

# Fyzikální praktikum 11 - Tepelná vodivost pevných látek

Petr Šafařík

25. května 2006

## Obsah

<b>1</b>	<b>Podmínky</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Zadání</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Teorie</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Postup</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>Měření</b>	<b>3</b>
5.1	Délka tyče . . . . .	3
5.2	Průměr tyče . . . . .	3
5.3	Napětí na termočláncích . . . . .	3
<b>6</b>	<b>Určení chyb</b>	<b>4</b>
6.1	Chyba pro $t_1$ . . . . .	4
6.1.1	Absolutní chyba . . . . .	5
6.1.2	Relativní chyba . . . . .	5
6.2	Chyba pro $t_2$ . . . . .	5
6.2.1	Absolutní chyba . . . . .	5
6.2.2	Relativní chyba . . . . .	5
<b>7</b>	<b>Součinitel tepelné vodivosti</b>	<b>5</b>
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>6</b>

## 1 Podmínky

Teplota: 20, 45°C

Tlak: 73,95mm

Vlhkost: 61%

## 2 Zadání

Změřte tepelnou vodivost kovové tyče absolutní metodou. Navrhněte a realizujte způsob měření tepelného výkonu procházejícího tyčí za ustáleného stavu. Pokuste se optimalizovat experiment tak, aby byly minimalizovány tepelné ztráty do okolí.

## 3 Teorie

Uvažujme homogenní tyč délky  $l$  a konstantního průřezu  $S$ . Udržujme konstantní teploty  $t_1$  a  $t_2$  tak, že  $t_1 > t_2$ . Po dosažení rovnovážného stavu bude teplo které projde za čas  $\tau$  rovno:

$$Q = \lambda \frac{S}{l} (t_1 - t_2) \cdot \tau$$

kde  $\lambda$  je materiálová konstanta zvaná součinitel tepelné vodivosti, nebo krátce tepelná vodivost. Výše uvedený výraz je ekvivalentní výrazu:

$$U \cdot I = \lambda \frac{S}{l} (t_1 - t_2)$$

kde  $U$  je napětí na topné spirále a  $I$  je proud procházející celým obvodem. Z uvedeného vztahu vyjádříme součinitel tepelné vodivosti:

$$\lambda = \frac{U \cdot I \cdot l}{S} \cdot \frac{1}{(t_1 - t_2)}$$

## 4 Postup

1. Zapojíme obvod a necháme jím protékat konstantní proud a napětí.
2. Pomocí termočlánků určíme teplotu kovové tyče na obou stranách.
3. Přepočítáme hodnoty naměřené v mV na termočláncích na stupně Celсия.
4. Určíme tepelnou vodivost kovové tyče.

## 5 Měření

Pro převod hodnot naměřených termočládku ( $mV$ ) na teplotu ( $^{\circ}C$ ) je dán vztah:

$$x = \frac{1}{0,04166}y + \frac{0,15321}{0,04166}$$

kde  $y$  je hodnota naměřená termočládkem ( $mV$ ) a  $x$  je teplota ( $^{\circ}C$ ).

### 5.1 Délka tyče

Měření	Délka tyče $\frac{l}{cm}$
1	22,70
2	22,70
3	22,65
4	22,70

$$l = (22,69 \pm 0,02)cm$$

### 5.2 Průměr tyče

Měření	Průměr tyče $\frac{d}{cm}$
1	1,10
2	1,05
3	1,10
4	1,00

$$d = 1,06 \pm 0,02)cm$$

### 5.3 Napětí na termočláncích

Měřeno při napětí na topné spirále  $U = 24V$  a proud procházející spirálou  $I = 0,22A$ .

Měření	$\frac{t_1}{mV}$	$\frac{t_2}{mV}$	$\frac{t_1}{^\circ C}$	$\frac{t_2}{^\circ C}$
1	2,04980	0,36011	52,88067	12,32162
2	2,05151	0,35962	52,92172	12,30986
3	2,07275	0,36011	53,43156	12,32162
4	2,06396	0,35596	53,22057	12,22201
5	2,05200	0,36938	52,93348	12,54414
6	2,04761	0,36133	52,82810	12,35091
7	2,04810	0,36890	52,83987	12,53262
8	2,05225	0,35742	52,93948	12,25705
9	2,06421	0,36353	53,22657	12,40372
10	2,05176	0,36279	52,92772	12,38595
11	2,04981	0,37109	52,88091	12,58519
12	2,07471	0,38184	53,47861	12,84323
13	2,05371	0,36377	52,97453	12,40948
14	2,05127	0,36572	52,91596	12,45628
15	2,05298	0,36523	52,95700	12,44452
16	2,05396	0,36450	52,98053	12,42700
17	2,06421	0,35767	53,22657	12,26305
18	2,05371	0,36523	52,97453	12,44452
19	2,05444	0,37231	52,99205	12,61447
20	2,07837	0,38135	53,56646	12,83146
21	2,05615	0,36450	53,03310	12,42700
22	2,05640	0,36475	53,03910	12,43300
23	2,05933	0,36450	53,10943	12,42700
24	2,05737	0,36450	53,06238	12,42700
25	2,06934	0,35840	53,34971	12,28058
26	2,05860	0,36499	53,09191	12,43876
27	2,05982	0,35937	53,12119	12,30386
28	2,06079	0,37354	53,14447	12,64399
29	2,06250	0,36548	53,18552	12,45052
30	2,05103	0,37305	52,91020	12,63223

## 6 Určení chyb

### 6.1 Chyba pro $t_1$

$$t_1 = 53,0715^\circ C$$

**6.1.1 Absolutní chyba**

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (t_{1i} - t_{2i})^2}$$

$$\delta_1 = \sqrt{0,001236}$$

$$\delta_1 = 0,035$$

**6.1.2 Relativní chyba**

$$\delta_{1r} = \frac{\delta_1}{t_1} \cdot 100\% = 0,066\%$$

**6.2 Chyba pro  $t_2$** 

$$t_2 = 12,4478^\circ C$$

**6.2.1 Absolutní chyba**

$$\delta_1 = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (t_{1i} - t_{2i})^2}$$

$$\delta_1 = \sqrt{0,000780}$$

$$\delta_1 = 0,028$$

**6.2.2 Relativní chyba**

$$\delta_{1r} = \frac{\delta_1}{t_1} \cdot 100\% = 0,225\%$$

**7 Součinitel tepelné vodivosti**

$$U = 24V$$

$$I = 0,22A$$

$$t_1 = 53,0715^\circ C$$

$$t_2 = 12,4478^\circ C$$

$$S = 8,82 \cdot 10^{-5}$$

$$l = 0,2269m$$

$$\lambda = \frac{U \cdot I \cdot l}{S} \cdot \frac{1}{(t_1 - t_2)}$$

$$\lambda = \frac{24 \cdot 0,22 \cdot 0,2269}{8,82 \cdot 10^{-5}} \cdot \frac{1}{(53,0715 - 12,4478)}$$
$$\lambda = 334,37 \frac{W}{m \cdot K}$$

## 8 Závěr

Materiál je kvůli vysoké tepelné vodivosti  $\lambda = 334,37 \frac{W}{m \cdot K}$  velmi nevhodný pro tepelné izolace.