



OBJETIVO
 Registro das características de diferentes elementos térmicos e determinação da sensibilidade

TAREFAS

- Medição da tensão térmica U_{th} em dependência da temperatura T_1 e confirmação da relação linear par três elementos térmicos diferentes.
- Determinação das sensibilidades S a partir dos diagramas $U_{th}(T_1)$.
- Estimativa da temperatura de referência T_2 a partir das curvas de medição.

RESUMO

Em um arame metálico, cujas extremidades se encontram em temperaturas diferentes, ocorre difusão térmica por conta da movimentação térmica de velocidades diferentes dos elétrons na extremidade quente e na extremidade fria. Através do fluxo de difusão, a extremidade fria assume carga negativa perante a extremidade quente. Entre as duas extremidades, ocorre uma tensão de difusão térmica proporcional à diferença de temperatura entre as extremidades do arame, como o coeficiente de Seebeck como constante de proporcionalidade. Se dois arames metálicos diferentes forem unidos e seus pontos de conexão estiverem em temperaturas diferentes, constitui-se um elemento térmico quando um voltímetro é colocado entre eles. O voltímetro mostrará então a tensão térmica, que é diretamente proporcional à diferença de temperatura entre os pontos de contato. Isto é comprovado, na experiência, para três diferentes pares de materiais.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo Nº
1	Conjunto de 3 termoelementos	U8557370
1	Termômetro -20 – 110°C	U40911
1	Clipe para termômetro	U8452570
1	Conjunto de 10 copos, forma alta	U14211
1	Misturador magnético com aquecedor (230 V, 50/60 Hz)	U11875-230 ou
	Misturador magnético com aquecedor (115 V, 50/60 Hz)	U11875-115
1	Microvoltímetro (230 V, 50/60 Hz)	U8530501-230 ou
	Microvoltímetro (115 V, 50/60 Hz)	U8530501-115



FUNDAMENTOS GERAIS

Em um arame metálico, cujas extremidades se encontram em temperaturas diferentes, ocorre difusão térmica. Como o movimento térmico dos elétrons é mais rápido na extremidade quente que na extremidade fria, mais elétrons se movimentam no meio da extremidade quente para a fria que o contrário. Através desta corrente de difusão, a extremidade fria assume, no caso apresentado da condução de elétrons, carga negativa perante a extremidade quente e entre as duas extremidades constitui-se uma tensão de difusão térmica. Esta age crescentemente contra a movimentação dos elétrons, até que não flua mais corrente de difusão alguma.

A tensão de difusão térmica U_{td} é proporcional à diferença de temperatura $T_1 - T_2$ entre as extremidades do arame, com o coeficiente de Seebeck k dependente do material como constante de proporcionalidade:

$$(1) \quad U_{td} = k \cdot (T_1 - T_2)$$

U_{td} : Tensão de difusão térmica,
 k : Coeficiente de Seebeck,
 T_1 : Temperatura na extremidade quente
 T_2 : Temperatura na extremidade fria

Se dois arames metálicos diferentes forem ligados um ao outro e se seus pontos de contato estiverem em temperaturas diferentes, constitui-se um circuito termoeletrico. O metal com a maior tensão de difusão térmica ditará a direção da corrente. Esta disposição se torna um elemento térmico quando é inserido um voltímetro no sistema. Por conta da entrada de alta impedância, quase nenhuma corrente flui, e o voltímetro indica uma tensão térmica diretamente proporcional à diferença de temperatura entre os pontos de contato:

$$(2) \quad U_{th} = U_{td,B} - U_{td,A} = (k_B - k_A) \cdot (T_1 - T_2)$$

$U_{td,A}$, $U_{td,B}$: Tensões de difusão térmica dos metais A e B
 k_A , k_B : Coeficientes de Seebeck dos metais A e B

