

Exercício 5. Calcular o pH de uma solução tampão preparada por adição de 20 ml de HCl 0,1 M a 50 ml de NH_4OH 0,1 M. **Dados:** $\text{pK}_b = 4,76$; $\log 0,69 = -0,16$

Solução:

Quando o ácido reage com a base (que está em excesso) para formar o sal, todo o ácido será consumido, produzindo uma quantidade correspondente de sal, e ainda restará base, numa quantidade igual a original menos a que foi consumida para formar o sal.

Antes de calcular essas concentrações, iremos calcular as concentrações da base em excesso e do ácido que existem na mistura, pois, quando se juntam 50 ml de um com 20 ml do outro, ambos estarão em um volume total de 70 ml (50 + 20), ou seja, ambos terão suas concentrações alteradas por efeito de diluição. Assim:

a) C_{HCl} :

$$20 \times 0,1 = 70 \times C_2 \Rightarrow C_{\text{HCl}} = 0,029 \text{ M}$$

b) $C_{\text{NH}_4\text{OH}}$:

$$50 \times 0,1 = 70 \times C_2 \Rightarrow C_{\text{NH}_4\text{OH}} = 0,071 \text{ M}$$

c) C_{sal} :

A concentração do sal, que nada mais é do que a $C_{\text{NH}_4\text{Cl}}$ formado, será igual à C_{HCl} , pois é o ácido que está em menor quantidade.

$$\Rightarrow C_{\text{NH}_4\text{Cl}} = C_{\text{sal}} = 0,029 \text{ M}$$

d) C_{base} :

A concentração da base será a $C_{\text{NH}_4\text{OH}}$ menos a C_{HCl} , pois a base reagiu com o ácido para formar o sal.

$$\Rightarrow C_{\text{base}} = C_{\text{NH}_4\text{OH}} - C_{\text{HCl}} = 0,071 - 0,029 \Rightarrow C_{\text{base}} = 0,042 \text{ M}$$

e) pH

$$\text{pOH} = \text{pK}_b + \log \frac{C_{\text{sal}}}{C_{\text{base}}} = 4,76 + \log \frac{0,029}{0,042} = 4,76 + \log 0,69 = 4,76 + (-0,16) = 4,76 - 0,16 = 4,60 \Rightarrow \text{pOH} = 4,60$$

$$\text{pH} = 14 - 4,6 = 9,4$$

$$\text{Resp: pH} = 9,4$$

3. MECANISMO DE AÇÃO E CAPACIDADE TAMPONANTE

O mecanismo de ação tamponante para uma solução tampão formada por um ácido fraco e seu sal pode ser explicado da seguinte maneira: O pH é governado pelo logaritmo da relação entre a concentração do sal e do ácido (ver equação 3), pois,

$$\text{pH} = \text{constante} + \log \frac{C_{\text{sal}}}{C_{\text{ácido}}}$$

Assim, quando essa solução tampão é diluída, a relação entre a C_{sal} e a $C_{\text{ácido}}$ permanece constante, então, o pH não varia¹.

Quando uma pequena quantidade de um ácido forte é adicionada a essa solução, os íons H^+ introduzidos reagem com os ânions do sal (A^-) para formar moléculas não ionizadas do ácido fraco, ou seja, os íons H^+ introduzidos não ficarão livres em solução:



Assim, a variação na relação $[\text{A}^-]/[\text{HA}]$ (ou $C_{\text{sal}}/C_{\text{ácido}}$) é pequena e, conseqüentemente, a variação no valor do pH também é pequena. Se este ácido fosse adicionado a uma solução não tamponada (por exemplo, uma solução de NaCl), o pH dessa solução sofreria uma grande diminuição.

¹ Na verdade, o pH aumenta ligeiramente porque o coeficiente de atividade do sal aumenta com a diminuição da força iônica e a atividade de uma molécula não carregada (no caso, o ácido não dissociado) é igual a sua molaridade. Assim, a relação aumenta.