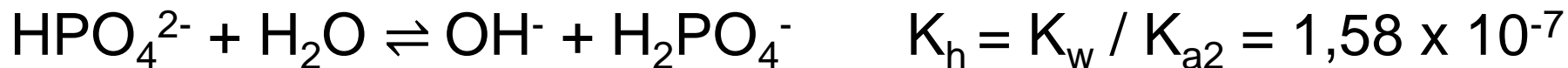


# Espécies anfipróticas



$K_{a2} \gg K_h \rightarrow$  titulação com solução padrão de base

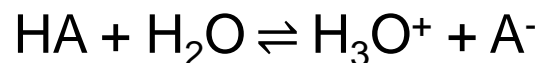
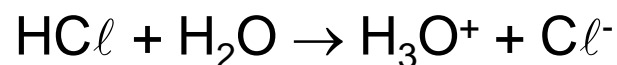


$K_{a3} \ll K_h \rightarrow$  titulação com solução padrão de ácido

# Misturas de ácidos fortes e fracos ou bases fortes e fracas

Calcular o pH de uma mistura de HCl 0,1200 mol L<sup>-1</sup> com ácido fraco HA 0,0800 mol L<sup>-1</sup> (K<sub>a</sub>=1,00x10<sup>-4</sup>) durante sua titulação com KOH 0,100 mol L<sup>-1</sup>. Calcule os resultados para a adição dos seguintes volumes de base (a) 0,00 mL e (b) 5,00 mL.

$$V_{\text{adicionado}} = 0,00 \text{ mL}$$



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = c_{\text{HCl}} + [\text{A}^-] + [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{H}_2\text{O}}$$

muito pequena → desprezível

$$[\text{A}^-] \lll 0,1200 \text{ mol L}^{-1} \rightarrow \text{pH} = 0,92$$

$$V_{\text{adicionado}} = 5,00 \text{ mL}$$

$$V_{\text{mistura}} = 25,00 \text{ mL}$$

+

$$V_{\text{KOH}} = 29,00 \text{ mL}$$

$$c_{\text{HCl}} = \frac{nH_3O^+_{\text{HCl}} - nH_3O^+_{\text{reagiu}}}{V_{\text{total}}} =$$

$$= \frac{25,00 \times 0,1200 - 29,00 \times 0,1000}{54,00} =$$

$$= 1,85 \times 10^{-3} \text{ molL}^{-1}$$

$$c_{\text{HA}} = \frac{nH_3O^+_{\text{HA}}}{V_{\text{total}}} =$$

$$= \frac{25,00 \times 0,0800}{54,00} =$$

$$= 3,70 \times 10^{-2} \text{ molL}^{-1}$$

$$c_{\text{HCl}} = \frac{nH_3O^+_{\text{inicial}} - nH_3O^+_{\text{reagiu}}}{V_{\text{total}}}$$

$$[A^-] \ll c_{\text{HCl}} \rightarrow \text{pH} = 1,08$$

$$[H_3O^+] = c_{\text{HCl}} + [A^-] = 1,85 \times 10^{-3} + [A^-]$$

$$[HA] + [A^-] = c_{\text{HA}} = 3,70 \times 10^{-2}$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = 1,00 \times 10^{-4} \rightarrow [HA] = \frac{[H_3O^+][A^-]}{1,00 \times 10^{-4}}$$

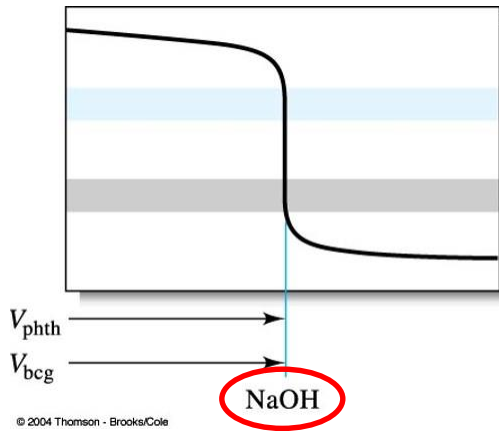
$$\frac{[H_3O^+][A^-]}{1,00 \times 10^{-4}} + [A^-] = 3,70 \times 10^{-2}$$

$$\frac{[H_3O^+]( [H_3O^+] - 1,85 \times 10^{-3} )}{1,00 \times 10^{-4}} + ( [H_3O^+] - 1,85 \times 10^{-3} ) = 3,70 \times 10^{-2}$$

