

NOTA PRÉVIA

ESTUDO DE UM GALVANÔMETRO — ENSAIO DEGRAU
STUDY ABOUT A GALVANOMETER

C. dos Santos Lourenço
Departamento de Físico-Química do Instituto de
Química de Araraquara

INTRODUÇÃO

Toda pesquisa em ciências exatas exige medidas e aparelhos para efetua-las. Mesmo os trabalhos teóricos, como aplicações matemáticas ou estatísticas necessitam de calculadoras ou computadores. Excetuando este último caso (trabalhos teóricos) onde os resultados não dependem diretamente da performance do aparelho, todos os demais instrumentos de medidas devem ter suas características conhecidas para que se possa utilizá-los da melhor forma possível e assim alcançar os resultados esperados com maior segurança e rapidez. Em outras palavras, é necessário calibrar os instrumentos.

No estudo que vimos realizando, estamos propondo a determinação do calor específico de metais e ligas através de um processo de leitura da temperatura alcançada pelo corpo de prova ⁽¹⁾ quando uma corrente elétrica passa pelo mesmo. Para isso estamos usando o princípio da ponte de Wheatstone ⁽²⁾ onde o corpo de prova funciona como uma das resistências da ponte, a qual é previamente estabilizada. Com a passagem da corrente pela resistência de prova, a mesma se aquece e muda de valor, desequilibrando a ponte. O galvanômetro então acusará uma leitura diferente de zero e através de uma curva de calibração pode-se saber qual o valor da diferença de temperatura ΔT sofrida pelo corpo de prova.

Este valor, aplicado em equações deduzidas, nos fornece o calor específico do material do corpo de prova.

Como se percebe, o principal instrumento de medida, no nosso caso, é o galvanômetro, e por isso resolvemos fazer um estudo do mesmo para verificar a rapidez de resposta determinando sua constante de tempo através de um ensaio tipo degraú (3).

MATERIAL E MÉTODO

O galvanômetro utilizado é do tipo D'Arsonval da Cambridge com 50Ω de impedância. No circuito temos uma caixa de resistência da Cambridge com precisão de $0,1 \Omega$ e um amperímetro modelo TE-100 da Honor com impedância de $50 K \Omega$. A corrente é fornecida por um conjunto de quatro baterias de $1,5 V$ cada, associadas em série. Há ainda no circuito (fig. 1) um helipot e alguns potenciômetros para proteção dos aparelhos e para sintonia fina na estabilização da ponte.

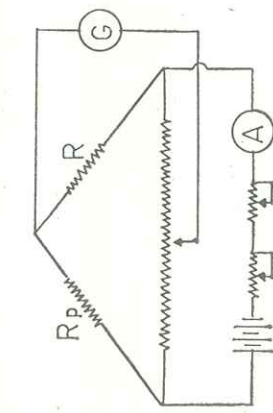


fig. 1

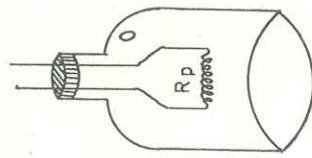


fig. 2

Fig. 1 — Circuito utilizado — Fig. 2 — Ampola de proteção

O corpo de prova é colocado num dos ramos da ponte e no presente caso constituiu-se de um fio de prata de $0,1 \text{ mm}$ de diâmetro e 10 cm de comprimento enrolado em espiral e fixado em uma ampola de vidro (fig. 2) para melhor proteção.

Com a ampola mergulhada num becker de grande capacidade contendo água a 24°C foi feita a estabilização da

ponte (leitura zero para a deflexão do galvanômetro). Outro becker, com igual capacidade, contendo água, foi mantido através de um sistema de termostato e agitador, a uma temperatura de 30°C .

Aplicando inicialmente uma corrente de 30 mA no circuito, mergulhamos rapidamente a ampola na água aquecida e cronometraremos o tempo gasto para o indicador do galvanômetro atingir várias posições na escala. Foi feita uma série de leituras e calculado o valor médio.

O processo foi repetido aplicando agora uma corrente de 100 mA no circuito, o que aumentou consideravelmente a sensibilidade do galvanômetro (2), e adotando como temperatura final o valor 27°C .

Os dados obtidos encontram-se nas tabelas I e II.

Tabela I

1.º ensaio	
$T_1 = 24^\circ\text{C}$	$T_2 = 30^\circ\text{C}$
$i = 30 \text{ mA}$	
posições na escala	tempo médio (s)
0,0	0,00
3,0	1,02
5,0	1,94
8,0	4,28
10,2	∞

Tabela II

2.º ensaio	
$T_1 = 24^\circ\text{C}$	$T_2 = 27^\circ\text{C}$
$i = 100 \text{ mA}$	
posições na escala	tempo médio (s)
0,0	0,00
5,0	1,00
8,0	1,76
10,0	2,44
17,4	∞

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados das tabelas I e II foi construído o gráfico das deflexões em função do tempo (fig. 3) e usando o método gráfico (63,2% do valor final) obtivemos a constante de tempo δ .

