

ANÁLISE TITRIMÉTRICA

Análise titrimétrica

- O termo “análise titrimétrica” refere-se à análise química quantitativa feita pela determinação do volume de uma solução, cuja concentração é conhecida com exatidão, necessário para reagir quantitativamente com um volume determinado da solução que contem a substância a ser analisada.
- A solução cuja concentração é conhecida com exatidão é chamada de **solução padrão**.
- O peso da substância a ser analisada é calculado a partir do volume da solução padrão usada, da equação química envolvida e das massas moleculares dos compostos que reagem.

Análise titrimétrica

- O reagente cuja concentração é conhecida é denominado **titulante** e a substância que está sendo dosada, **titulado**.
- A **solução padrão** é normalmente adicionada com a ajuda de um tubo graduado chamado **bureta**.
- A operação de adição da solução padronizada até que se complete a reação é chamada de **titulação**.

Tipos de Titulação

- **ácido-base (acidimetria-alcalimetria):**

Se uma solução de ácido é titulada com uma solução alcalina (ou seja na acidimetria) as hidroxilas da solução alcalina combinam-se com os hidrogênios ionizáveis do ácido, aumentando o pH da solução; em determinado pH o ponto de equivalência é atingido e a reação terminada. O mesmo raciocínio se aplica as soluções alcalinas tituladas por ácidos (isto é, a alcalimetria): o pH no ponto de equivalência depende da natureza e da concentração dos reagentes.

- *formação de complexos:*

As titulações complexométricas baseiam-se na formação de um complexo solúvel. São reações extremamente comuns, mas poucas satisfazem as condições para serem usadas em química analítica: na sua maioria, os complexos não são estáveis bastante para permitir uma titulação. Os complexos que podem ser usados são quase sempre agentes quelatantes, sendo o reagente mais comum o sal dissódico do ácido etilenodiaminotetracético (EDTA). Quase todos os metais podem ser titulados pelo EDTA ou reagentes semelhantes, e essas titulações representam um dos maiores desenvolvimentos da química analítica clássica nos últimos anos.

- *precipitação:*

Uma reação com formação de precipitado pode ser utilizada para titulação, desde que processe com velocidade adequada, que seja quantitativa e que haja um modo de determinar o momento em que o ponto de equivalência foi alcançado. Na prática essas condições limitam seriamente o número de reações de precipitação utilizáveis. Muitas reações de precipitação precisam de tempo relativamente longo para serem consideradas quantitativas.

- ***oxidação-redução (redox):***

Baseiam-se nos processos em que há transferência de elétrons (isto é, nas reações de oxirredução). Os agentes oxidantes ou redutores apresentam diferentes atividades químicas. Oxidantes fortes têm pronunciada tendência para ganhar elétrons, que são capazes de remover de grande número de redutores. O mesmo acontece na perda de elétrons em relação aos redutores. Sendo a intensidade da ação oxidante ou redutora de um sistema determinada pelo seu potencial de oxidação.

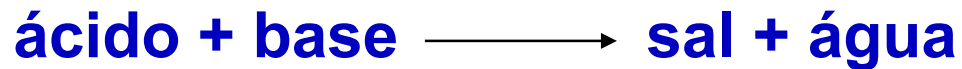
Titulação é um método analítico no qual uma solução padrão é utilizada para determinar a concentração de uma outra solução.

Qualquer solução que tenha sua concentração precisamente conhecida é chamada **solução padrão**.

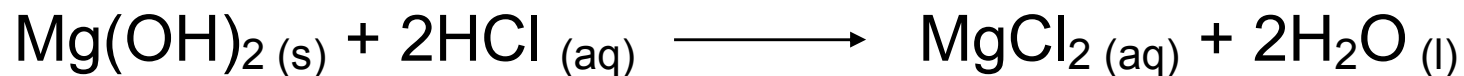
TITULAÇÃO ÁCIDO-BASE

Reações de neutralização

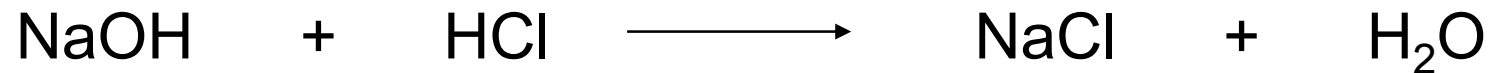
Reações de dupla troca ($AB + CD \longrightarrow AD + CB$) que envolvem a reação entre um ácido e uma base para formar um sal e água.