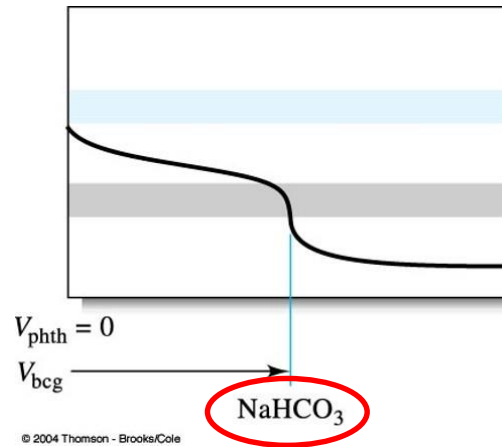
$$[H_3O^+] = 3,03 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

$$\text{pH} = 2,52$$

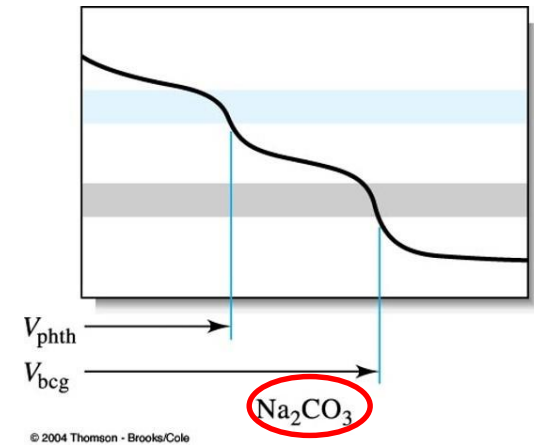
# Mistura de carbonatos



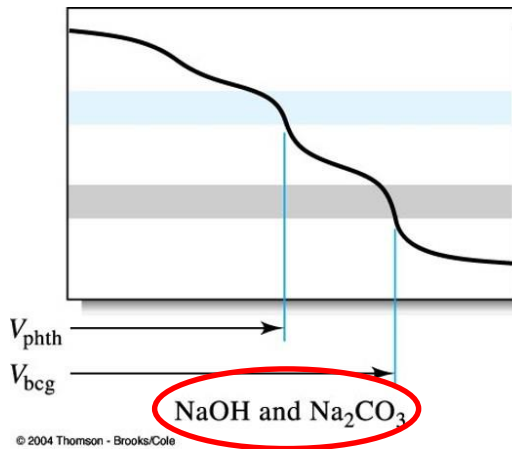
© 2004 Thomson - Brooks/Cole



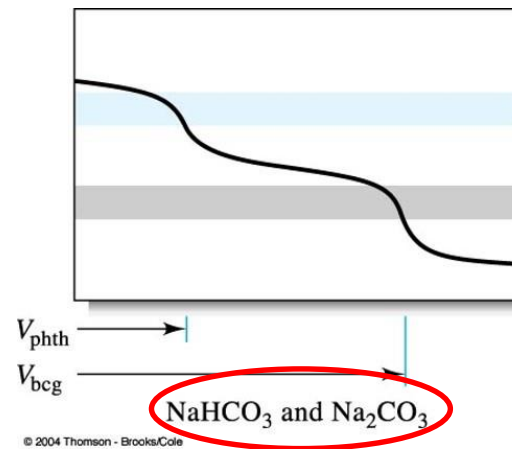
© 2004 Thomson - Brooks/Cole



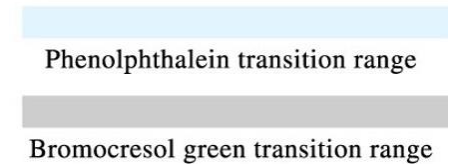
© 2004 Thomson - Brooks/Cole



© 2004 Thomson - Brooks/Cole



© 2004 Thomson - Brooks/Cole



**TABLE 16-2****Volume Relationships in the Analysis of Mixtures Containing Hydroxide, Carbonate, and Hydrogen Carbonate Ions**

<b>Constituents in Sample</b>	<b>Relationship between <math>V_{\text{phth}}</math> and <math>V_{\text{beg}}</math> in the Titration of an Equal Volume of Sample*</b>
NaOH	$V_{\text{phth}} = V_{\text{beg}}$
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$V_{\text{phth}} = \frac{1}{2} V_{\text{beg}}$
NaHCO <sub>3</sub>	$V_{\text{phth}} = 0; V_{\text{beg}} > 0$
NaOH, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$V_{\text{phth}} > \frac{1}{2} V_{\text{beg}}$
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , NaHCO <sub>3</sub>	$V_{\text{phth}} < \frac{1}{2} V_{\text{beg}}$

\* $V_{\text{phth}}$  = volume of acid needed for a phenolphthalein end point;  $V_{\text{beg}}$  = volume of acid needed for a bromocresol green end point.

