

## ESTUDO DA CONDUTIVIDADE DE SOLUÇÕES DE UM ELECTRÓLITO FORTE

### 1-Objectivo

Estudar a variação da condutividade de um electrólito forte com a concentração.  
Determinação da concentração de um ácido forte por titulação condutimétrica com uma base forte.

### 2-Introdução

O transporte da corrente eléctrica em electrólitos é assegurado pelo movimento de iões.  
A resistência de uma coluna de solução de secção transversal uniforme com área  $A$  ( $\text{cm}^2$ ) entre dois eléctrodos distanciados de  $\ell$  (cm) é dada pela lei de Ohm:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \quad (\Omega)$$

em que  $\rho$  é a resistividade ( $\Omega \text{ cm}$ ), sendo numericamente igual ao inverso da condutividade específica ( $k$ ). Substituindo na equação anterior e rearranjando obtém-se:

$$k = \left(\frac{\ell}{A}\right) \frac{1}{R} \quad (\Omega^{-1} \text{cm}^{-1})$$

À grandeza  $(\ell/A)$  chama-se constante da célula ( $Q$ ). Em virtude da dificuldade de determinar a constante da célula de modo directo, recorre-se normalmente à medição da resistência de uma solução de condutividade,  $k$ , conhecida.

A tabela seguinte indica as composições e as condutividades específicas de algumas soluções normalmente usadas com esse objectivo.

Tabela 1- Condutividades de soluções de KCl em unidades  $\text{ohm}^{-1} \text{cm}^{-1}$ .

[KCl]	0°C	10°C	18°C	20°C	25°C
1N	0.06541	0.08319	0.09822	0.10207	0.11180
0.1N	0.00715	0.00933	0.01119	0.01167	0.01288
0.01N	0.000776	0.001020	0.001225	0.001278	0.001413

A condutividade molar  $\Lambda$  é a condutividade específica de uma solução hipotética que contém um mole de soluto por unidade de volume. Expressando a concentração em mole  $\text{l}^{-1}$  (M) e a condutividade específica em  $\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$  será:

$$\Lambda = 1000 \frac{k}{C} \quad (\Omega^{-1} \text{cm}^2 \text{mol}^{-1})$$

A lei limite de Onsager relaciona a condutividade molar com a concentração para electrólitos fortes uni-univalentes, e para concentrações não superiores a  $10^{-3}$  N:

$$\Lambda = \Lambda_0 - S\sqrt{C}$$

em que  $S$  é uma constante numérica que envolve termos dependentes da temperatura, viscosidade, constante dielétrica, carga dos iões, etc.  $\Lambda_0$  é a condutividade molar a diluição infinita.

As medições de condutividade, da resistência ou da condutância ( $L$ , inverso da resistência) podem ser usadas para seguir o decurso de uma titulação (Titulações condutimétricas) desde que haja uma diferença significativa entre as condutividades dos reagentes e dos produtos da reacção, que serve de base ao método de titulação.

Há diversos tipos de titulações condutimétricas conforme o tipo de reacção em questão: titulação ácido-base; titulação de precipitação; titulação de complexação; titulação de reacções redox. Devido às elevadas condutividades iónicas dos iões  $H^+$  e  $OH^-$ , o método condutimétrico é muito adequado para titulações ácido base. No caso de titulações de um ácido forte com uma base forte obtêm-se gráficos em forma de  $V$  (representando  $k$ ,  $L$  ou  $1/R$  em função do volume de titulante), ou seja, a curva é constituída por dois segmentos lineares cujo ponto de intersecção corresponde ao ponto de equivalência.

### 3-Parte Experimental

#### 3.1-Material

Condutímetro e célula condutimétrica  
Termómetro  
Material de vidro corrente de laboratório

#### 3.2-Reagentes

Cloreto de potássio (KCl)  
Hidróxido de sódio (NaOH)  
Ácido clorídrico (HCl)

#### 3.3-Técnica Experimental

##### 3.3.1-Preparação de Soluções

- |   |        |
|---|--------|
| a) Solução aprox. 0,1 N em NaOH   | 100 ml |
| b) Solução aprox. 0,1 N em HCl  | 100 ml |
| c) Solução aprox. 0,01 N em HCl, obtida por diluição a partir da anterior | 250 ml |

### 3.3.2-Determinação da constante da célula condutimétrica

Usando a solução padrão de KCl 0,01 N e atendo às instruções indicadas no manual do conditivímetro Crison registre o valor da temperatura desta solução e o valor da constante da célula.

### 3.3.3-Estudo do comportamento de electrólitos fortes

Pipete para um copo de 400 ml, 200 ml de água destilada, e introduza no copo uma barra magnética. Meça a respectiva condutividade (ou condutância).

Prepare uma bureta com a solução de 0,10 N em HCl. Faça adições dos seguintes volumes ( **finais** ) da solução de HCl: 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0; 4,0; 10,0; 15,0 e 20,0 ml. Homogeneizar convenientemente a solução depois de cada adição, e medir a condutividade.

### 3.3.4-Titulação condutimétrica de um ácido forte com uma base forte

Pipete para um copo de 400 ml, 200 ml da solução 0,01 N em HCl. Introduza no copo uma barra magnética.

Prepare uma bureta com a solução de 0,10 N em NaOH. Titule fazendo adições de 2,0 ml. Homogeneizar convenientemente a solução depois de cada adição, e medir a condutividade. Termine a titulação quando tiver adicionado cerca de 40 ml.

### 3.3.5-Titulação volumétrica de um ácido forte com uma base forte

Pipete para um erlenmeyer de 400 ml, 200 ml da solução 0,01 N em HCl. Adicione três gotas de indicador ácido-base adequado. Titule com a solução de NaOH 0,10 N até obter a viragem do indicador.

## 4- Cálculos

- Com os valores obtidos na titulação elabore um gráfico de  $k$  ou  $1/R$ , ajustados pelo factor de diluição<sup>1</sup>, em função do volume de titulante. Determine o volume correspondente ao ponto de equivalência a partir do ponto de intersecção dos dois ramos da curva.
- Determine a concentração exacta das duas soluções de HCl utilizadas, utilizando o resultado obtido em a).
- Compare os resultados anteriores com os obtidos pela titulação volumétrica.
- Calcule se for necessário o valor da constante da célula usando os valores da tabela 1.
- Calcule para cada volume adicionado, a concentração em electrólito forte.

---

<sup>1</sup> Factor de diluição = (Vol.inicial+Vol.titulante)/Vol.inicial

- f) Calcule a condutividade específica,  $k$ , e a condutividade molar,  $\Lambda$ , correspondentes a cada adição de electrólito.
- g) Elabore uma tabela com os valores de volume adicionado, concentração ( $C$ ), raiz quadrada da concentração, condutividade específica do electrólito e condutividade molar.
- h) Represente graficamente  $k$  em função de  $C$  para o electrólito estudado.
- i) Represente graficamente  $\Lambda$  em função de  $\sqrt{C}$  para o electrólito estudado.
- j) Determine o valor de  $\Lambda_0$  para o electrólito, usando a lei limite de Onsager.