

TRABALHO 4

TITULAÇÕES ÁCIDO-BASE - CONSTÂNCIA DO PRODUTO DE SOLUBILIDADE

Na primeira parte deste trabalho faz-se o traçado potenciométrico da curva de titulação de uma solução de hidróxido de sódio com ácido clorídrico.

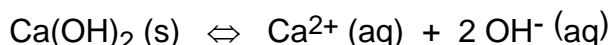
Quando a base a titular e o ácido titulante são razoavelmente concentrados, a representação gráfica do pH da solução de uma das espécies em função do volume adicionado da outra espécie é uma curva com dois patamares ligeiramente inclinados, unidos por um troço de curva quase vertical. A meio deste troço, no ponto de inflexão da curva, encontra-se o ponto de equivalência, ao qual deverá corresponder um pH sensivelmente de 7, já que NaOH e HCl são espécies fortes. Para concentrações de base e ácido mais baixas, obtêm-se curvas exibindo variações de pH menos bruscas associadas ao ponto de equivalência.

A detecção do ponto de equivalência pode fazer-se quer a partir do traçado da curva de titulação (método potenciométrico) quer utilizando indicadores químicos que mudam de cor na zona do ponto de equivalência.

Para o traçado potenciométrico de curvas de titulação utilizam-se aparelhos designados por medidores de pH e um eléctrodo combinado, sensível à concentração de iões H^+ do meio. O aparelho de pH é, essencialmente, um milivoltímetro que permite medir a força electromotriz de uma pilha constituída por dois eléctrodos mergulhados na solução cujo pH se deseja medir. É a força electromotriz dessa pilha que se relaciona de modo directo com a actividade hidrogeniónica e portanto com o pH da solução. Um dos eléctrodos é o eléctrodo de vidro, cujo potencial é sensível à concentração hidrogeniónica e o outro eléctrodo é o eléctrodo de calomelanos saturado que é usado como referência. Por comodidade de utilização estes dois eléctrodos são geralmente montados num único corpo tubular designando-se por eléctrodo combinado.

Na segunda parte deste trabalho pretende-se demonstrar que o produto de solubilidade, a uma dada temperatura, é constante mesmo que a concentração de qualquer uma das espécies envolvidas seja alterada.

Para o equilíbrio



o produto de solubilidade é dado por

$$K_{ps} = [Ca^{2+}] [OH^-]^2$$

Introdução à Química-Física

Se se adicionarem iões OH^- a uma solução saturada de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, a concentração de Ca^{2+} diminuirá por forma a manter constante o produto de solubilidade, formando-se mais precipitado. É o chamado *efeito de ião comum*.

Neste trabalho preparam-se soluções saturadas de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ em água e em soluções de hidróxido de sódio de diferentes concentrações preparadas a partir de uma solução já aferida na primeira parte. Após equilíbrio determina-se a concentração de NaOH por titulação com uma solução padrão de HCl pelo método colorimétrico. A partir destes dados experimentais pode calcular-se o produto de solubilidade para cada solução.

Parte Experimental

Parte A - Aferição da solução de NaOH

1. Retire o eléctrodo de vidro da solução em que está mergulhado - solução de KCl - e guarde esta solução. calibre o aparelho do modo que lhe for indicado pelo responsável pela aula prática. Esta calibração manter-se-á até ao fim da aula. Tenha em atenção que o eléctrodo deve ser sempre lavado com água destilada e seco antes de ser imerso em qualquer solução, que não deve ficar muito tempo exposto ao ar, que não deve nunca ser transferido para dentro ou fora de uma solução sem o aparelho estar desligado ou em *standby*.
 2. Encha a bureta com solução de ácido clorídrico 0.1 M, com os cuidados habituais (bureta cheia até extremidade inferior).
 3. Pipete 10.0 cm^3 da solução de NaOH de título desconhecido (aproximadamente 0.1 M) para um copo de 50 cm^3 . Adicione-lhe 10 cm^3 de água destilada, introduza uma barra de agitação e comece a agitar a solução.
 4. Mergulhe o eléctrodo de vidro na solução de NaOH, a um nível um pouco superior ao da barra de agitação mas de modo que o bolbo do eléctrodo fique completamente imerso na solução. Simultaneamente, oriente a bureta de modo a que, quando vier a precisar de a abrir, o ácido possa cair para dentro do copo.
 5. Mude o aparelho de pH da posição de *standby* para a posição de leitura, onde deverá manter-se até ao fim deste ensaio. Registe no papel milimétrico, a lápis, o pH da solução de base.
- Comece nesta altura a preparar também a parte **B** do trabalho.

