

# Leis de Velocidade

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química



## 1 Velocidade de Reações

1. Velocidade média de reação:

$$v = \frac{\Delta[A]}{\Delta t}$$

2. Concentração e velocidade reacional.
3. Velocidade instantânea de reação.
4. Leis de velocidade e ordem de reação.

$$v = k[A]^n$$

5. Constante de velocidade.
6. Método das concentrações iniciais.

### 1.0.1 Habilidades

- a. **Calcular** a velocidade média de consumo de reagentes ou formação de produtos.
- b. **Determinar** a ordem da reação a partir da unidade de constante de velocidade.
- c. **Determinar** a ordem de reação a partir da tabela de velocidades e concentrações iniciais.

## 2 Reações de Ordem Zero

1. Velocidade instantânea de ordem zero:

$$v = k$$

2. Lei de ordem zero:

$$[A]_t = [A]_0 - kt$$

3. Linearização:  $[A] \times t$ .

### 2.0.1 Habilidades

- a. **Calcular** a concentração de um reagente ou produto de uma reação de ordem zero em função do tempo.
- b. **Calcular** a constante de velocidade para reações de ordem zero por interpolação linear.

## 3 Reações de Primeira Ordem

1. Velocidade instantânea de primeira ordem:

$$v = k[A]$$

2. Lei integrada de primeira ordem:

$$[A]_t = [A]_0 e^{-kt}$$

3. Tempo de meia-vida de primeira ordem:

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

4. Linearização:  $\ln[A] \times t$ .

### 3.0.1 Habilidades

- a. **Calcular** a concentração de um reagente ou produto de uma reação de primeira ordem em função do tempo.
- b. **Calcular** o tempo de meia vida para uma reação de primeira ordem em função da constante cinética.
- c. **Calcular** a constante de velocidade para reações de primeira ordem por interpolação linear.

## 4 Reações de Segunda Ordem

1. Velocidade instantânea de segunda ordem:

$$v = k[A]^2$$

2. Lei integrada de segunda ordem:

$$\frac{1}{[A]_t} = \frac{1}{[A]_0} + kt$$

3. Linearização:  $1/[A] \times t$ .

### 4.0.1 Habilidades

- a. **Calcular** a concentração de um reagente ou produto de uma reação de segunda ordem em função do tempo.
- b. **Calcular** a constante de velocidade para reações de segunda ordem por interpolação linear.

## 5 Reações de Ordem Superior

1. Reações de ordem superior.
2. Pseudo-ordem.
3. Tempo de meia-vida de ordens superiores:

$$t_{1/2} = \frac{1}{[A]^{n-1}}$$

4. Método das meias-vidas:

$$\frac{t'_{1/2}}{t_{1/2}} = 2^{n-1}$$

### 5.0.1 Habilidades

- a. **Determinar** a ordem de uma reação utilizando o método das meias-vidas.

## Nível I

### PROBLEMA 5.1

3H01

Considere os compostos iônicos.

1. Fosfato de potássio,  $K_3PO_4$ .
2. Cloreto de chumbo (II),  $PbCl_2$ .
3. Sulfeto de cádmio,  $CdS$ .
4. Sulfato de bário,  $BaSO_4$ .

**Assinale** a alternativa que relaciona os compostos solúveis em água.

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| <b>A</b> 2 e 3       | <b>B</b> 2 e 4    |
| <b>C</b> 3 e 4       | <b>D</b> 2, 3 e 4 |
| <b>E</b> 1, 2, 3 e 4 |                   |

### PROBLEMA 5.2

3H02

Considere os compostos iônicos.

1. Nitrato de cádmio,  $Cd(NO_3)_2$ .
2. Acetato de cobre (II),  $Cu(CH_3CO_2)_2$ .
3. Hidróxido de cobalto (III),  $Co(OH)_3$ .
4. Brometo de prata,  $AgBr$ .

