

Equilíbrio Tampão

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química



1 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.

1.1 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.

2 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.

2.1 Habilidades

- a. **Calcular** o pH ao longo de uma titulação ácido forte-base forte.
- b. **Calcular** o pH do ponto de equivalência para um 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 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 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

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

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** $(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+ / (\text{CH}_3)_3\text{NH}$
- 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

- $pK_{a3}(\text{H}_3\text{PO}_4) = 12,7$
- $pK_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 4,75$
- $pK_b(\text{NH}_3) = 4,75$
- $pK_b(\text{C}_5\text{H}_5\text{N}) = 8,75$
- $pK_b((\text{CH}_3)_3\text{N}) = 4,19$

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

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

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

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

PROBLEMA 2.9

2I09

Foram adicionados 20 mL de uma solução $0,15 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl (aq) a 25 mL de uma solução $0,11 \text{ m}$ de NaOH (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 HCl (aq) a 15 mL de uma solução $0,31 \text{ m}$ de KOH (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 HClO (aq) com uma solução $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ de KOH (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 NH_3 (aq) com uma solução $0,015 \text{ mol L}^{-1}$ de HCl (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 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 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 $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ com uma solução $0,20 \text{ mol L}^{-1}$ de $\text{NaOH}(\text{aq})$

() Indicador	pK_{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

PROBLEMA 2.16

2I38

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

() Indicador	pK_{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

Nível I

- 1. 3,49
- 2. 9,13
- 3. 1,21
- 4. $-0,4$
- 5. ☒ A
- 6. ☒ C
- 7. 3,16

8. 0,2

9. 2,25

10. 12,4

11. 9,67

12. 5,66

13. 3,39

14. 9,1

Nível II

1. ☒ D2. ☒ B