Por exemplo: Uma suspensão de hidróxido de magnésio em água é usada como um antiácido para neutralizar o excesso de ácido no estômago:

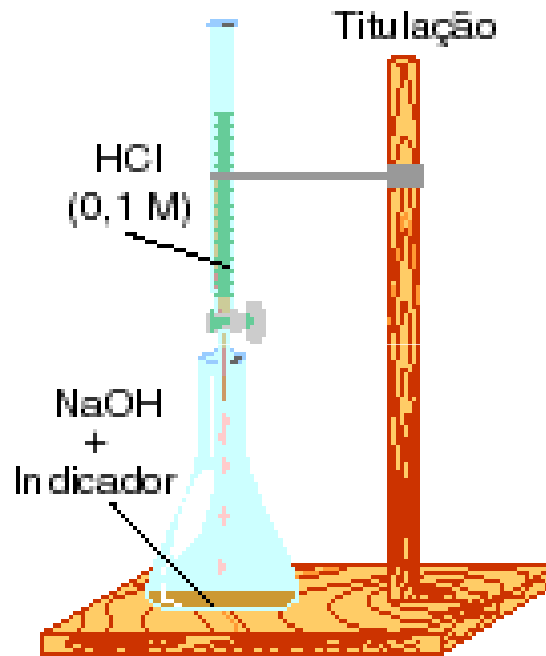


- Uma titulação ácido-base é então baseada no fato de que um pode ser “neutralizado” pelo outro. Nessa reação de neutralização, o ácido e a base irão reagir para formar sal mais água.
- Quando feita corretamente, a solução resultante será “neutra” (nem ácida nem básica). Numa titulação isso é conhecido como **ponto final**. A mudança de pH na solução pode ser monitorada usando um indicador ou um peagômetro.



- Essa reação balanceada indica que 1 mol de NaOH reagirá com 1 mol de HCl para produzir 1 mol de NaCl e 1 mol de água. A única variável é a concentração das duas soluções.

Os principais equipamentos de laboratório usados em uma titulação são:



Para uma titulação ácido-base pode-se usar a seguinte fórmula:

$$N_A \cdot M_A \cdot V_A = N_B \cdot M_B \cdot V_B$$

Onde: N_A e N_B -> número de moles das substâncias

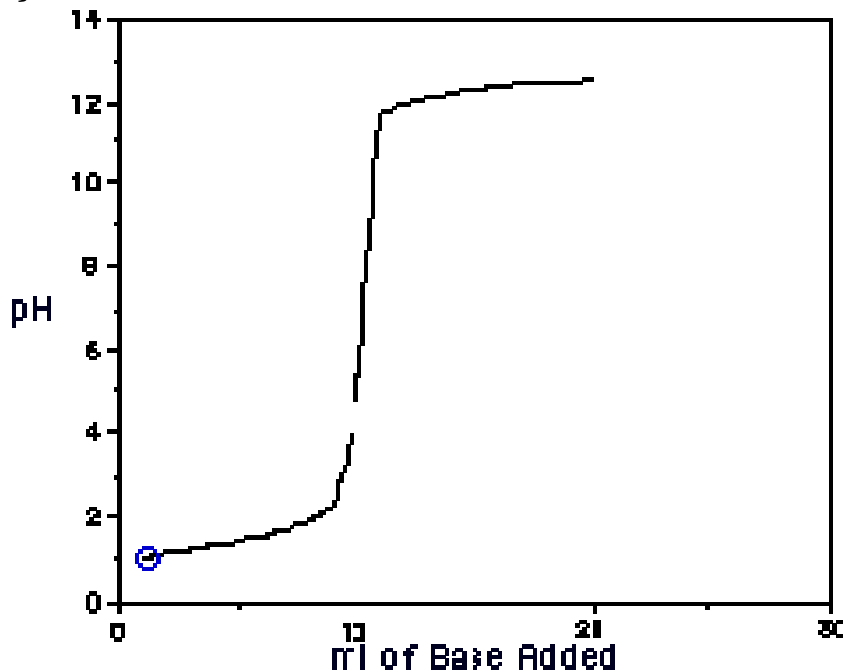
M_A -> Concentração molar da solução do ácido.

