

XXVIII OLIMPIADA FIZYCZNA ETAP III

Zadanie doświadczalne

ZADANIE D1

Nazwa zadania: „Przewodnictwo cieplne miedzi”

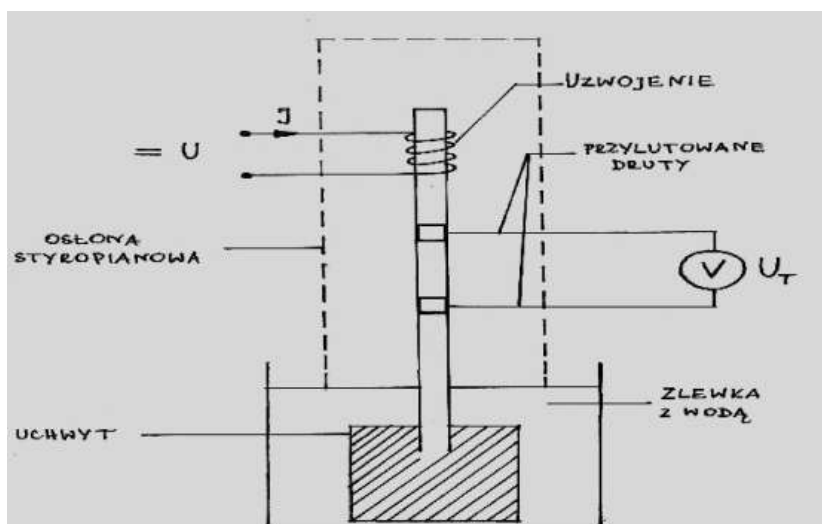
Zestaw przyrządów i materiałów:

- pręt miedziany o średnicy 6 mm z nawiniętym na jednym końcu uzwojeniem z drutu oporowego i dwoma przewodami z drutu konstantanowego, przylutowanymi do powierzchni pręta,
- zasilacz prądu stałego z przyrządem umożliwiającym pomiar prądu i napięcia wyjściowego,
- czuły miliwoltomierz,
- zlewka z wodą,
- linijka,
- uchwyt do pręta – do włożenia do zlewki,
- dwa kawałki styropianu i gumka recepturka,

Mając do dyspozycji w/w przyrządy i materiały oraz wiedząc, że SEM termopary miedź – konstantan wynosi w zakresie temperatur $0^{\circ} - 100^{\circ}C$ $36,5 \frac{nV}{K}$, wyznacz współczynnik przewodnictwa cieplnego miedzi.

ROZWIĄZANIE ZADANIA D1

Układ pomiarowy przedstawiony jest na rysunku 1.



Rys. 1

Uzwojenie z drutu oporowego tworzy grzejnik o mocy $P = U \cdot I$. Całe ciepło Q dostarczone z grzejnika przepływa przez pręt miedziany do wody. Duża pojemność cieplna wody zapewni jej w przybliżeniu stałą temperaturę w czasie trwania pomiaru.

Druty konstantanowe przylutowane do pręta miedzianego tworzą termoparę. Napięcie U_T na termoparze jest proporcjonalne do różnicy temperatur pomiędzy punktami przylutowania drutów

$$\Delta T = \frac{U_T}{K},$$

gdzie: $K = 36,5 \frac{nV}{K}$.

Z definicji współczynnika przewodnictwa cieplnego λ mamy

$$\lambda = \frac{\Phi}{dT/dl},$$

gdzie:

Φ - strumień ciepła przepływającego przez przewodnik,

$\frac{dT}{dl}$ - gradient temperatury,

Ponieważ należy się spodziewać, ze względu na jednorodność pręta, że gradient temperatury będzie stały na całej długości pręta można przyjąć, że

$$\frac{dT}{dl} = \frac{\Delta T}{l},$$

gdzie:

ΔT – różnica temperatur pomiędzy punktami przylutowania drutów konstantanowych odległych od siebie o l ,

Jeżeli S jest powierzchnią przekroju przewodnika to $\Phi = \frac{Q}{s}$.

Stąd

$$\lambda = \frac{Ql}{s\Delta T} = \frac{Pl}{s\Delta T} = \frac{UIlK}{sU_T}.$$

Z dwu kawałków styropianu ściśniętych gumką można było wykroić osłonę styropianową, która w znacznym stopniu ograniczała wymianę ciepła z otoczeniem. Musiała ona oczywiście osłaniać pręt miedziany wraz z grzejnikiem. Po włączeniu napięcia zasilania grzejnika należało odczekać kilka minut, aby ustalił się wzdłuż pręta stały gradient temperatury.

Można uzyskać szereg pomiarów U_T w zależności od U i I i wyznaczyć zależność U_T od P . Bardzo duża oporność wewnętrzna miliwoltomierza wynosząca około $100 M\Omega$ pozwoliła na bezpośredni pomiar siły elektromotorycznej termopary. Dla dużych P ($P \geq 7 W$) zależność ta przestaje być liniowa, co świadczy o rosnącym udziale strat ciepła na promieniowanie. Korzystając z liniowej części zależności U_T od P można wyznaczyć λ .

Prawidłowy wynik $\lambda = (384 \pm 20) \frac{W}{mK}$ uzyskany został przez bardzo wielu uczestników finału.

Źródło:
Zadanie pochodzi z czasopisma „Fizyka w Szkole” lipiec-sierpień 80r.

Komitet Okręgowy Olimpiady Fizycznej w Szczecinie
www.of.szcz.pl