

# Stanovení parametru termočlánku pomocí metody nejmenších čtverců

Seminární práce

Adam Krška

Gymnázium a střední odborná škola Mikulov

# Obsah

① Představení experimentu

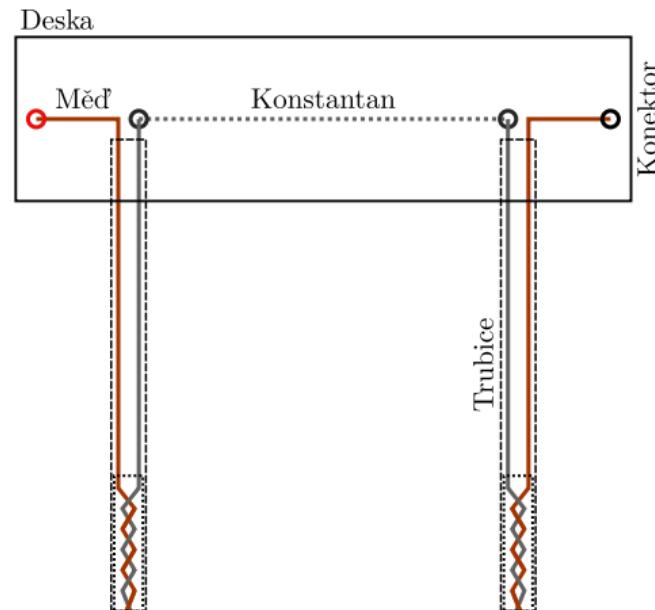
② Výsledky

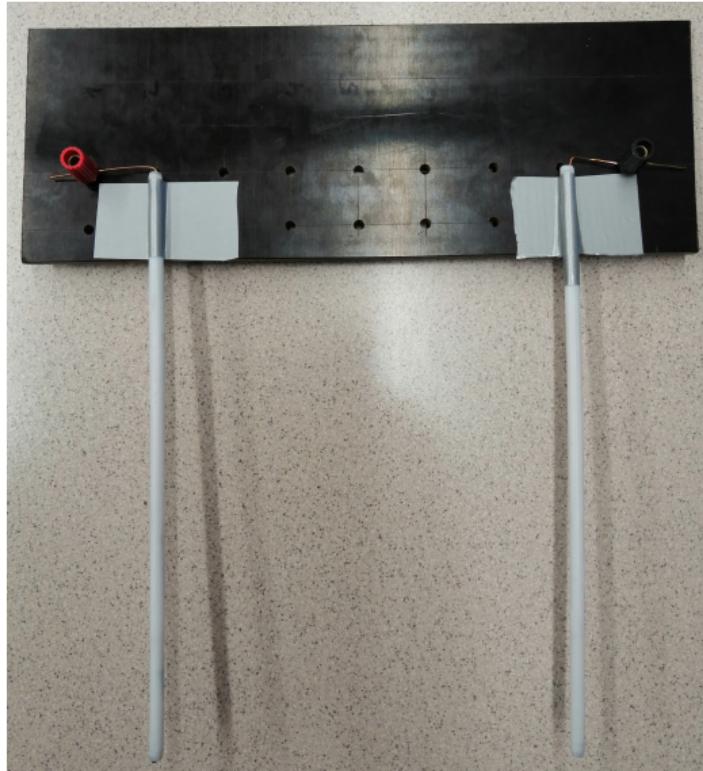
③ Diskuze

④ Závěr

# Představení experimentu

- ① vlastnoruční sestavení vlastního termočlánku typu T z mědi a konstantanu
- ② experimentální měření termoelektrického jevu
  - ohřívání a ochlazování konců termočlánku
- ③ stanovení parametru  $\alpha$  pro tento termočlánek pomocí metody nejmenších čtverců



