

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.

1.0.1 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.

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.

2.0.1 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 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 $\text{HPO}_4^{2-}/\text{PO}_4^{3-}$

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 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 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 mol L⁻¹ de HCl(aq) a 25 mL de uma solução 0,11 m de NaOH(aq).

Determine o pH da solução resultante.

PROBLEMA 2.10

2I10

Foram adicionados 30 mL de uma solução 0,12 mol L⁻¹ de HCl(aq) a 15 mL de uma solução 0,31 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 mol L⁻¹ de HClO(aq) com uma solução 0,02 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 mol L⁻¹ de NH₃(aq) com uma solução 0,015 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 mol L⁻¹ de ácido fórmico com 5 mL de uma solução 0,15 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 mol L⁻¹ de amônia com 10 mL de uma solução 0,15 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 mol L⁻¹ de CH₃COOH(aq) com uma solução 0,20 mol L⁻¹ de NaOH(aq)

() Indicador	pK _{ln}
() 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

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. **D**
2. **B**