmol L}^{-1}$ | B $30 \text{ mmol L}^{-1}$ |
| C $45 \text{ mmol L}^{-1}$ | D $60 \text{ mmol L}^{-1}$ |
| E $75 \text{ mmol L}^{-1}$ |                            |

### Dados

- $K_{ps}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = 1,4 \times 10^{-5}$

### PROBLEMA 2.5

2J05

Assinale a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do cloreto de prata em uma solução  $1 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$  em cloreto de sódio a  $25^\circ\text{C}$ .

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| A $0,4 \mu\text{mol L}^{-1}$ | B $0,8 \mu\text{mol L}^{-1}$ |
| C $1,2 \mu\text{mol L}^{-1}$ | D $1,6 \mu\text{mol L}^{-1}$ |
| E $2,0 \mu\text{mol L}^{-1}$ |                              |

### Dados

- $K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,6 \times 10^{-10}$

### PROBLEMA 2.6

2J06

Assinale a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do carbonato de cálcio em uma solução  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em cloreto de cálcio a  $25^\circ\text{C}$ .

- A 11 nmol L<sup>-1</sup>      B 22 nmol L<sup>-1</sup>  
 C 33 nmol L<sup>-1</sup>      D 44 nmol L<sup>-1</sup>  
 E 55 nmol L<sup>-1</sup>

#### Dados

•  $K_{ps}(\text{CaCO}_3) = 8,7 \times 10^{-9}$

#### PROBLEMA 2.7

2J07

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do hidróxido de zinco em pH = 6 a 25 °C.

- A 0,1 nmol L<sup>-1</sup>      B 0,2 nmol L<sup>-1</sup>  
 C 0,3 nmol L<sup>-1</sup>      D 0,4 nmol L<sup>-1</sup>  
 E 0,5 nmol L<sup>-1</sup>

#### Dados

•  $K_{ps}(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 2 \times 10^{-17}$

#### PROBLEMA 2.8

2J08

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do hidróxido de alumínio em pH = 4,5 a 25 °C.

- A 10 μmol L<sup>-1</sup>      B 20 μmol L<sup>-1</sup>  
 C 30 μmol L<sup>-1</sup>      D 40 μmol L<sup>-1</sup>  
 E 50 μmol L<sup>-1</sup>

#### Dados

•  $K_{ps}(\text{Al}(\text{OH})_3) = 1 \times 10^{-33}$

#### PROBLEMA 2.9

2J09

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do carbonato de magnésio em uma solução 3 mmol L<sup>-1</sup> em nitrato de magnésio.

- A 1,5 mmol L<sup>-1</sup>      B 2,0 mmol L<sup>-1</sup>  
 C 2,5 mmol L<sup>-1</sup>      D 3,0 mmol L<sup>-1</sup>  
 E 3,5 mmol L<sup>-1</sup>

#### Dados

•  $K_{ps}(\text{MgCO}_3) = 1 \times 10^{-5}$

#### PROBLEMA 2.10

2J10

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do cloreto de cobre (I) em uma solução 1,5 mmol L<sup>-1</sup> em cloreto de potássio.

- A 0,25 mmol L<sup>-1</sup>      B 0,33 mmol L<sup>-1</sup>  
 C 0,50 mmol L<sup>-1</sup>      D 0,67 mmol L<sup>-1</sup>  
 E 0,80 mmol L<sup>-1</sup>

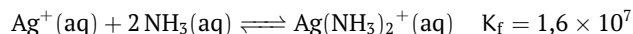
#### Dados

•  $K_{ps}(\text{CuCl}) = 1 \times 10^{-6}$

#### PROBLEMA 2.11

2J11

Quando um amônia é adicionada à uma solução que contém íons prata, ocorre a formação do complexo de coordenação:



**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do cloreto de prata em uma solução 0,1 mol L<sup>-1</sup> em amônia.

- A 2,6 mmol L<sup>-1</sup>      B 4,6 mmol L<sup>-1</sup>  
 C 6,6 mmol L<sup>-1</sup>      D 8,6 mmol L<sup>-1</sup>  
 E 9,6 mmol L<sup>-1</sup>

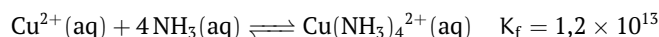
#### Dados

•  $K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,6 \times 10^{-10}$

#### PROBLEMA 2.12

2J12

Quando um amônia é adicionada à uma solução que contém íons cobre, ocorre a formação do complexo de coordenação:



**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do sulfeto de cobre (II) em uma solução 1,2 mol L<sup>-1</sup> em amônia.

- A  $1,8 \times 10^{-12}$  mol L<sup>-1</sup>      B  $3,8 \times 10^{-12}$  mol L<sup>-1</sup>  
 C  $5,8 \times 10^{-12}$  mol L<sup>-1</sup>      D  $7,8 \times 10^{-12}$  mol L<sup>-1</sup>  
 E  $9,8 \times 10^{-12}$  mol L<sup>-1</sup>

#### Dados

•  $K_{ps}(\text{CuS}) = 1,3 \times 10^{-36}$

#### PROBLEMA 2.13

2J13

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa de nitrato de prata que precisa ser adicionada a 100 mL de uma solução  $1 \times 10^{-5}$  mol L<sup>-1</sup> de cloreto de sódio para o início da precipitação.

- A 180 μg      B 270 μg  
 C 360 μg      D 540 μg  
 E 630 μg

#### Dados

•  $K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,6 \times 10^{-10}$

#### PROBLEMA 2.14

2J14

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa de iodeto de potássio que precisa ser adicionada a 25 mL de uma solução  $1 \times 10^{-5}$  mol L<sup>-1</sup> de cloreto de sódio para o início da precipitação.