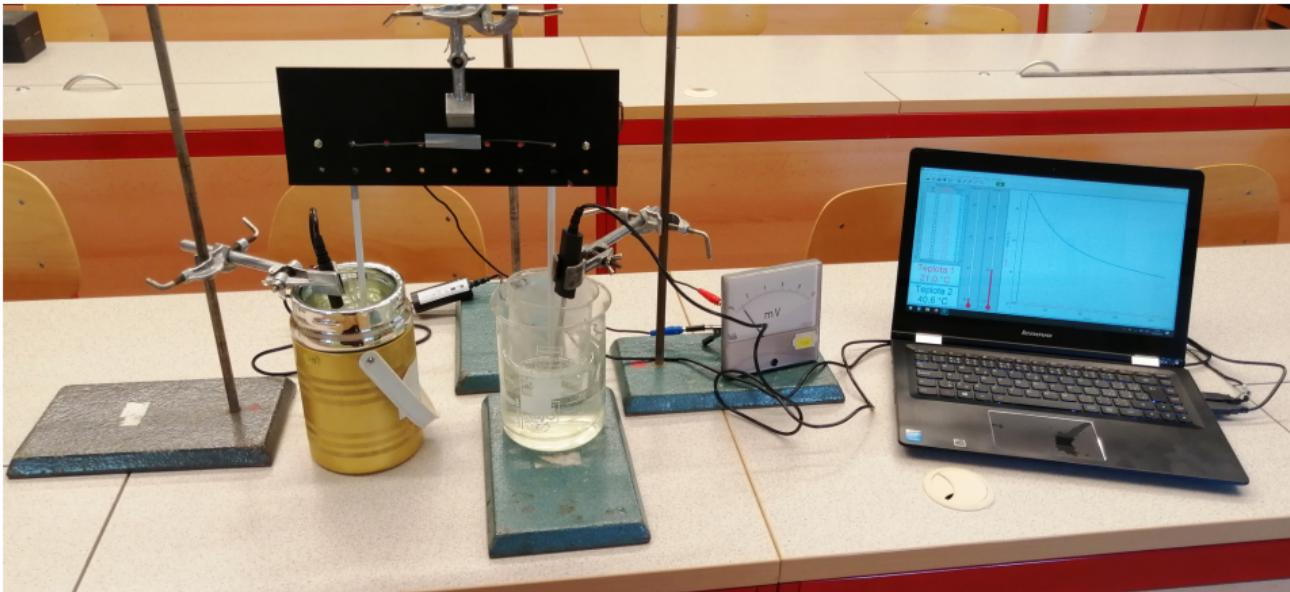


(a) Přední strana



(b) Zadní strana

Obr.: Sestavený termočlánek



Obr.: Aparatura experimentu

# Výsledky

Tabulka dat

$i$	$\frac{\Delta T}{^{\circ}\text{C}}$	$\frac{E_1}{\text{mV}}$	$\frac{E_2}{\text{mV}}$	$\bar{E}$ $\frac{\text{mV}}{\text{mV}}$	$\frac{(\Delta T)^2}{^{\circ}\text{C}^2}$	$\frac{\Delta T \cdot \bar{E}}{\text{mV}^{\circ}\text{C}}$
1	80	2,8	2,8	2,8	6 400	224,0
2	75	2,8	2,6	2,7	5 625	202,5
3	70	2,6	2,4	2,5	4 900	175,0
4	65	2,4	2,2	2,3	4 225	149,5
5	60	2,2	2,0	2,1	3 600	126,0
6	55	2,0	2,0	2,0	3 025	110,0
7	50	1,8	1,8	1,8	2 500	90,0
8	45	1,8	1,6	1,7	2 025	76,5
9	40	1,6	1,4	1,5	1 600	60,0
10	35	1,2	1,4	1,3	1 225	45,5
11	30	1,2	1,2	1,2	900	36,0
12	25	1,0	1,0	1,0	625	25,0
13	20	1,0	1,0	1,0	400	20,0
$\sum$		37 050	1 340,0			

Tab.: Naměřená data

# Výsledky

## Výpočet parametru

Aproximace závislosti termoelektrického napětí při nízkém rozdílu teplot.