Somente a diferença que surge da equação (2)

$$(3) \quad k_{BA} = k_B - k_A$$

dos coeficientes de Seebeck pode ser medida sem problemas. Ela corresponde à sensibilidade

$$(4) \quad S = \frac{dU_{th}}{dT_1}$$

do elemento térmico dos metais A e B. Por isto, é comum selecionar Pt como material de referência e indicar o coeficiente K_{ApT} . Na experiência, as sensibilidades S para três pares diferentes são determinadas. Para isto, é aquecida água em um béquer a uma temperatura T_1 e uma extremidade do elemento térmico é imersa. A outra extremidade do elemento térmico é conectada, para medição da tensão, a um microvoltímetro, cujos conectores de entrada têm a temperatura constante T_2 .

ANÁLISE

A tensão térmica para os diferentes elementos térmicos é aplicada contra a temperatura em um diagrama $U_{th}(T_1)$, aos decursos lineares são adaptadas respectivamente retas e, das inclinações destas, são determinadas as sensibilidades dos elementos térmicos

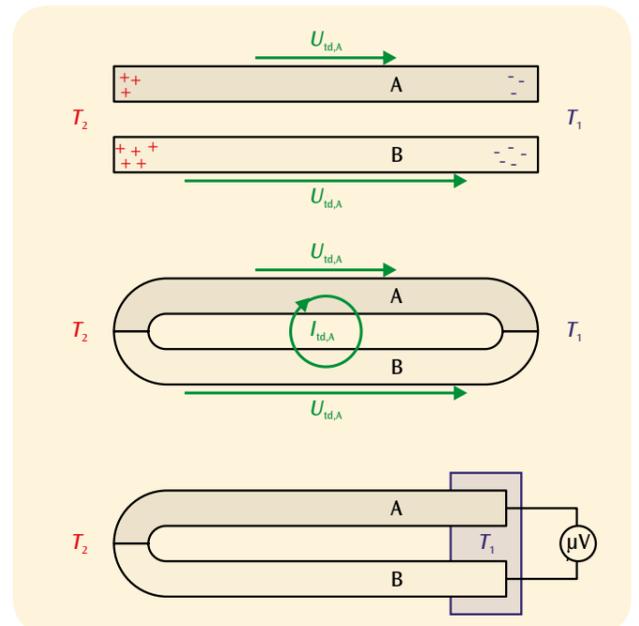


Fig. 1: Difusão térmica em arames metálicos (em cima), circuito termoeletrico (meio) e tensões térmicas em um laço de dois arames metálicos diferentes (em baixo)

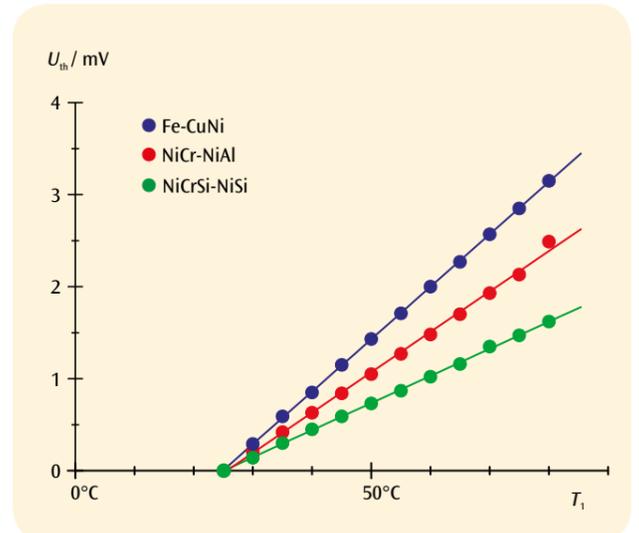


Fig. 2: Tensões térmicas em dependência da temperatura para elementos térmicos do tipo Fe-CuNi, NiCr-NiAl e NiCrSi-NiSi. As curvas de medição interseccionam com o eixo T_1 do diagrama na temperatura de referência $T_2 = 23^\circ\text{C}$