

# Toplotna Prevodnost

V Sredstvu z neenakomerno temperaturo prehaja toplota z delov na višji v dele na nižji temperaturi. Toplotni tok v vsaki točki lahko Zapišemo kot:

$$\vec{j} = -\lambda \nabla T$$

Faktor  $\lambda$  je sorazmernostni faktor imenovan koeficient toplotne prevodnosti. Kovine so dobri toplotni prevodniki, električni izolatorji pa slabi. ~~Toplotni~~  $\lambda$  lahko v kovinah enostavno povežemo z električno prevodnostjo  $\sigma$  preko Wiedemann-Franzovega zakona:

$$\frac{\lambda}{\sigma T} = 3 \left( \frac{k_B}{e} \right)^2 = 2,22 \cdot 10^{-8} \frac{W \Omega}{K^2}$$

Koeficient  $\lambda$  običajno merimo tako, da v merjenec vzpostavimo stacionarno stanje, to pomeni, da temperatura in tok nista odvisna od časa. Prav tako je primerno, da ima merjenec enostavno geometrijsko obliko. Palica je primerna za ~~dobro~~ prevodnike toplote, plošča in valj pa za slabe. Za palico in ploščo se zgornja enačba zapiše kot:

$$j = -\lambda \frac{\Delta T}{L}$$

$\Delta T$ ... razlika temperatur  
 $L$ ... dolžina palice

Temperatura  $T(\vec{r})$  znotraj telesa se spreminja v skladu z difuzijskim zakonom:

$D$ ... toplotna difuzija

$$\frac{\partial T}{\partial t} = D \nabla^2 T$$

$$D = \frac{\lambda}{\rho C_p}$$

## Potrebščine

- merjenec (kovinski valj)
- posoda za hlajenje z vodo (dve kovinski dentar posodi)
- ledomet in kuhalnik za vodo
- električni kuhalnik za olje
- boiler
- Variak
- mikro voltmeter
- dva termometri do  $50^\circ C$  z natančnostjo 0,01%
- termoelektrni bater-konstantan, termopletost je  $43 \frac{\mu V}{K}$ , konstantan je Zlitina 60% Cu in 40% Ni



## Naloga

1. Umeri termocilen - izmeri zvezo med temperaturno razliko in napetostjo na termocilenu

2. Izmeri koeficient toplote prevodnosti danc karine.

## Navodilo:

Merjenje ima obliko palice. Stacionarno stanje vzpostavimo tako, da zgoraj segrevamo palico z elektricnim grelcem s stalno močjo  $P$ , spodaj pa vzdržujemo nižjo temperaturo s stalnim tokom vode. Temperaturno razliko med dvema točkama na palici določimo s termocilenom baker-konstantan. Toplotni tok skozi palico določimo z meritvijo moči grelca in preseka palice s pripravo na sliki 1.

Najprej umerimo termocilen narejen iz mikrovoltmetra in termocilena.

Za natančnost umeritve želimo čim večjem temperaturnem razponu.

Spodaj valj hladimo v talceni se kedu, ki ga naredimo s pomočjo ledomata. Drugi spof damo v čisto \* 2 vreč vode.

Mikrovoltmeter vezemo v bakereno vejo termocilena. Odčitavamo temperaturo in napetost na termocilenu vsake nekaj stopinj. Pričakovana odvisnost med termonapetostjo in  $\Delta T$  je linearna.

Merjenje postavimo na podstavek. Odpremo pipo za primeren tok vode.

V merjenje vstavimo oba spofa termocilena. Grelec zvežemo preko Wattmetra z varnikom. Izmerimo  $I$  pri različnih močeh. (med 30W-60W).

Na varniku napetost ne sme prečiti 150V. Izmerimo še geometrijske lastnosti merjenja. Iz konstante toplotne difuzije izračunamo še  $t_0$  čas po katerem notrjna prepotovanja dolžino vzorca  $L$ . Privzamemo relacijo  $L^2 = 2Dt_0$ . Temperatura se vsbali po času neha spremeniti večjem od  $t_0$ .



Meritve

1) Univerzalni termoclen

#	$T_1 [^{\circ}C]$	$T_2 [^{\circ}C]$	$U [mV]$
1	90,7	0,9	3,70
2	82,8	0,7	3,39
3	77,5	0,7	3,16
4	72,8	0,7	2,98
5	66,0	0,2	2,66
6	60,4	0,2	2,46
7	54,0	0,1	2,18
8	46,3	0,1	1,85
9	73,9	0,1	3,06
10	80,8	0,2	3,31

2) Merjenje

Zadnja decimalna  
niha!

