

# Equilíbrio Ácido-Base

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensi, Coordenação de Química

## 1 Escala de pH

1. Cálculo do pH:  
$$\text{pH} = \log[\text{H}_3\text{O}^+]$$
2. Constante de autoprotólise da água:  
$$K_w = 1 \times 10^{-14}$$
3. pH e pOH:  
$$\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_w$$
4. Interpretação do pH.

### 1.0.1 Habilidades

- a. **Calcular** o pH a partir da concentração de ácido ou base forte.
- b. **Calcular** o pH em função do pOH.
- c. **Calcular** a concentração de hidrônio e hidroxila a partir do pH.

## 2 Ácidos e Bases Fracos

1. Constante de ionização.
2. Grau de ionização.
3. pH de soluções de ácidos e bases fracos.
4. Hidrólise.
5. pH de soluções salinas.

### 2.0.1 Habilidades

- a. **Calcular** o pH de soluções de ácidos e bases fracos.
- b. **Calcular** o grau de ionização de ácidos e bases fracos.
- c. **Calcular** a constante de ionização em função do pH.
- d. **Calcular** o pH de soluções salinas de hidrólise ácida ou básica.

## 3 Ácidos e Bases Polipróticos

1. pH de soluções de ácidos polipróticos.
2. Soluções de sais de ácidos polipróticos.
3. Curva de distribuição de espécies em função do pH.

### 3.0.1 Habilidades

- a. **Calcular** o pH de soluções de ácidos polipróticos.
- b. **Calcular** o pH de soluções de sais anfipróticos.
- c. **Calcular** a concentração de todos os íons em solução em função do pH.

## 4 Soluções Muito Diluídas

1. Soluções muito diluídas de ácidos e bases fortes.
2. Soluções muito diluídas de ácidos fracos.

### 4.0.1 Habilidades

- a. **Calcular** o pH de soluções muito diluídas de ácidos e bases fortes.
- b. **Calcular** o pH de soluções muito diluídas de ácidos fracos.

## Nível I

### PROBLEMA 4.1

2H01

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido clorídrico.

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>A</b> 0,6 | <b>B</b> 1,7 | <b>C</b> 2,6 |
| <b>D</b> 3,5 | <b>E</b> 4,4 |              |

### PROBLEMA 4.2

2H02

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,04 \text{ mol L}^{-1}$  em hidróxido de potássio.

- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| <b>A</b> 9,3  | <b>B</b> 10,4 | <b>C</b> 11,5 |
| <b>D</b> 12,6 | <b>E</b> 13,7 |               |

### PROBLEMA 4.3

2H03

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,08 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido acético.

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>A</b> 0,8 | <b>B</b> 1,6 | <b>C</b> 2,4 |
| <b>D</b> 3,2 | <b>E</b> 4,0 |              |

### Dados

- $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$

### PROBLEMA 4.4

2H04

O pH de uma solução de  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  um ácido carboxílico é 4. **Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pKa desse ácido carboxílico.

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

## PROBLEMA 4.5

2H05

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  em metilamina.

- A 9,7      B 10,6      C 11,8  
D 12,4      E 13,3

## Dados

- $K_b(\text{metilamina})$ .

## PROBLEMA 4.6

2H06

A fração de nicotina protonada em uma solução  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  é 1%.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da constante de ionização do ácido conjugado da nicotina.

- A  $1 \times 10^{-10}$       B  $1 \times 10^{-9}$   
C  $1 \times 10^{-8}$       D  $1 \times 10^{-7}$   
E  $1 \times 10^{-6}$

## PROBLEMA 4.7

2H07

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido tricloroacético.

- A 0,8      B 0,9      C 1,0  
D 1,1      E 1,2

## Dados

- $K_a(\text{CCl}_3\text{COOH}) = 0,3$

## PROBLEMA 4.8

2H08

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração de hidróxido de uma solução  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$  em trietilamina.

- A  $3,5 \text{ mmol L}^{-1}$       B  $4,0 \text{ mmol L}^{-1}$   
C  $4,5 \text{ mmol L}^{-1}$       D  $5,0 \text{ mmol L}^{-1}$   
E  $5,5 \text{ mmol L}^{-1}$

## Dados

- $K_b((\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}) = 1 \times 10^{-3}$

## PROBLEMA 4.9

2H09

Considere soluções aquosas dos sais:

1.  $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$
2.  $\text{CrCl}_3$
3.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
4.  $\text{KNO}_3$

**Assinale** a alternativa que relaciona as soluções ácidas.

- A 2  
C 2 e 3  
E 2, 3 e 4

- B 3  
D 1, 2 e 3

## PROBLEMA 4.10

2H10

Considere soluções aquosas dos sais:

1.  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$
2.  $\text{K}_3\text{PO}_4$
3.  $\text{FeCl}_3$
4.  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$

**Assinale** a alternativa que relaciona as soluções ácidas.

- A 1 e 3      B 1 e 4  
C 3 e 4      D 1, 3 e 4  
E 1, 2, 3 e 4

## PROBLEMA 4.11

2H11

Considere soluções aquosas dos sais:

1.  $\text{NH}_4\text{Br}$
2.  $\text{NaHCO}_3$
3.  $\text{KF}$
4.  $\text{KBr}$

**Assinale** a alternativa que relaciona as soluções básicas.

- A 2      B 3  
C 2 e 3      D 1, 2 e 3  
E 2, 3 e 4

## PROBLEMA 4.12

2H12

Considere soluções aquosas dos sais:

1.  $\text{Na}_2\text{S}$
2.  $\text{NaCH}_3\text{CO}_2$
3.  $\text{NaHSO}_4$
4.  $\text{NaHPO}_4$

**Assinale** a alternativa que relaciona as soluções básicas.

- A 1 e 3      B 1 e 4  
C 3 e 4      D 1, 3 e 4  
E 1, 2, 3 e 4

## PROBLEMA 4.13

2H13

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em nitrato de cobre (II).

- A 2,3      B 3,2      C 4,1  
D 5,2      E 6,3

**Dados**

- $K_a(\text{Cu}^{2+}) = 3,2 \times 10^{-8}$

**PROBLEMA 4.14**

2H14

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração de hidrônio em uma solução  $0,07 \text{ mol L}^{-1}$  em cloreto de ferro (III).

- |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>A</b> $12 \text{ mmol L}^{-1}$ | <b>B</b> $14 \text{ mmol L}^{-1}$ |
| <b>C</b> $16 \text{ mmol L}^{-1}$ | <b>D</b> $18 \text{ mmol L}^{-1}$ |
| <b>E</b> $20 \text{ mmol L}^{-1}$ |                                   |

**Dados**

- $K_a(\text{Fe}^{3+}) = 0,0035$

**PROBLEMA 4.15**

2H15

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima de uma solução  $0,18 \text{ mol L}^{-1}$  em cloreto de amônio.

- |            |            |            |
|------------|------------|------------|
| <b>A</b> 2 | <b>B</b> 3 | <b>C</b> 4 |
| <b>D</b> 5 | <b>E</b> 6 |            |

**Dados**

- $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$

**PROBLEMA 4.16**

2H16

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do grau de desprotonação de uma solução  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  em cloreto de anilínio.

- |                |                |
|----------------|----------------|
| <b>A</b> 0,01% | <b>B</b> 0,02% |
| <b>C</b> 0,03% | <b>D</b> 0,04% |
| <b>E</b> 0,05% |                |

**Dados**

- $K_b(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) = 4,3 \times 10^{-10}$

**PROBLEMA 4.17**

2H17

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,09 \text{ mol L}^{-1}$  em acetato de cálcio.

- |             |             |             |
|-------------|-------------|-------------|
| <b>A</b> 8  | <b>B</b> 9  | <b>C</b> 10 |
| <b>D</b> 11 | <b>E</b> 12 |             |

**Dados**

- $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$

**PROBLEMA 4.18**

2H18

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração de ácido fluorídrico em uma solução  $0,07 \text{ mol L}^{-1}$  em fluoreto de potássio.

- |  |  |
|--|--|
| <b>A</b> $1,4 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$ | <b>B</b> $1,4 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ |
| <b>C</b> $1,4 \times 10^{-6} \text{ mol L}^{-1}$ | <b>D</b> $1,4 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ |
| <b>E</b> $1,4 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ |  |

**Dados**

- $K_a(\text{HF}) = 3,5 \times 10^{-4}$

**PROBLEMA 4.19**

2H19

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  em cianeto de amônio.

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>A</b> 2,3 | <b>B</b> 5,0 | <b>C</b> 7,0 |
| <b>D</b> 9,2 | <b>E</b> 10  |              |

**Dados**

- $K_a(\text{HCN}) = 4,9 \times 10^{-10}$
- $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$

**PROBLEMA 4.20**

2H20

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  em acetato de piridínio.

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>A</b> 2,3 | <b>B</b> 5,0 | <b>C</b> 7,0 |
| <b>D</b> 9,2 | <b>E</b> 10  |              |

**Dados**

- $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$
- $K_b(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}) = 1,8 \times 10^{-9}$

**PROBLEMA 4.21**

2H21

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,023 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido carbônico.

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

**Dados**

- $K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,3 \times 10^{-7}$
- $K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 5,6 \times 10^{-11}$

**PROBLEMA 4.22**

2H22

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração de íon hidrônio em uma solução  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido sulfídrico.

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>A</b> $0,08 \text{ mmol L}^{-1}$ | <b>B</b> $0,16 \text{ mmol L}^{-1}$ |
| <b>C</b> $0,24 \text{ mmol L}^{-1}$ | <b>D</b> $0,32 \text{ mmol L}^{-1}$ |
| <b>E</b> $0,40 \text{ mmol L}^{-1}$ |                                     |

**Dados**

- $K_{a1}(\text{H}_2\text{S}) = 1,3 \times 10^{-7}$
- $K_{a2}(\text{H}_2\text{S}) = 7,1 \times 10^{-15}$

**PROBLEMA 4.23**

2H23

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido sulfúrico.

- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| <b>A</b> 1,00 | <b>B</b> 1,12 | <b>C</b> 1,23 |
| <b>D</b> 1,30 | <b>E</b> 1,45 |               |

### Dados

- $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,012$

#### PROBLEMA 4.24

2H24

Como o ácido sulfúrico, o ácido selênico é forte na primeira desprotonação e fraco na segunda. Uma solução  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido selênico apresenta pH igual a 1,82.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da constante da segunda ionização do ácido selênico.

- |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>A</b> $1,2 \times 10^{-5}$ | <b>B</b> $1,2 \times 10^{-4}$ |
| <b>C</b> $1,2 \times 10^{-3}$ | <b>D</b> $1,2 \times 10^{-2}$ |
| <b>E</b> $1,2 \times 10^{-1}$ |                               |

#### PROBLEMA 4.25

2H25

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  em bicarbonato de sódio.

- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| <b>A</b> 5,35 | <b>B</b> 6,37 | <b>C</b> 7,66 |
| <b>D</b> 8,31 | <b>E</b> 10,3 |               |

### Dados

- $\text{p}K_{a1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 6,37$
- $\text{p}K_{a2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 10,2$

#### PROBLEMA 4.26

2H26

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em dihidrogenofosfato de sódio,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| <b>A</b> 2,12 | <b>B</b> 3,52 | <b>C</b> 4,66 |
| <b>D</b> 6,87 | <b>E</b> 7,21 |               |

### Dados

- $\text{p}K_{a1}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2,12$
- $\text{p}K_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7,21$
- $\text{p}K_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 12,7$

#### PROBLEMA 4.27

2H27

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração de  $\text{SO}_3^{2-}$  em uma solução  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido sulfuroso.

- |   |   |
|---|---|
| <b>A</b> $1,2 \times 10^{-7} \text{ mmol L}^{-1}$ | <b>B</b> $1,2 \times 10^{-6} \text{ mmol L}^{-1}$ |
| <b>C</b> $1,2 \times 10^{-5} \text{ mmol L}^{-1}$ | <b>D</b> $1,2 \times 10^{-4} \text{ mmol L}^{-1}$ |
| <b>E</b> $1,2 \times 10^{-3} \text{ mmol L}^{-1}$ |   |

### Dados

- $K_{a1}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,015$
- $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1,2 \times 10^{-7}$

#### PROBLEMA 4.28

2H28

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração de  $\text{PO}_4^{3-}$  em uma solução  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido fosfórico.

- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>A</b> $5,4 \times 10^{-21}$ | <b>B</b> $5,4 \times 10^{-19}$ |
| <b>C</b> $5,4 \times 10^{-17}$ | <b>D</b> $5,4 \times 10^{-15}$ |
| <b>E</b> $5,4 \times 10^{-13}$ |                                |

### Dados

- $K_{a1}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,0076$
- $K_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 6,2 \times 10^{-8}$
- $K_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 2,1 \times 10^{-13}$

#### PROBLEMA 4.29

2H29

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $8 \times 10^{-8} \text{ mol L}^{-1}$  em ácido clorídrico.

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>A</b> 6,6 | <b>B</b> 6,8 | <b>C</b> 7,0 |
| <b>D</b> 7,1 | <b>E</b> 7,2 |              |

#### PROBLEMA 4.30

2H30

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH de uma solução  $1,5 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$  em hidróxido de sódio.

- |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>A</b> 6,8 | <b>B</b> 7,0 | <b>C</b> 7,2 |
| <b>D</b> 7,4 | <b>E</b> 7,6 |              |

## Nível II

#### PROBLEMA 4.31

2H31

Uma alíquota de 25 mL de uma solução  $0,018 \text{ mol L}^{-1}$  em hidróxido de potássio é deixada em um ambiente aquecido por dois dias. Como resultado do aquecimento, o volume da solução se reduz a 18 mL.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do pH da solução após a evaporação.

- |               |               |               |
|---------------|---------------|---------------|
| <b>A</b> 9,7  | <b>B</b> 10,6 | <b>C</b> 11,5 |
| <b>D</b> 12,4 | <b>E</b> 13,3 |               |

#### PROBLEMA 4.32

2H32

A concentração de uma solução de ácido clorídrico foi diluída a 10% de seu valor inicial por diluição.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da variação de pH da solução.

- |            |            |            |
|------------|------------|------------|
| <b>A</b> 0 | <b>B</b> 1 | <b>C</b> 2 |
| <b>D</b> 3 | <b>E</b> 4 |            |

## Gabarito

### Nível I

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. B  | 2. D  | 3. D  | 4. D  | 5. C  |
| 6. C  | 7. D  | 8. B  | 9. C  | 10. D |
| 11. C | 12. D | 13. C | 14. B | 15. D |
| 16. B | 17. C | 18. C | 19. D | 20. B |
| 21. D | 22. B | 23. C | 24. D | 25. D |
| 26. C | 27. A | 28. B | 29. B | 30. E |

### Nível II

- |      |      |
|------|------|
| 1. D | 2. B |
|------|------|