

# Equilíbrio Tampão

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química



## Soluções Tampão

1. Ação tamponante.
2. Escolha do tampão.
3. Equação de Henderson-Hasselbalch:

$$\text{pH} = \text{pK}_a - \log \frac{[\text{base}]_{\text{inicial}}}{[\text{ácido}]_{\text{inicial}}}$$

4. Capacidade tamponante.

### 1.0.1 Habilidades

- a. **Calcular** o pH de uma solução tampão.
- b. **Calcular** a variação no pH de uma solução tampão por adição de ácido ou base.
- c. **Calcular** a composição da solução tampão para um pH desejado.
- d. **Comparar** a eficiência de soluções tampão em diferentes valores de pH.

## Titulações ácido-base

1. Titulação ácido forte-base forte.
2. Titulação ácido forte-base fraca e ácido fraco-base forte.
3. Indicadores ácido-base.
4. Titulação de ácidos polipróticos.

### 2.0.2 Habilidades

- a. **Calcular** o pH ao longo de uma titulação ácido forte-base forte.
- b. **Calcular** o pH do ponto de equivalência para uma titulação ácido fraco-base forte.
- c. **Calcular** o pH ao longo de uma titulação de ácido ou base fracos.
- d. **Identificar** indicadores adequados para uma titulação.

## Nível I

### PROBLEMA 2.1

2I01

Uma solução tampão é  $0,15 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{HNO}_2(\text{aq})$  e  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{NaNO}_2(\text{aq})$

**Determine** o pH da solução.

#### Dados

- $K_a(\text{HNO}_2) = 4,3 \times 10^{-4}$

### PROBLEMA 2.2

2I02

Uma solução tampão é  $0,04 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$  e  $0,03 \text{ mol L}^{-1}$  em  $\text{NH}_3(\text{aq})$

**Determine** o pH da solução.

#### Dados

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

### PROBLEMA 2.3

2I03

Foram dissolvidos  $0,02 \text{ mol}$  de  $\text{NaOH}(\text{s})$  em  $300 \text{ mL}$  de uma solução tampão que é  $0,04 \text{ mol L}^{-1}$  em acetato de sódio e  $0,08 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido acético.

**Determine** a variação de pH da solução.

#### Dados

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

### PROBLEMA 2.4

2I04

Foram dissolvidos  $0,01 \text{ mol}$  de  $\text{HCl}(\text{g})$  em  $500 \text{ mL}$  de uma solução tampão que é  $0,04 \text{ mol L}^{-1}$  em acetato de sódio e  $0,08 \text{ mol L}^{-1}$  em ácido acético.

**Determine** a variação de pH da solução.

#### Dados

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

**PROBLEMA 2.5**

2I05

**Assinale** a alternativa com o sistema tamponante mais adequado para preparar um tampão com pH próximo de 5.

- A**  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{CO}_2^-$       **B**  $\text{HNO}_2/\text{NO}_2^-$   
**C**  $\text{HClO}_2/\text{ClO}_2^-$       **D**  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$   
**E**  $\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{HPO}_4^{2-}$

**Dados**

- $\text{pK}_{a2}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 7,21$
- $\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$
- $\text{pK}_a(\text{HClO}_2) = 2$
- $\text{pK}_a(\text{HNO}_2) = 3,37$
- $\text{pK}_b(\text{NH}_3) = 4,75$

**PROBLEMA 2.6**

2I06

**Assinale** a alternativa com o sistema tamponante mais adequado para preparar um tampão com pH próximo de 10.

- A**  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{CO}_2^-$       **B**  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$   
**C**  $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+/(\text{CH}_3)_3\text{N}$       **D**  $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+/\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$   
**E**  $\text{HPO}_4^-/\text{PO}_4^{3-}$

**Dados**

- $\text{pK}_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 12,7$
- $\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$
- $\text{pK}_b(\text{NH}_3) = 4,75$
- $\text{pK}_b(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}) = 8,75$
- $\text{pK}_b((\text{CH}_3)_3\text{N}) = 4,19$

**PROBLEMA 2.7**

2I07

**Determine** a razão entre as concentrações molares de íons acetato e de ácido acético necessária para tamponar uma solução em  $\text{pH} = 5,3$ .