**Assinale** a alternativa que relaciona os compostos solúveis em água.

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| <b>A</b> 3        | <b>B</b> 4        |
| <b>C</b> 3 e 4    | <b>D</b> 1, 3 e 4 |
| <b>E</b> 2, 3 e 4 |                   |

### PROBLEMA 5.3

3H03

**Apresente** a reação iônica que ocorre em cada um dos procedimentos a seguir.

- a.  $FeCl_2(aq)$  é misturado com  $Na_2S(aq)$ .
- b.  $Pb(NO_3)_2(aq)$  é misturado com  $KI(aq)$ .
- c.  $Ca(NO_3)_2(aq)$  é misturado com  $K_2SO_4(aq)$ .
- d.  $Na_2CrO_4(aq)$ , é misturado com  $Pb(NO_3)_2(aq)$ .
- e.  $Hg_2(NO_3)_2(aq)$  é misturado com  $K_2SO_4(aq)$ .

### PROBLEMA 5.4

3H04

**Apresente** a reação iônica que ocorre em cada um dos procedimentos a seguir.

- a.  $K_2SO_4(aq)$  é misturado com  $AgNO_3(aq)$ .
- b.  $H_3PO_4(aq)$  é misturado com  $SrBr_2(aq)$ .
- c.  $Na_2S(aq)$  é misturado com  $NH_4NO_3(aq)$ .
- d.  $CdSO_4(aq)$ , é misturado com  $(NH_4)_2CO_3(aq)$ .
- e.  $H_2SO_4(aq)$  é misturado com  $Hg_2Cl_2(aq)$ .

### PROBLEMA 5.5

3H06

**Apresente** a reação iônica que ocorre em cada um dos procedimentos a seguir.

- a.  $AgNO_3(aq)$  é misturado com  $Na_3PO_4(aq)$ .
- b.  $Hg_2(NO_3)_2(aq)$  é misturado com  $NH_4I(aq)$ .
- c.  $BaCl_2(aq)$  é misturado com  $Na_2SO_4(aq)$ .
- d.  $K_2S(aq)$ , é misturado com  $Bi(NO_3)_3(aq)$ .
- e. Acetato de bário,  $Ba(CH_3CO_2)_2(aq)$  é misturado com  $LiCO_3(aq)$ .

### PROBLEMA 5.6

3H07

Uma amostra de 40 mL de uma solução  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  em NaOH foi adicionada a 10 mL de uma solução  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em  $Cu(NO_3)_2$ . **Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa de precipitado formado.

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| <b>A</b> 50 mg  | <b>B</b> 100 mg |
| <b>C</b> 150 mg | <b>D</b> 200 mg |
| <b>E</b> 250 mg |                 |

### PROBLEMA 5.7

3H08

Uma amostra de 2,5 g de  $(NH_4)_3PO_4$  foi adicionada a 50 mL de uma solução  $0,125 \text{ mol L}^{-1}$  em  $CaCl_2$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa de precipitado formado.

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| <b>A</b> 450 mg | <b>B</b> 550 mg |
| <b>C</b> 650 mg | <b>D</b> 750 mg |
| <b>E</b> 850 mg |                 |

**PROBLEMA 5.8**

3H09

Uma alíquota de 10 mL de uma solução de cloreto de sódio foi tratada com excesso de nitrato de prata, formando 0,43 g de um precipitado.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de cloreto de sódio.

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

**PROBLEMA 5.9**

3H10

No seu doutorado, Marie Curie estimou a massa molar do rádio, elemento que ela descobriu. Pela análise de suas propriedades químicas, ela sabia que o rádio era da família do bário. Quando 90 mg de cloreto de rádio foi tratado com excesso de nitrato de prata são formados 86 mg de um precipitado.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa molar do rádio.

