



Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas

Unidade Curricular: **Física Aplicada**

Aulas Laboratoriais

Trabalho laboratorial n.º 7

**Estudo da condução elétrica:
aplicação à determinação das constantes de
dissociação de eletrólitos**

DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE E DA CONSTANTE DE DISSOCIAÇÃO DE UM ELETRÓLITO FRACO

Com base na determinação dos valores da condutividade molar de soluções de CH_3COOH determinar-se-á a sua constante de dissociação, K_a .

7.1 – BREVE REFERÊNCIA A ALGUNS CONCEITOS FUNDAMENTAIS

A corrente elétrica é devida ao movimento de partículas com carga elétrica, promovida por um campo elétrico.

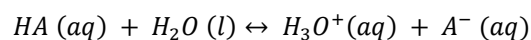
A movimentação de cargas pode ocorrer em quase todos os estados da matéria, sendo, no entanto, a condução em sólidos, líquidos e gases os usualmente utilizados.

Algumas substâncias, quando em meio aquoso, são capazes de conduzir eletricidade porque se dissociam, produzindo iões, sendo então designadas de eletrólitos. Se um campo elétrico for aplicado à solução, os iões migrarão para o eléctrodo com carga contrária à sua, promovendo a passagem de uma corrente elétrica.

Diversos parâmetros afetam o movimento dos iões em solução, como por exemplo, o grau de ionização, a concentração do eletrólito e a natureza do solvente. Se uma solução de um eletrólito conduz a corrente elétrica é designada de eletrolítica. Se tal não ocorre ou ocorre em muito pequena extensão, é designada de não-eletrolítica.

Apesar de a água ser um dos solventes mais utilizados e permitir a dissociação de muitas substâncias, um grande número de solventes pode ser usado na produção de soluções eletrolíticas. É usual classificar essas soluções em função da capacidade de condução da corrente elétrica como eletrólitos fortes e fracos.

Um ácido fraco não sofre protólise completa, pelo que em solução aquosa ainda há ácido não dissociado (HA):



As concentrações de equilíbrio dos reagentes e produtos podem relacionar-se através da expressão da constante de acidez ou constante de dissociação ácida (K_a):

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

Vários fatores afetam a condução elétrica, como sejam a temperatura, o comprimento e diâmetro do condutor e o tipo de material. Nos condutores eletrónicos a resistência aumenta com o aumento da temperatura. Já nos condutores eletrolíticos a

resistência diminui com o aumento da temperatura, a diminuição da viscosidade e do grau de hidratação dos íões em solução.

Na avaliação da resistência (R) de um eletrólito há que ter em conta as características da célula de medida, nomeadamente a área dos elétrodos e a distância que os separa. A corrente que flui irá depender não só da resistência da solução, mas também desses parâmetros (Figura 1).

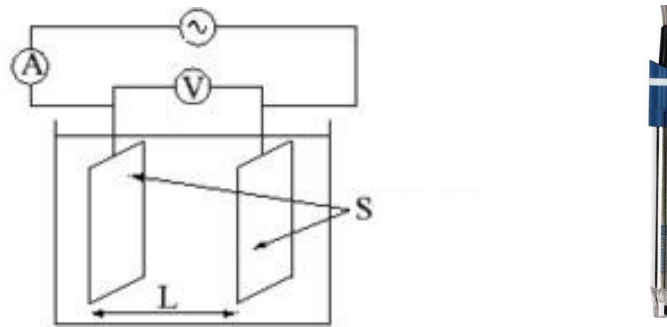


Figura 1. Esquema da montagem para medida da condução elétrica e exemplo da célula de medida.

O cálculo da resistência de uma solução pode ser feito com base na lei de Ohm ($V=RI$), sendo, por sua vez, R uma função da resistência específica (ou resistividade) da solução (ρ), da área dos elétrodos (S) e da distância entre eles (L). Assim, a resistência é dada por:

$$R = \rho \frac{L}{S}$$

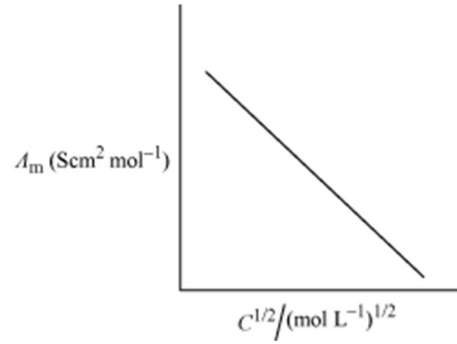
A condutividade (ou condutância específica) de uma solução é função da concentração dos íões em solução. No caso de soluções ideais existe uma relação linear entre a condutividade específica e a raiz quadrada da concentração, sendo a linearidade apenas observada para soluções diluídas de eletrólitos fortes. No caso de eletrólitos fracos não há linearidade.

