

TITULAÇÃO DE SOLUÇÕES

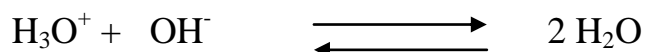
A **titulação** é a operação que determina o volume de uma solução padrão necessário para reagir com uma solução cuja concentração se deseja determinar. A solução padrão é aquela solução cuja concentração é exatamente conhecida.

A padronização de soluções de ácidos e bases pode ser feita pelo método direto ou indireto e permite a determinação da concentração exata das soluções padrão.

O método direto consiste na preparação da solução padrão a partir de um padrão primário. O padrão primário deve necessariamente apresentar algumas características, tais como: ser sólido, existir em alto grau de pureza, poder ser seco sem decomposição e reagir quantitativamente com o soluto da solução a ser padronizada. Os principais padrões primários, em volumetria por neutralização são: biftalato de potássio, ácido oxálico e carbonato de sódio. O método indireto consiste na utilização de uma solução já padronizada por meio do método direto, como é o caso de soluções de NaOH e HCl.

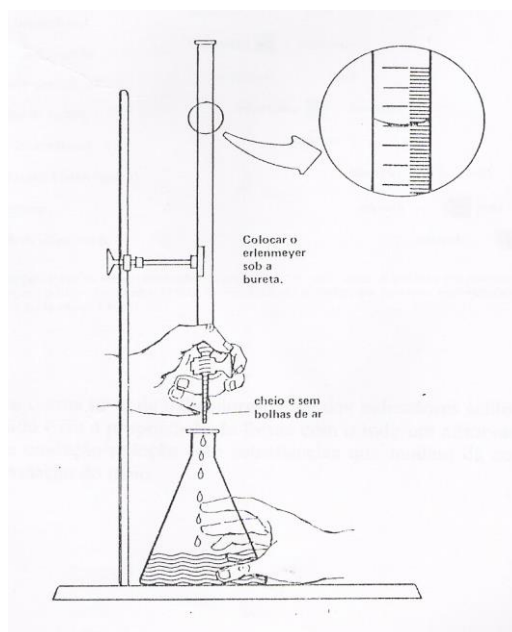
Na titulação de soluções cuja concentração se deseja determinar é empregado a **volumetria**. A volumetria consiste na medida do volume de uma solução padrão, inicialmente preparada, para reagir quantitativamente com um volume conhecido de uma solução cuja concentração se deseja determinar, ou o contrário. A volumetria de neutralização ocorre quando no sistema químico estão envolvidos unicamente ácido e base.

A reação que se verifica é denominada de neutralização e segundo Arrhenius pode ser representada como mostrado abaixo.



TITULAÇÃO:

Na página a seguir está representado o esquema utilizado numa titulação.



A solução padrão (colocada na bureta) é adicionada até o ponto em que a quantidade do padrão seja equivalente à quantidade de substância que se analisa (colocada no erlenmeyer). Este ponto é denominado **ponto de equivalência**. O ponto de equivalência, em geral, ocorre sem nenhuma mudança visual no sistema. Por isso, para se verificar o ponto de equivalência, adiciona-se ao sistema um reagente auxiliar denominado **indicador**.

O gráfico a seguir representa a curva de titulação de um ácido forte por uma base forte.

Curva de titulação de ácido forte por base forte. A curva é a da titulação de 50,0 mL de HCl 0,100 M por NaOH 0,100 M. Estão indicadas a faixa de pH de mudança da cor do verde de bromocresol e da fenolftaleína. Os dois indicadores mudam de cor na região em que o pH se altera rapidamente (a parte quase vertical da curva).

Indicadores ácido-base:

Os indicadores ácido-base são substâncias de caráter fracamente ácido ou básico que sofrem mudanças visíveis (mudança de cor) devido às variações de $[H^+]$ nas proximidades do ponto de equivalência. O ponto em que ocorre esta mudança de cor denomina-se **ponto final da titulação**.

Assim podemos dizer que um indicador ácido-base é uma substância que apresenta uma variação de cor dentro de uma região determinada de pH, conhecida como zona de viragem ou zona de transição.

O ponto final não coincide necessariamente com o ponto de equivalência. A diferença entre estes dois pontos constitui o erro da titulação. Esse erro é tanto menor quanto mais o ponto final se aproxima do ponto de equivalência.