Uma solução contém  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e  $\text{NaOH}$ , isoladamente ou em uma combinação permitida. A titulação de uma alíquota de 50,00 mL requer, empregando-se a fenolftaleína como indicador de ponto final, 22,1 mL de  $\text{HCl}$  0,100 mol  $\text{L}^{-1}$ . Uma segunda alíquota de 50,0 mL necessita de 48,4 mL de  $\text{HCl}$  quando titulada com indicador verde de bromocresol. Deduza a composição e calcule as concentrações molares dos solutos na solução original.

-Se a solução contivesse apenas  $\text{NaOH} \rightarrow V_{\text{fen}} = V_{\text{bc}}$

-Se a solução contivesse apenas  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow V_{\text{fen}} = \frac{1}{2} V_{\text{bc}}$

$-V_{\text{fen}} < \frac{1}{2} V_{\text{bc}} \rightarrow$  a solução deve conter  $\text{NaHCO}_3$  e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

$\text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow n = 2,21 \text{ mmol}$  ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightleftharpoons \text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ )

$\text{NaHCO}_3 + \text{NaHCO}_3 (\text{Na}_2\text{CO}_3) \rightarrow n = 2,63 \text{ mmol}$

$\text{NaHCO}_3 \rightarrow n = 0,42 \text{ mmol}$

$$c_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{2,21}{50} = 0,0442 \text{ molL}^{-1}$$

$$c_{\text{NaHCO}_3} = \frac{0,42}{50} = 0,0084 \text{ molL}^{-1}$$

# Exercício

Uma série de soluções contendo NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e NaHCO<sub>3</sub>, isoladamente ou em combinação compatível, foi titulada com HCl 0,1202 mol L<sup>-1</sup>. Na tabela a seguir estão os volumes de ácido necessários para titular uma alíquota de 25,00 mL de cada solução com os indicadores: (1) fenolftaleína e (2) verde de bromocresol. Use essa informação para deduzir a composição das soluções. Além disso, calcular a concentração de cada soluto em miligramas por mililitro de solução. (NaOH = 40 g mol<sup>-1</sup>; Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = 106 g mol<sup>-1</sup> e NaHCO<sub>3</sub> = 84 g mol<sup>-1</sup>)

	(1)	(2)
(a)	22,42	22,44
(b)	15,67	42,13
(c)	29,64	36,42
(d)	16,12	32,23
(e)	0,00	33,333

# Retrotitulação

Uma amostra de 0,7121 g de farinha de trigo foi analisada pelo método Kjeldahl. A amônia formada pela adição de uma base concentrada após a digestão com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  foi destilada em 25,00 mL de  $\text{HCl}$  0,04977 mol  $\text{L}^{-1}$ . O excesso de  $\text{HCl}$  foi retrotitulado com 3,97 mL de  $\text{NaOH}$  0,04012 mol  $\text{L}^{-1}$ . Calcule a porcentagem de N na farinha.

$$n_{\text{HCl}} = 1,244 \text{ mmol}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,1593 \text{ mmol}$$

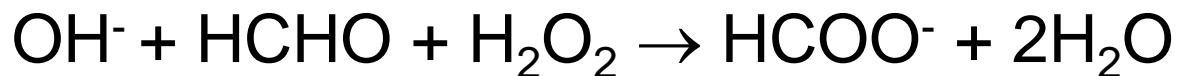
$$n_{\text{N}} = n_{\text{HCl}} - n_{\text{NaOH}} = 1,085 \text{ mmol}$$

$$\% \text{N} = \frac{n_{\text{N}} \times PA}{m_{\text{amostra}}} \times 100\% = 2,133$$



# Exercício

O teor de formaldeído da preparação de um pesticida foi determinado pela pesagem de 0,3124 g de uma amostra líquida em um frasco contendo 50,0 mL de NaOH 0,0996 mol L<sup>-1</sup> e 50,00 mL de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%. Por aquecimento, ocorreu a seguinte reação:



Após esfriar, o excesso de base foi titulado com 23,3 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05250 mol L<sup>-1</sup>. Calcular a porcentagem de HCHO (30,026 g mol<sup>-1</sup>) na amostra.