A condutividade molar (Λ_m) permite expressar a dependência da condutância de uma solução em função da sua condutividade (K) e da concentração (c):

$$\Lambda_m = \frac{1000 \times K(S \text{ cm}^{-1})}{c(\text{mol dm}^{-3})} = S \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1} = \Omega^{-1} \text{ cm}^2 \text{ mol}^{-1}$$

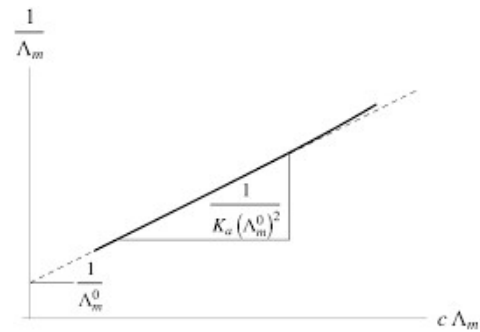
Através da **equação de Kohlrausch** é possível estabelecer uma relação entre a condutividade molar e a concentração de um eletrólito forte, que permite calcular o valor da condutividade molar a diluição infinita (Λ_∞).

$$\Lambda_m = \Lambda_\infty - K_e \sqrt{c}$$



No caso de eletrólitos fracos utiliza-se a **equação de Ostwald**:

$$\frac{1}{\Lambda_m} = \frac{1}{\Lambda_\infty} + \frac{1}{K_a (\Lambda_\infty)^2} \Lambda_m c$$



A representação gráfica de $\frac{1}{\Lambda_m}$ em função de $\Lambda_m c$, permite determinar a interceção na origem, ou seja, $\frac{1}{\Lambda_\infty}$; a partir do valor do declive, $\frac{1}{K_a (\Lambda_\infty)^2}$, pode-se determinar o valor da constante de dissociação, K_a .

7.2 – EXECUÇÃO LABORATORIAL

7.2.1 – Material e Reagentes

- Condutímetro com célula de medida
- Gobelés
- Pipetas
- Balões volumétricos de 50 mL
- Solução de CH₃COOH 1 M
- Água desionizada (rejeitar toda a água do esguicho e reencher de novo).

6.2.2 – Modo de proceder

1 – Prepare a primeira solução a partir da solução de CH₃COOH 1 M e as seguintes por diluições sucessivas:

Solução	1	2	3	4	5	6
Concentração (mol/L)	0,5	0,1	0,05	0,01	0,005	0,001

2 – Determinação da constante da célula:

- prepare duas soluções de KCl (0,01 e 0,001 mol/L), a partir da solução de KCl 0,1 mol/L, por diluição sucessiva;
- meça a condutância da água usada na preparação das soluções;
- meça a condutância de cada uma das soluções de KCl;
- calcule a constante da célula a partir dos valores da Tabela 1 e da expressão:

$$\sigma = K G$$

sendo, σ a condutividade da solução em S cm⁻¹, K a constante da célula e G o valor da condutância (em S).

Tabela 1. Valores de condutividade de soluções de KCl a diferentes concentrações e temperaturas.

c(KCl)	20 °C	25 °C
0,001 mol/L	133 μS/cm	147 μS/cm
0,010 mol/L	1,28 mS/cm	1,41 mS/cm
0,100 mol/L	11,67 mS/cm	12,90 mS/cm

3 – Medida da condutância das soluções de CH₃COOH:

- meça a condutância da água usada na preparação das soluções,
- efetue as medidas da condutância, começando pela solução mais diluída,
- repita sempre as medidas e verifique se os valores são idênticos.

4 – Após terminar as medidas, lave a célula de condutividade com água e deixe-a mergulhada em água.

7.3 – TRATAMENTO DOS DADOS EXPERIMENTAIS

1 – Organize os dados:

Constante da célula (cm⁻¹) = _____

$K_{\text{água}}$ (μS/cm) = _____

Solução	1	2	3	4	5	6
[CH ₃ COOH] (mol/dm ³)	0,5	0,1	0,05	0,01	0,005	0,001
K_s [CH ₃ COOH] (μS/cm)						
$K_e = K_s - K_{\text{água}}$ (μS/cm)						
Condutividade molar, Λ_m (S.cm ² .mol ⁻¹) ¹						
$\frac{1}{\Lambda_m}$						
$\Lambda_m \cdot c$						

$$^1 \Lambda_m = \frac{1000 \times K_e (\text{S.cm}^{-1})}{c (\text{mol.dm}^{-3})}$$

2 – Represente graficamente $\frac{1}{\Lambda_m}$ em função de $\Lambda_m \cdot c$.

3 – Determine a condutividade molar para diluição infinita, Λ_∞ , a partir do gráfico obtido.

4 – Determine a constante de dissociação, K_a , do CH₃COOH.