**Dados**

- $\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$

**PROBLEMA 2.8**

2I08

**Determine** a razão entre as concentrações molares de íons benzoato e de ácido benzoico necessária para tamponar uma solução em  $\text{pH} = 3,5$ .

**Dados**

- $\text{pK}_a(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 4,19$

**PROBLEMA 2.9**

2I09

Foram adicionados 20 mL de uma solução  $0,15 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{HCl}(\text{aq})$  a 25 mL de uma solução  $0,11 \text{ m}$  de  $\text{NaOH}(\text{aq})$ . **Determine** o pH da solução resultante.

**PROBLEMA 2.10**

2I10

Foram adicionados 30 mL de uma solução  $0,12 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{HCl}(\text{aq})$  a 15 mL de uma solução  $0,31 \text{ m}$  de  $\text{KOH}(\text{aq})$ . **Determine** o pH da solução resultante.

**PROBLEMA 2.11**

2I11

Considere a titulação de 25 mL de uma solução  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{HClO}(\text{aq})$  com uma solução  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{KOH}(\text{aq})$ . **Determine** o pH no ponto estequiométrico.

**Dados**

- $K_a(\text{HClO}) = 3 \times 10^{-8}$

**PROBLEMA 2.12**

2I12

Considere a titulação de 25 mL de uma solução  $0,02 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NH}_3(\text{aq})$  com uma solução  $0,015 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{HCl}(\text{aq})$ . **Determine** o pH no ponto estequiométrico.

**Dados**

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

**PROBLEMA 2.13**

2I13

Uma solução foi preparada pela mistura de 25 mL de uma solução  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  de ácido fórmico com 5 mL de uma solução  $0,15 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}$ . **Determine** o pH da solução resultante.

**Dados**

- $K_a(\text{HCOOH}) = 1,8 \times 10^{-4}$

**PROBLEMA 2.14**

2I14

Uma solução foi preparada pela mistura de 25 mL de uma solução  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  de amônia com 10 mL de uma solução  $0,15 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{HCl}$ . **Determine** o pH da solução resultante.

**Dados**

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

**Nível II**

**PROBLEMA 2.15**

2I37

Considere os indicadores disponíveis para a titulação de uma solução  $0,20 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (aq) com uma solução  $0,20 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}$  (aq)

() Indicador	$\text{pK}_{\text{In}}$
() azul de timol	1,7
tornassol	6,5
vermelho de fenol	7,9
fenoftaleína	8,9
alizarina	11,7

Assinale a alternativa com o indicador mais adequado.

- ☐ A Azul de timol      ☐ B Tornassol  
☐ C Vermelho de fenol      ☐ D Fenoftaleína  
☐ E Alizarina

**Nível I**

- 3,49
- 9,13
- 1,21
- 0,4
- ☒ A
- ☒ C
- 3,16
- 0,2
- 2,25
- 12,4
- 9,67
- 5,66
- 3,39
- 9,1

**Nível II**

- ☒ D
- ☒ B

**PROBLEMA 2.16**

2I38

Considere os indicadores disponíveis para a titulação de uma solução  $0,20 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NH}_3$  (aq) com uma solução  $0,20 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{HCl}$  (aq)

() Indicador	$\text{pK}_{\text{In}}$
() alaranjado de metila	3,4
vermelho de metila	5,0
vermelho de fenol	7,9
azul de timol	8,9
fenoftaleína	9,4

Assinale a alternativa com o indicador mais adequado.

- ☒ A Alaranjado de metila  
☐ B Vermelho de metila  
☐ C Vermelho de fenol  
☐ D Azul de timol  
☐ E Fenoftaleína

**Gabarito**