A proximidade entre o ponto final e o ponto de equivalência depende do indicador utilizado. Por esta razão é de grande importância para precisão do método titulométrico a escolha conveniente do indicador. A escolha adequada do indicador é feita através das curvas de titulação.

Abaixo estão representados vários indicadores ácido-base e as respectivas faixas de pH em que ocorre a mudança de cor.

Indicador	Cor em pH baixo	Região de transição (pH aproximado)	Cor em pH alto
Violeta de metila	Amarelo	0.0-1.6	Azul-violeta
Azul de timol	Vermelho	1.2-2.8	Amarelo
Amarelo de metila	Vermelho	2.9-4.0	Amarelo
Azul de bromofenol	Amarelo	3.0-4.6	Violeta
Laranja de metila	Vermelho	3.1-4.4	Amarelo
Verde de bromocresol	Amarelo	3.8-5.4	Azul
Vermelho de metila	Vermelho	4.2-6.3	Amarelo
Púrpura de bromocresol	Amarelo	5.2-6.8	Violeta
Azul de bromotimol	Amarelo	6.0-7.6	Azul
Vermelho de fenol	Amarelo	6.6-8.0	Vermelho
Azul de timol	Amarelo	8.0-9.6	Azul
Fenolftaleína	Incolor	8.2-10.0	Rosa
Timolftaleína	Incolor	9.4-10.6	Azul

Existem outros tipos de indicadores, além dos indicadores ácido-base, como por exemplo o amido (forma com o iodo um adsorvato de cor azul) e indicadores de oxidação-redução (substâncias que mudam de cor em função do potencial de oxidação do meio).

PARTE PRÁTICA

Objetivo:

Determinar a concentração exata de uma solução de ácido e uma de base, através do método volumétrico.

Materiais e Reagentes:

Bureta de 25 mL, suporte para bureta, pipeta volumétrica de 10 mL, funil pequeno de colo curto, erlenmeyers de 250 mL, garra, solução padrão de HCl 0,1 mol/L e de NaOH 0,1 mol/L.

Procedimento:

- a) Lave uma bureta de 25 mL com água destilada e, em seguida, duas vezes com pequenas porções de aproximadamente 3 mL de uma solução padrão de NaOH 0,1 mol/L (concentração conhecida – solução padrão). Despreze as lavagens. Prenda a bureta a um suporte apropriado. Com o auxílio de um funil, encha a bureta com a solução de NaOH 0,1 mol/L até um pouco acima do traço que indica zero mL. Retire as bolhas de ar que possam ter ficado no bico da bureta ou aderidas às suas paredes internas. Abrindo a torneira da bureta, deixe escoar a solução até que a parte inferior do menisco coincida com a referência do zero mL.
- b) Coloque em um erlenmeyer de 250 mL, 10,00 mL de uma solução de HCl 0,1 mol/L preparada na aula anterior (concentração aproximada). Adicione à solução do erlenmeyer 3 gotas de solução alcoólica a 1% de fenolftaleína e agite em seguida.
- c) Deixe escoar, lentamente, a solução da bureta sobre a solução do erlenmeyer, agitando-o sempre, até que persista uma coloração levemente rósea. Anote o volume de NaOH 0,1 mol/L adicionado.
- d) Repita mais duas vezes a titulação. Tire a média dos volumes de NaOH 0,1 mol/L gastos, os quais não devem diferir de 0,1 mL. Com os dados obtido calcule a concentração da solução de HCl utilizada.
- e) Repita o procedimento utilizando como solução padrão HCl 0,1 mol/L.

Questões:

- 1) Escreva a equação da reação de padronização do HCl.
- 2) Na padronização de NaOH foi utilizado o biftalato de potássio como padrão primário. Escreva a equação da reação de padronização do NaOH.
- 3) O que é o ponto de equivalência de uma titulação?
- 4) Como se observa o ponto final de uma titulação?
- 5) Calcule a $[H^+]$ e $[OH^-]$ em uma solução obtida pela mistura de 50 mL de HCl 0,20 mol/L e 48 mL de NaOH 0,22 mol/L
- 6) CO_2 e NaOH podem ser utilizados como padrão primário? Por que?
- 7) Calcule o pH da solução preparada pela adição de 15 mL de NaOH 0,1 mol/L a 25 mL de HCl 0,1 mol/L.