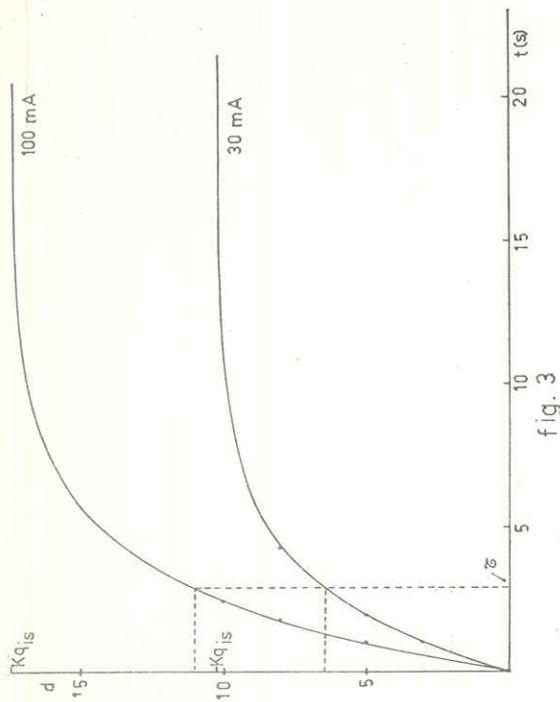


fig. 3

Sabe-se, pelo tipo de curva obtido, que se trata de um instrumento de primeira ordem ⁽³⁾, e como tal, deve obedecer à equação

$$q_0 = Kq_{1s}(1 - e^{-t/\delta}) \quad (1.1)$$

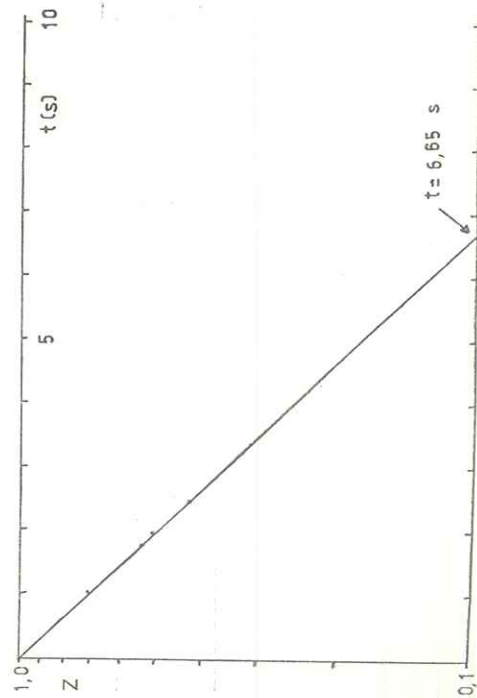


fig. 4

onde

q_0 Δ leituras na escala do galvanômetro (deflexão)

K Δ sensibilidade estática

q_{1s} Δ quantidade acrescida (diferença de temperatura) no degrau

t Δ tempo

δ Δ constante de tempo

Como confirmação foi construído também o gráfico semi-logarítmico para se obter o valor de δ .

Da equação (1.1) temos:

$$1 - \frac{q_0}{Kq_{1s}} = e^{-t/\delta} \quad (1.2)$$

e portanto,

$$\ln \left(1 - \frac{q_0}{Kq_{1s}} \right) = -t/\delta \quad (1.3)$$

Definindo $Z = 1 - \frac{q_0}{Kq_{1s}}$ temos

$$\ln Z = -t/\delta \quad (1.4)$$

e finalmente,

$$\log Z = \frac{-t}{2,3 \delta} \quad (1.5)$$

Lançando em gráfico $\log Z$ x t (fig. 4) pode-se determinar o valor de δ .

Temos então:

$$\delta = \frac{-\Delta t}{2,3 \Delta Z}$$

Usando a expressão (1.1) calculamos ainda, analiticamente, o valor de δ para cada caso e obtivemos o valor médio.

Os resultados foram os seguintes:

- a) método gráfico (63,2%) dentro das limitações da escala $\delta = 2,90$ s
- b) método gráfico semi-logarítmico $\delta = 2,89$ s
- c) método analítico $\delta = 2,877$ s

CONCLUSÃO

Como se pode observar na fig. 3, mesmo mudando as condições (sensibilidade do galvanômetro e degrau de temperatura) o valor da constante de tempo permanece a mesma, como a teoria prevê ⁽⁴⁾.

Concluimos pois, que o método é eficaz e pode ser aplicado com segurança a qualquer galvanômetro para determinação de sua constante de tempo. Podemos afirmar ainda que para um galvanômetro do tipo utilizado, com 50Ω de impedância, o valor de δ pode ser aproximado para 2,9 segundos, dado esse que pode satisfazer ou não a necessidade de rapidez de resposta, de acordo com a pesquisa em que ele for usado.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Abriata, J.P. — Tese — Univ. Nac. de Cuyo — Centro Atómico Bariloche — Argentina — 1970.
- 2) Cilense, M. et alii — *Revista da Faculdade de Farmácia e Odontologia* — Araraquara. 10(2) p. 283-9 (1976).
- 3) Doebelin, E.O. — *Measurement Systems: application and design* — Revised Edition — São Paulo — Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd. — p. 115-94, (1975).
- 4) idem — *System Dynamics: modeling and response* 1.ª edição — ibd. — p. 280-8, (1972).
- 5) Gerritsen, A.N. — Metallic conductivity, experimental part — In: *Handbuch der Physik* — Berlin, Springer-Verlag. 19 p. 137-226, (1956).