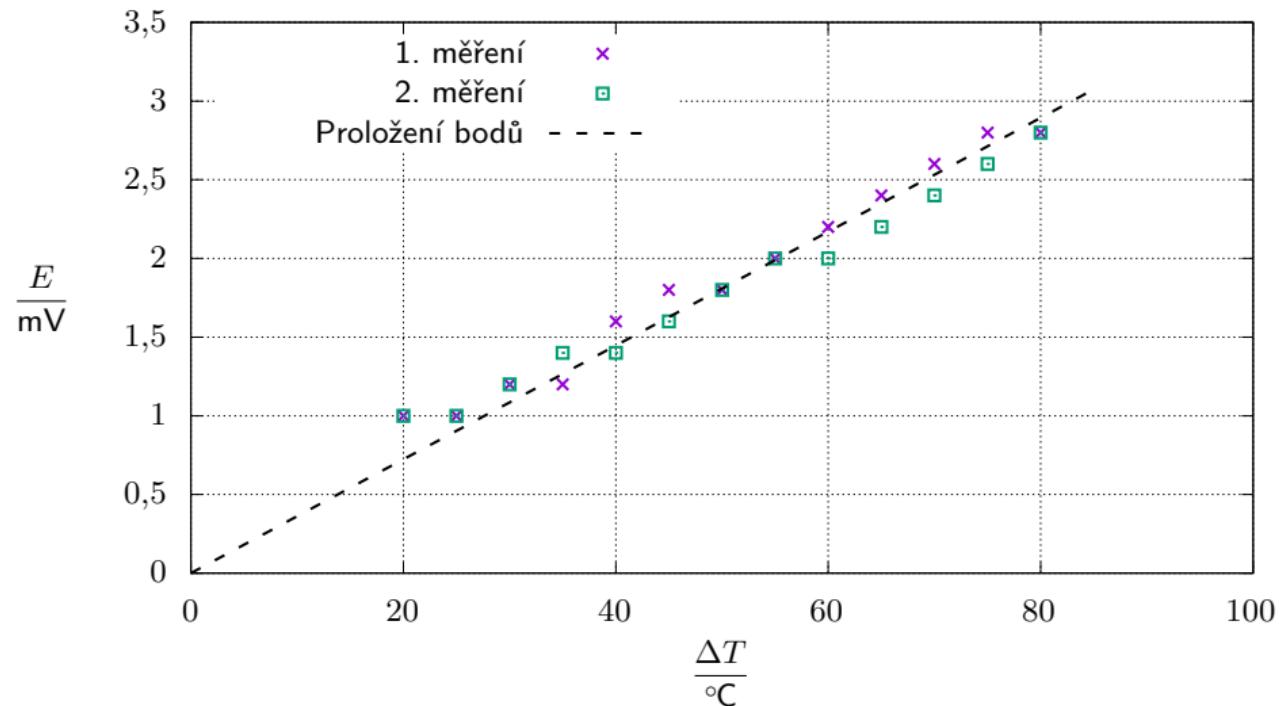
$$E = \alpha \Delta T$$

## Výpočet parametru

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad \Rightarrow \quad \alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta T_i \cdot E_i}{\sum_{i=1}^n (\Delta T_i)^2}$$

# Výsledky

Data v grafu



# Výsledky

## Vypočtené parametry

Vypočtený parametr termočlánku

$$\alpha = 0,0362 \text{ mV}\cdot\text{}^{\circ}\text{C}^{-1}$$

Tabulková hodnota parametru

$$\alpha = 0,042 \text{ mV}\cdot\text{}^{\circ}\text{C}^{-1}$$

Rozptyl naměřených dat

$$R^2 = 0,9585 = 95,85\%$$

# Diskuze

- odlišná vypočtená a tabulková hodnota, malý rozptyl hodnot → systematická chyba
- provedení experimentu vícekrát
- použití digitálního voltmetru
- provedení experimentu při zahřívání i ochlazování

# Závěr

- metoda nejmenších čtverců je důležitá v prokládání dat funkcí
- termočlánek – dva spolu spojené druhy kovů, na kterých se projevuje termoelektrický jev
- nutno měřit koeficienty pro každou dvojici kovů
- termočlánek typu T
  - experimentální hodnota:  $\alpha = 0,036\,2 \text{ mV}\cdot\text{}^{\circ}\text{C}^{-1}$
  - tabulková hodnota:  $\alpha = 0,042 \text{ mV}\cdot\text{}^{\circ}\text{C}^{-1}$
- přesnost našeho měření:  $R^2 = 0,958\,5 = 95,85\%$

# Stanovení parametru termočlánku pomocí metody nejmenších čtverců

Seminární práce

Adam Krška

Gymnázium a střední odborná škola Mikulov

# Otázky

- ① Popište způsob sestavení termočlánku včetně možných problémů.
- ② Existuje i jiná závislost mezi teplotou a napětím než přímá úměra? Pokud ano, tak za jakých podmínek?
- ③ Můžete navrhnout na základě tabulkových hodnot termočlánek, který má vyšší termoelektrické napětí na  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
- ④ Existují nějaká technická omezení pro použití různých materiálů k výrobě termočlánku?

Materiál	$\frac{\varphi}{mV}$	Materiál	$\frac{\varphi}{mV}$	Materiál	$\frac{\varphi}{mV}$
křemík	45	rhodium	0,65	tuha	0,2
antimon	4,7	iridium	0,65	rtuť	0,0
železo	1,8	manganin	0,6	platina	0,0
molybden	1,2	tantal	0,5	sodík	-0,2
kadmium	0,9	cesium	0,5	palladium	-0,3
wolfram	0,8	cín	0,45	draslík	-0,9
měď	0,75	olovo	0,45	nikl	-1,5
zlato	0,7	hořčík	0,4	kobalt	-1,6
stříbro	0,7	hliník	0,4	konstantan	-3,4
zinek	0,7	grafit	0,3	vismut	-7

Tab.: Hodnoty termoelektrického potenciálu při rozdílu teplot 100 °C. [1]

[1] BARTOŇ, Stanislav; KŘIVÁNEK, Ivo; SEVERA, Libor. Fyzika – Laboratorní cvičení. Brno, 2005