Presek:

Radius: 4,6 cm

Med valjema

Za termoclen: 5 cm

Črna sila: 10 cm

Vih valja:  $2r = 5$  cm

$\phi = 14,5$  cm

#	$P [W]$	$U [mV]$
1	30,2	0,20
2	34,9	0,23
3	40,395	0,25
4	46,2	0,29
5	49,7	0,32
6	55,7	0,35
7	59,7	0,39
8		
9		
10		

16.10.2020

Veslo

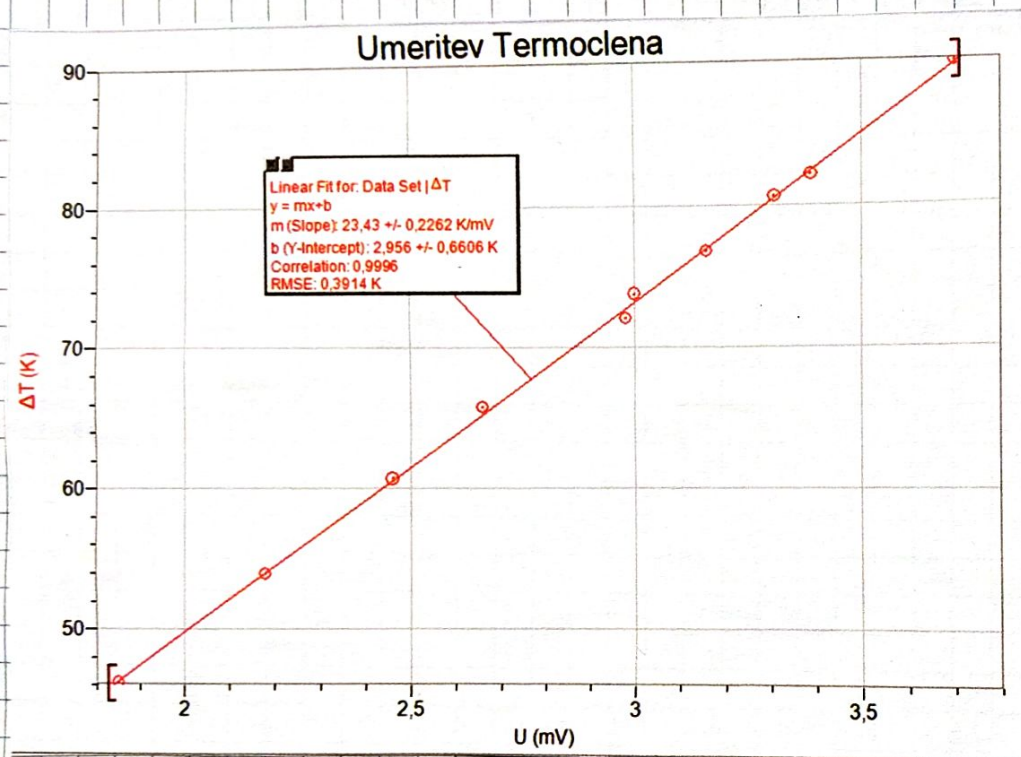


Umeritev termoclena			
T1 [°C]	T2 [°C]	ΔT [°C]	U [mV]
90,7	0,9	89,8	3,70
82,8	0,7	82,1	3,39
80,8	0,2	80,6	3,31
77,5	0,7	76,8	3,16
73,9	0,1	73,8	3,00
72,8	0,7	72,1	2,98
66,0	0,2	65,8	2,66
60,9	0,2	60,7	2,46
54,0	0,1	53,9	2,18
46,3	0,1	46,2	1,85

Podana termopeltest:  $\alpha = 43 \mu\text{V/K}$

$$U = \frac{\Delta T}{\alpha} \Rightarrow U^{-1} = \alpha$$

$$\alpha = 42,7 \frac{\mu\text{V}}{\text{K}} \pm 0,5 \frac{\mu\text{V}}{\text{K}}$$



Additional Data	
2R [cm]	4,7
R [cm]	2,35
L [cm]	5,5
k [K/mV]	23,43
c [mV/K]	0,04268032
S [m²]	0,00173494
D [m²/s]	0,00008418
t <sub>D</sub> [s]	17,97

Merjenec				
P [W]	U [mV]	ΔT [K]	λ [W/m²]	Δλ [W/m²]
30,2	0,20	4,686	204,3063	-5,6937
34,9	0,23	5,389	205,3064	-4,6936
39,5	0,25	5,858	213,7774	3,7774
46,2	0,29	6,795	215,5504	5,5504
49,7	0,32	7,498	210,1412	0,1412
55,7	0,35	8,201	215,3238	5,3238
59,7	0,39	9,138	207,1164	-2,8836
Value:			210 ± 10	

$$\lambda = \frac{-jL}{\Delta T} = -\frac{P}{S} \frac{L}{\Delta T}$$

$$\lambda = 210 \frac{\text{W}}{\text{mK}} \pm 10 \frac{\text{W}}{\text{mK}}$$

... kar po priloženi tabeli  
ustreza Aluminiju.



Karakteristični čas:

$$t_D = \frac{L^2}{2D}$$

Iz priložene tabele  $D$  za Aluminij:

$$D = 8,418 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$t_D = 18\text{s} \pm 1\text{s}$$