

Universidade Federal do Pará  
Centro de Ciências Exatas e Naturais  
Departamento de Física  
Laboratório Básico I

Experiência 12  
**DETERMINAÇÃO DA CONDUTIBILIDADE  
TÉRMICA EM SÓLIDOS**

## 1. OBJETIVOS

Ao término da experiência o aluno deverá ser capaz de determinar o coeficiente de condutibilidade térmica do alumínio e do latão, sendo conhecido o coeficiente de condutibilidade térmica do cobre. ( $0,92 \text{ cal/cm.s.}^{\circ}\text{C}$ )

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

O calor é uma forma de energia que pode ser transferida das moléculas de um corpo às de um outro, quando existe uma diferença de temperatura entre os dois e quando é estabelecido o contato térmico entre eles.

De maneira semelhante, o calor pode fluir de uma parte de um único corpo homogêneo a uma outra parte se uma diferença de temperatura entre as duas partes for mantida, é o que se chama de *condução de calor*.

O transporte de calor por condução térmica ocorre quando a energia cinética interna dos átomos ou moléculas de uma parte de uma substância aumenta em resposta a uma elevação de temperatura e estes átomos ou moléculas, interagem com outros átomos ou moléculas próximos, passando alguma de sua energia interna recentemente adquirida a outras partículas do sistema. Assim a energia térmica flui de uma parte da substância a outra, sempre que houver diferença de temperatura.

Vamos considerar uma lâmina de certa substância, de seção reta  $A$  e cuja espessura seja  $\Delta x$ . Vamos supor que as faces da lâmina sejam mantidas a temperaturas diferentes e desejamos medir a quantidade de calor  $\Delta Q$  que se transmite perpendicularmente às faces, num intervalo de tempo  $\Delta t$ . Os resultados experimentais, mostram que  $\Delta Q$  é diretamente proporcional a  $\Delta t$  e  $A$ , para uma variação de temperatura  $\Delta T$ . A experiência também mostra que se  $\Delta T$  e  $\Delta x$ , forem pequenos,  $\Delta Q$  será diretamente proporcional a  $\frac{\Delta T}{\Delta x}$  para  $\Delta t$  constantes. Então podemos escrever aproximadamente

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} \propto A \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (1)$$

No limite, se a lâmina tiver espessura infinitesimal  $dx$ , através da qual existe uma diferença de temperatura  $dT$ , temos a Lei Fundamental da Condução de Calor

$$H = -KA \frac{dT}{dx} \quad (2)$$

onde  $H$  é a *taxa de transferência de calor* com o tempo através da área  $A$ ,  $dT/dx$  é o *gradiente de temperatura* e  $K$  é uma constante de proporcionalidade chamada *condutibilidade térmica*. O sinal (-) indica que o calor se transmite da temperatura mais alta para a mais baixa .

A condutibilidade térmica  $K$  indica se a substância é um bom condutor de calor ou não. Se  $K$  for grande é bom condutor, se for pequeno é um mau condutor de calor ou bom isolante térmico. Os melhores condutores conhecidos são a prata e o cobre, e os melhores isolantes térmicos são a cortiça, o feltro, a lã, o amianto e o ar que é o melhor de todos desde que se mantenha em repouso.

Consideremos agora uma barra metálica de comprimento  $L$  e seção reta constante, cuja área seja  $A$ . Coloquemos um dos extremos dessa barra em contato com uma chama. As moléculas dessa extremidade passam a vibrar com maior energia cinética, esta energia cinética se transmite às moléculas da seção vizinha que por sua vez se transmite a seção seguinte e assim sucessivamente. No fim de algum tempo a barra estará aquecida, entretanto a temperatura não é a mesma em todos os pontos da barra. Cada seção, normal à direção em que o calor se propaga, tem uma temperatura determinada que é tanto menor quanto mais distante da chama se encontra a seção considerada. Dizemos então, que ao longo da barra existe um gradiente de temperatura, ou seja, que ao longo da barra, a temperatura varia continuamente com a distância. Mantendo constante a temperatura em cada extremo da barra, veremos que, após algum tempo, a temperatura de cada seção da barra permanece invariável. Uma vez atingida esta situação dizemos que o calor é conduzido ao longo da barra em regime estacionário ou permanente, uma vez que em cada ponto da barra a temperatura não varia com o tempo, e portanto na equação

$$H = -KA \frac{dT}{dx} \quad (3)$$

teremos:  $\frac{dT}{dx}$  é o mesmo em todas as seções retas, para  $K$  e  $A$  constantes. Então  $T$  decresce linearmente ao longo da barra e

$$-\frac{dT}{dx} = \frac{T_2 - T_1}{L} \quad (4)$$

portanto

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = KA \frac{T_2 - T_1}{L} \quad (5)$$

porém

$$Q = mc\Delta T \quad (6)$$

portanto

$$\frac{mc\Delta T}{\Delta t} = \frac{KA\Delta T}{L} \quad (7)$$

$$K = \frac{mc}{\Delta t} \frac{L}{A} \quad (8)$$

### 3. MATERIAL UTILIZADO

- cronômetro
- barras de cobre, alumínio e latão
- hastes metálicas
- tubo de ensaio
- parafina
- manta aquecedora
- copo com tampa

### 4. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

*Leve as barras na balança e meça suas massas*

01. Coloque em uma das extremidades das barras uma camada fina de parafina. Qual a função da parafina na experiência?
02. Coloque as barras na tampa, tendo o cuidado para que todas elas tenham o mesmo comprimento inferior.
03. Tampe o copo e simultaneamente acione os cronômetros todos ao mesmo tempo, anotando o observado e os tempos que a parafina leva para derreter em cada barra.
04. Como se denomina esta maneira do calor se propagar e qual sua principal característica?
05. Porque se deve colocar as três barras a mesmo comprimento inferior?
06. Utilizando a expressão abaixo, determine o coeficiente de condutibilidade térmica dos metais desconhecidos

$$K_x = K_{cu} \frac{m_x c_x}{m_{cu} c_{cu}} \frac{\Delta t_{cu}}{\Delta t_x}$$

onde  $\Delta t_{cu}$  é o tempo necessário para fundir a parafina no cobre e  $\Delta t_x$  é o tempo necessário para fundir a parafina no metal  $x$  e  $c_x$  e  $c_{cu}$  são os calores específicos do metal e do cobre respectivamente.

07. Explique fisicamente porque a parafina derrete primeiro no cobre.
08. Se a distribuição de massa da barra não for uniforme, o que acontecerá com a condução de calor na referida barra?

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. RESNICK, R. , HALIDAY, D. , *Fundamentos da Física*, Volumes I e II, 6ªEdição, Livros Técnicos Científicos, 1996
2. SERWAY, R. A., *Física*, Volumes I e II, , 3ªEdição, Livros Técnicos e Científicos, 1992.
3. RAMOS, Luis Antônio Macedo, *Física Experimental*, Porto Alegre, Mercado Aberto, 1984.
4. DANO, Higinio S., *Física Experimental I e II*, Caxias do Sul, Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1985.
5. SILVA, Wilton Pereira, CLEIDE M. D. , *Tratamento de Dados Experimentais*, 2ªEdição, João Pessoa, Editora Universitária, 1998.
6. VUOLO, Jose Henrique, *Fundamentos da Teoria de Erros*, 2ªEdição, Editora Edgar BLUCHER
5. CRUZ, Carlos H. B., FRAGNATO H. L., *Guia para Física Experimental*, Instituto de Física Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, 1997
7. GOLDEMBERG, JOSÉ, *Física Geral e Experimental*, Volume I.