Introdução à Química-Física

6. À solução permanentemente agitada comece a adicionar o ácido, em quantidades sucessivas de 0.5 cm^3 . Vá registando no gráfico os valores de pH da solução em cada instante da titulação. Este registo imediato é obrigatório pois só assim se poderá aperceber da aproximação do ponto de equivalência. Assim, quando lhe parecer que está a entrar numa zona mais inclinada da curva, deverá reduzir as quantidades de ácido adicionadas, de modo a poder definir bem o andamento da curva.

7. Termine o ensaio quando tiver o patamar final bem determinado. Trace a lápis, uma curva regular passando pelos pontos experimentais.

8. Lave e seque o eléctrodo de vidro e mergulhe-o na solução de KCl.

Parte B - Constância do produto de solubilidade

1. A partir de uma solução de NaOH aproximadamente 0.1 M (sol. **A**), prepare em balões volumétricos de 100 cm^3 , uma solução aproximadamente 0.05 M (sol. **B**) e outra de concentração aproximadamente 0.025 M (sol. **C**) do mesmo reagente.

2. Num erlenmeyer de 250 cm^3 , adicione um pouco de hidróxido de cálcio (a ponta de uma espátula) a cerca de 100 cm^3 de água desionizada. Repita este procedimento substituindo a água desionizada pelas soluções de NaOH **A**, **B** e **C**.

3. Agitar as soluções durante 10 minutos para atingir o equilíbrio. Caso seja necessário adicione mais hidróxido de cálcio até ficar com as soluções saturadas.

4. Filtrar cada uma das soluções e registar a temperatura a que se encontra cada solução.

5. Pipetar 25 cm^3 de cada uma das soluções saturadas e determinar a concentração de NaOH por titulação com HCl 0.1 M . Use fenolftaleína como indicador.

6. Passe todo o material que utilizou na aula por água da torneira e coloque-o dentro de tinas ou copos apropriados (estes últimos para as pipetas), de onde serão posteriormente recolhidos para lavagem. As buretas são lavadas cuidadosamente com água da torneira e água destilada, e postas a escorrer viradas ao contrário. Todos os recipientes de vidro que contenham precipitado deverão ser passados com a solução ácida de lavagem que lhe for fornecida na aula. Tenha em atenção que se trata de uma solução diluída de um ácido e como tal deverá passar novamente esse material por água da torneira antes de o depositar nas tinas de recolha.

TRABALHO Nº 4 - Questionário

Nome:

Nº:

Curso:

Turno:

Data:

1. Com base no ponto de inflexão da curva de titulação, determine o ponto de equivalência obtido e assinale-o no gráfico. A partir desta informação, determine o título (M) da solução de hidróxido de sódio fornecida.

Volume gasto até ao ponto de equivalência _____

2. A partir desta informação, determine o título (M) da solução de hidróxido de sódio fornecida.

Concentração da solução de NaOH _____

3. Preparação das soluções de NaOH aproximadamente 0.05 M (sol. **B**) e 0.025 M (sol.**C**).

Introdução à Química-Física

4.

	$V_{\text{HCl}} / \text{cm}^3$	$[\text{OH}^-]_{\text{total}} / \text{M}$	$[\text{OH}^-]_{\text{Ca(OH)}_2} / \text{M}$	$[\text{Ca}^{2+}] / \text{M}$	Kps	T / °C
sol. A de NaOH						
sol. B de NaOH						
sol. C de NaOH						
H ₂ O						

Cálculos necessários à construção da tabela:

5. Justifique o uso da fenolftaleína.

6. Comente os resultados obtidos.