V_A -> Volume da solução do ácido.

M_B -> Concentração molar da solução da base.

V_B -> Volume da solução da base.

Titulação de um ácido forte com uma base forte



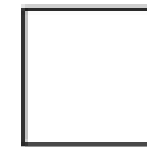
Este gráfico representa a titulação de 10 ml de 0.1M HCl com 0.1M NaOH.

O ponto final é caracterizado por uma rápida mudança no pH com a adição de uma quantidade muito pequena de base.

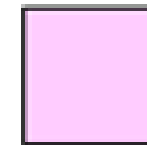
Fenolftaleína é o indicador mais utilizado nas titulações ácido-base.

No ponto final você sabe a concentração do padrão e o volume usado, bem como o volume usado da solução de concentração desconhecida. Os cálculos podem então ser feitos comparando-se o número de moles de cada solução usada. Isso fornecerá a concentração da solução desconhecida.

Cores da Fenolftaleína



solução ácida.



solução neutra.



solução básica.

PROBLEMA:

Calcule a concentração da solução a partir da titulação completa a seguir:

Ácido		Base	
Concentração	Volume	Concentração	volume
1. 0.25M HCl	30.00 mL	? M NaOH	25.00 mL

Suponha que 42 mL de solução de NaOH 0,15 M são necessários para neutralizar 50 mL de uma solução de ácido clorídrico. Qual a molaridade da solução do ácido?

Suponha que 42 mL de solução de NaOH 0,15 M são necessários para neutralizar 50 mL de uma solução de ácido sulfúrico. Qual a molaridade da solução do ácido?

Uma amostra de 50 mL de H_2SO_4 necessitou de 24,81 mL de NaOH 0,125 M para sua neutralização. Qual a molaridade do ácido?

EXERCÍCIOS

1 - Qual deve ser a massa de HCl em miligrama contida em uma solução, se para sua neutralização se utiliza de 22,00 mL de solução de Na_2CO_3 $0,1140 \text{ mol.L}^{-1}$. R = 183,084 mg

2 - Uma solução de H_2SO_4 foi preparada da seguinte maneira: mediu-se 5,7 mL do ácido concentrado ($d=1,831 \text{ g.mL}^{-1}$ e pureza = 94%) e diluiu-se para 1000 mL com água. Uma alíquota desta solução foi titulada com NaOH $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ e gastou-se na titulação 20 mL da base. Qual o volume da alíquota usada e a concentração do ácido? R: $V = 40 \text{ mL}$; Concentração = $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

EXERCÍCIOS

3 - Qual a molaridade de uma solução de HCl se para a titulação de 0,1946g de Na_2CO_3 quimicamente puro se utilizam 20,45 mL desta solução? R = 0,18 mol.L⁻¹

4 - Qual a concentração real de uma solução de HCl 0,1 mol.L⁻¹ que foi padronizada da seguinte maneira: uma alíquota de 20 mL do ácido foi adicionada em um erlenmeyer e algumas gotas de indicador vermelho de clorofenol foi acrescentado. Uma solução de Na_2CO_3 0,200 mol.L⁻¹ foi preparada e usada para titulação com o HCl, obtendo-se os seguintes volumes em três determinações: 20,6; 20,9 e 20,3 mL no ponto de equivalência. R = 0,103 mol.L⁻¹

EXERCÍCIOS

5 - Na titulação de 10 mL de uma solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) de concentração desconhecida foram gastos 25 mL de uma solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH) $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Calcule a concentração molar do ácido.

6 - Calcular o pH de uma solução obtida durante a titulação, se a 20 mL de solução de HCl $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ se adicionou as seguintes quantidades de solução de NaOH $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$: a) 17 mL **R=1,79**
b) 20 mL **R=7,00** c) 21 mL **R=11,69**

7 - 1,0 g de calcário foi tratado com 40,00 mL de solução de HCl $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$. Após fervura, o excesso de ácido foi neutralizado com solução de NaOH $0,11 \text{ mol.L}^{-1}$ em presença de vermelho de metila, tendo sido gastos 14,00 mL. Qual a porcentagem (m/m) de carbonato de cálcio (CaCO_3) existente na amostra? (Dados: MA: Ca = 40,08; C = 12,00; O = 16,00)