- A 221 g                      B 332 g  
C 443 g                      D 554 g  
E 665 g

#### Dados

- $K_{ps}(\text{PbI}_2) = 1,4 \times 10^{-8}$

#### PROBLEMA 2.15

2J15

**Assinale** a alternativa correta a respeito da precipitação de hidróxido de níquel em uma solução  $0,06 \text{ mol L}^{-1}$  em cátions níquel (II).

- A Independe do pH.  
B Ocorre somente na faixa de pH alcalino.  
C Ocorre somente na faixa de pH ácido.  
D Não ocorre para  $\text{pH} < 6$ .  
E Ocorre somente para  $\text{pH} > 12$ .

#### Dados

- $K_{ps}(\text{Ni}(\text{OH})_2) = 6,5 \times 10^{-18}$

#### PROBLEMA 2.16

2J16

**Assinale** a alternativa correta a respeito da precipitação de hidróxido de níquel em uma solução  $1 \text{ mmol L}^{-1}$  em cátions ferro (III).

- A Independe do pH.  
B Ocorre somente na faixa de pH alcalino.  
C Ocorre somente na faixa de pH ácido.  
D Não ocorre para  $\text{pH} < 3$ .  
E Ocorre somente para  $\text{pH} > 12$ .

#### Dados

- $K_{ps}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 2 \times 10^{-39}$

#### PROBLEMA 2.17

2J17

Hidróxido de sódio é adicionado progressivamente a uma amostra contendo  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  em cátions magnésio e  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  em cátions cálcio.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração do primeiro íon a precipitar que permanece em solução quando o segundo precipita.

- A  $14 \text{ nmol L}^{-1}$                       B  $21 \text{ nmol L}^{-1}$   
C  $28 \text{ nmol L}^{-1}$                       D  $35 \text{ nmol L}^{-1}$   
E  $42 \text{ nmol L}^{-1}$

#### Dados

- $K_{ps}(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 5,5 \times 10^{-6}$
- $K_{ps}(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 1,1 \times 10^{-11}$

#### PROBLEMA 2.18

2J18

Sulfato de sódio é adicionado progressivamente a uma amostra contendo  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  em cátions bário e  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  em cátions chumbo (II).

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração do primeiro íon a precipitar que permanece em solução quando o segundo precipita.

- A  $13 \mu\text{mol L}^{-1}$                       B  $23 \mu\text{mol L}^{-1}$   
C  $39 \mu\text{mol L}^{-1}$                       D  $52 \mu\text{mol L}^{-1}$   
E  $69 \mu\text{mol L}^{-1}$

#### Dados

- $K_{ps}(\text{BaSO}_4) = 1,1 \times 10^{-10}$
- $K_{ps}(\text{PbSO}_4) = 1,6 \times 10^{-8}$

### Nível II

#### PROBLEMA 2.19

2J19

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do hidróxido de ferro (III) a  $25^\circ\text{C}$ .

- A  $1,2 \times 10^{-18}$                       B  $2,0 \times 10^{-18}$   
C  $3,5 \times 10^{-14}$                       D  $1,2 \times 10^{-10}$   
E  $2,0 \times 10^{-10}$

#### Dados

- $K_{ps}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 2 \times 10^{-39}$

#### PROBLEMA 2.20

2J20

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do hidróxido de alumínio a  $25^\circ\text{C}$ .

- A  $1,0 \times 10^{-12}$                       B  $3,3 \times 10^{-12}$   
C  $6,8 \times 10^{-10}$                       D  $1,0 \times 10^{-9}$   
E  $3,3 \times 10^{-9}$

#### Dados

- $K_{ps}(\text{Al}(\text{OH})_3) = 1 \times 10^{-33}$

#### PROBLEMA 2.21

2J21

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da solubilidade do fluoreto de cálcio em  $\text{pH} = 3$ .

- A  $4 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$                       B  $4 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$   
C  $4 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$                       D  $4 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$   
E  $4 \times 10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$

### Dados

- $K_a(\text{HF}) = 3,5 \times 10^{-4}$
- $K_{ps}(\text{CaF}_2) = 4 \times 10^{-11}$

#### PROBLEMA 2.22

2J22

Uma amostra de 500 mL de uma solução  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  em nitrato de prata é misturada com 500 mL de outra solução contendo 0,005 mol de cloreto de sódio e 0,005 mol de brometo de sódio.

**Determine** a concentração de todas as espécies em solução no equilíbrio.

### Dados

- $K_{ps}(\text{AgBr}) = 7,7 \times 10^{-13}$
- $K_{ps}(\text{AgCl}) = 1,6 \times 10^{-10}$

#### PROBLEMA 2.23

2J23

Uma amostra contendo 0,1 mol de nitrato de cálcio, 0,1 mol de nitrato de bário e 0,15 mol de sulfato de sódio foram adicionados em 600 mL de água destilada.

**Determine** a concentração de todas as espécies em solução no equilíbrio.

### Dados

- $K_{ps}(\text{BaSO}_4) = 1,1 \times 10^{-10}$
- $K_{ps}(\text{CaSO}_4) = 2,4 \times 10^{-5}$

## Gabarito

### Nível I

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. C  | 2. B  | 3. B  | 4. A  | 5. D  |
| 6. D  | 7. B  | 8. B  | 9. B  | 10. B |
| 11. B | 12. B | 13. B | 14. B | 15. D |
| 16. D | 17. B | 18. E |       |       |

### Nível II

1. B
2. B
3. C
4. -
5. -