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>A</b> 200 g mol <sup>-1</sup> | <b>B</b> 230 g mol <sup>-1</sup> |
| <b>C</b> 260 g mol <sup>-1</sup> | <b>D</b> 290 g mol <sup>-1</sup> |
| <b>E</b> 310 g mol <sup>-1</sup> |                                  |

**PROBLEMA 5.10**

3H11

Uma alíquota de 50 mL de uma solução de nitrato de prata foi titulada com 10 mL de uma solução 1 mol L<sup>-1</sup> em cromato de potássio, formando um precipitado vermelho brilhante.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de nitrato de prata.

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

**PROBLEMA 5.11**

3H12

Uma amostra de 15 g do mineral eulitita, 2 Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> · 3 SiO<sub>2</sub>, foi dissolvida em ácido até completar 500 mL de solução. O SiO<sub>2</sub>, pouco solúvel, foi removido por filtração. Uma alíquota de 100 mL dessa solução foi titulada com 20 mL de uma solução 0,08 mol L<sup>-1</sup> em fosfato de sódio.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da pureza da eulitita.

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>A</b> 30% | <b>B</b> 45% | <b>C</b> 60% |
| <b>D</b> 75% | <b>E</b> 90% |              |

**Nível II**
**PROBLEMA 5.12**

3H13

Uma alíquota de 100 mL de uma solução de sulfato de sódio foi titulada com 20 mL de uma solução de cloreto de bário. Em outro experimento, 15 mL da mesma solução de cloreto de bário foi titulada com 5 mL de uma solução 1 mol L<sup>-1</sup> em fosfato de amônio.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de sulfato de sódio.

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

**PROBLEMA 5.13**

3H14

Uma amostra de 1 g de um pesticida contendo DDT, C<sub>14</sub>H<sub>9</sub>Cl<sub>5</sub>, foi decomposta com sódio metálico em álcool e os íons cloreto liberados foram titulados com 10 mL nitrato de prata. Em outro experimento, 30 mL da mesma solução de nitrato de prata foram titulados com 10 mL de uma solução 3 mol L<sup>-1</sup> em cloreto de sódio.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da fração mássica de DDT na amostra.

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>A</b> 50% | <b>B</b> 60% | <b>C</b> 70% |
| <b>D</b> 80% | <b>E</b> 90% |              |

**PROBLEMA 5.14**

3H15

Uma amostra com 1,5 g de sulfato de sódio de pureza 94,6% foi dissolvida em água até completar 1 L de solução. Uma alíquota de 100 mL dessa solução foi titulada com 45 mL de uma solução de cloreto de bário. Em outro experimento, foram necessários 9 mL da mesma solução de cloreto de bário para titular 100 mL de uma solução de acetato de chumbo (II).

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração da solução de acetato de chumbo (II).

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

## PROBLEMA 5.15

3H16

Uma amostra de 100 mL de água salobra contendo ácido sulfídrico foi alcalinizada com amoníaco e tratada com 30 mL de uma solução  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$  em nitrato de prata. O excesso de nitrato de prata foi retrotitulado com 6 mL de uma solução  $0,04 \text{ mol L}^{-1}$  de tiocianato de potássio.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração ácido sulfídrico na água.

- |                |                |
|----------------|----------------|
| <b>A</b> 3 ppm | <b>B</b> 4 ppm |
| <b>C</b> 5 ppm | <b>D</b> 6 ppm |
| <b>E</b> 7 ppm |                |

## PROBLEMA 5.16

3H17

O fósforo em 4 g de um alimento vegetal foi convertido a fosfato e tratado com 50 mL de uma solução  $0,08 \text{ mol L}^{-1}$  em nitrato de prata. O excesso de nitrato de prata foi retrotitulado com 5 mL de tiocianato de potássio  $0,06 \text{ mol L}^{-1}$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da fração mássica de fósforo no alimento vegetal.

- |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| <b>A</b> 1% | <b>B</b> 2% | <b>C</b> 3% |
| <b>D</b> 4% | <b>E</b> 5% |             |

## PROBLEMA 5.17

3H18

Uma amostra com 17 g de nitrato de prata foi dissolvida em 500 mL de água destilada. Uma alíquota de 50 mL dessa solução foi titulada com 20 mL de uma solução de tiocianato de potássio. Uma amostra de 2 g de cloreto de bário dihidratado foi dissolvida em água destilada e tratada com 100 mL da solução de nitrato de prata. A solução resultante foi titulada com 25 mL da solução de tiocianato de potássio.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da pureza da amostra de cloreto de bário.

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>A</b> 74% | <b>B</b> 80% | <b>C</b> 86% |
| <b>D</b> 92% | <b>E</b> 98% |              |

## PROBLEMA 5.18

3H19

O ácido cloroacético, utilizado como conservante em 100 mL de uma bebida carbonatada, foi extraído em éter dietílico e então retornado à solução aquosa pela extração com NaOH  $1 \text{ mol L}^{-1}$ . O cloroacetato reage com o hidróxido de sódio liberando íons cloreto. Esse extrato aquoso foi acidificado e tratado com 50 mL de nitrato de prata  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ . Após a filtração do precipitado, a titulação do filtrado requereu 10 mL de uma solução de tiocianato de amônio. Em outro experimento, uma alíquota de 20 mL da mesma solução de tiocianato de amônio foi titulada com 50 mL da solução de nitrato de prata  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ .

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa de ácido monocloroacético na solução.

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| <b>A</b> 100 mg | <b>B</b> 118 mg |
| <b>C</b> 136 mg | <b>D</b> 154 mg |
| <b>E</b> 172 mg |                 |

## PROBLEMA 5.19

3H20

Uma amostra de 0,24 g contendo apenas NaCl e  $\text{BaCl}_2$  foi tratada com excesso de nitrato de prata, formando 0,46 g de um precipitado.

**Determine** a fração de NaCl na amostra.

## PROBLEMA 5.20

3H21

Uma amostra de 0,87 g contendo apenas NaBr e KBr foi tratada com excesso de nitrato de prata, formando 1,50 g de um precipitado.

**Determine** a fração de NaBr na amostra.

## PROBLEMA 5.21

3H22

Uma amostra de 2,2 g minério de ferro foi dissolvida em ácido clorídrico concentrado. A solução resultante foi diluída em água precipitada como óxido de ferro (III) hidratado pela adição de  $\text{NH}_3$ . O precipitado foi filtrado e calcinado a alta temperatura para formando 1,6 g de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  puro.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da fração mássica de ferro no minério.

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>A</b> 10% | <b>B</b> 15% | <b>C</b> 20% |
| <b>D</b> 25% | <b>E</b> 30% |              |

## PROBLEMA 5.22

3H23

O alumínio presente em uma amostra com 6,06 g de sulfato de alumínio e amônio impuro foi precipitado com amônia aquosa como óxido de alumínio hidratado. O precipitado foi filtrado e calcinado a alta temperatura para formando 1,29 g de óxido de alumínio puro.

**Assinale** a alternativa com a fórmula molecular do sal.

- |  |  |
|--|--|
| <b>A</b> $\text{Al}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)$       | <b>B</b> $\text{Al}(\text{NH}_4)_3(\text{SO}_4)_3$   |
| <b>C</b> $\text{Al}_2(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_4$ | <b>D</b> $\text{Al}_2(\text{NH}_4)_4(\text{SO}_4)_5$ |
| <b>E</b> $\text{Al}_2(\text{NH}_4)_6(\text{SO}_4)_6$ |  |

## Gabarito

### Nível I

1. **D**
2. **C**
3. -
4. -
5. -
6. **B**
7. **C**
8. **C**
9. **B**
10. **D**
11. **D**

### Nível II

1. **A**
2. **C**
3. **B**
4. **D**
5. **C**
6. **D**
7. **B**
8. 55%
9. 55%
10. **D**
11. **D**