

# Stanovení parametru termočlánu pomocí metody nejmenších čtverců

Seminární práce

Adam Krška

Gymnázium a střední odborná škola Mikulov

# Obsah

## ① Cíl Práce

## ② Současný stav problematiky

Proložení dat funkcí  
Termoelektrický jev

## ③ Experiment a Výsledky

Popis experimentu  
Naměřená data

## ④ Diskuze

## ⑤ Závěr

# Cíl práce

- vysvětlení metody nejmenších čtverců
- experimentální měření dat termočlánku
- výpočet parametru termočlánku pomocí metody nejmenších čtverců

# Proložení dat funkcí

## Aproximace a interpolace

### Interpolace

Spojení všech bodů spojitou křivkou.

### Aproximace

Hledání předpisu funkce vhodně vyjadřující datové body.

# Proložení dat funkcí

## Metoda nejmenších čtverců

- metoda pro nalezení parametrů předpisu funkce
- minimalizace druhých mocnin odchylek dat a funkce

### Hledání minima funkce

$$S = \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2$$

- metody řešení
  - iterativně
  - analyticky

# Proložení dat funkcí

## Lineární regrese

- speciální případ prokládání dat
- aproximace lineární funkcí
- analytické řešení

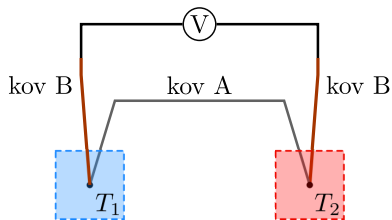
# Termoelektrický jev

- souhrnný název pro více efektů
  - Seebeckův efekt
  - Peltierův efekt
  - Thomsonův efekt
  - Benedickův efekt
- popis souvislosti elektrického napětí a rozdílu teplot

# Termoelektrický jev

## Termočlánky

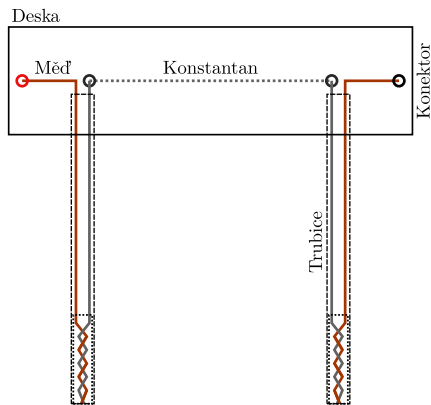
- spojení dvou druhů kovů
- rozdíl teplot spojů vede k vytvoření napětí
- různé kombinace kovů – různé vlastnosti
- standard IEC 584





# Popis experimentu

- ① sestavení vlastního termočlánu typu T
  - ohřívání a ochlazování konců termočlánu
- ② změření termoelektrického jevu
  - ohřívání a ochlazování konců termočlánu
- ③ stanovení parametru  $\alpha$  pro tento termočlánek



# Popis experimentu

## Výpočet parametru

Závislost termoelektrického napětí při nízkém rozdílu teplot.

$$E = \alpha \Delta T$$

## Výpočet parametru

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

# Naměřená data

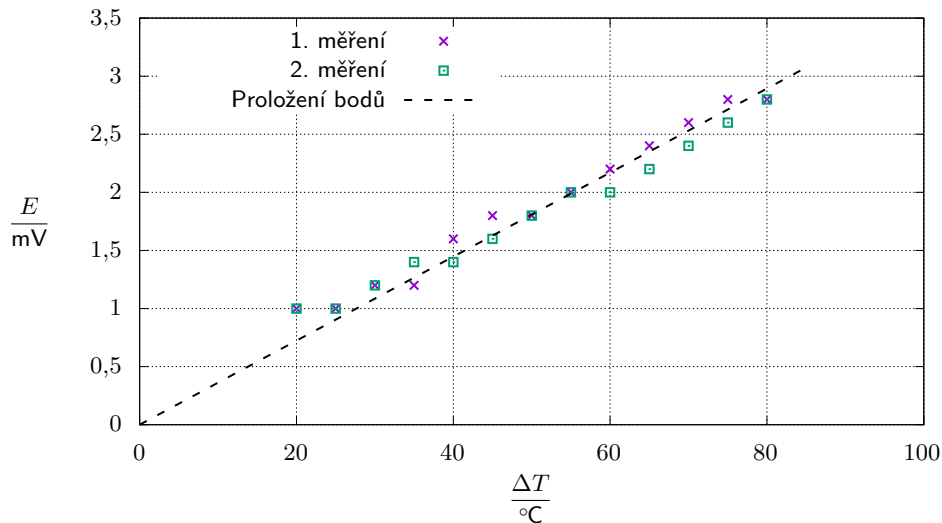
Tabulka dat

$i$	$\frac{\Delta T}{^{\circ}\text{C}}$	$\frac{E_1}{\text{mV}}$	$\frac{E_2}{\text{mV}}$	$\frac{\bar{E}}{\text{mV}}$	$\frac{(\Delta T)^2}{^{\circ}\text{C}^2}$	$\frac{\Delta T \cdot \bar{E}}{\text{mV}^{\circ}\text{C}}$
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
$\Sigma$					37 050	1 340,0

Tab.: Naměřená data

# Naměřená data

Data v grafu



# Naměřená data

## Vypočtené parametry

Vypočtený parametr termočlánu

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

Rozptyl naměřených dat

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

# Diskuze

- 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:  $\alpha = 0,0362 \text{ mV} \cdot \text{C}^{-1}$
- přesnost našeho měření:  $R^2 = 0,9585 = 95,85 \%$

# Zdroje I

BARTOŇ, Stanislav; KŘIVÁNEK, Ivo; SEVERA, Libor. *Fyzika – Laboratorní cvičení*. Brno, 2005.

KUMBÁR, Vojtěch; BARTOŇ, Stanislav; KŘIVÁNEK, Ivo. *Fyzikální praktikum*. Brno: Mendelova Univerzita, 2015. ISBN 978-80-7509-335-6.

MEJZLÍK, Michal. *Návrh a tvorba laboratorní úlohy s peltierovým článkem*. 2009.

Dostupné také z: [https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=15693](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=15693).

Diplomová práce. FEKT VUT. Vedoucí práce Ing. Jan MACHÁČEK.

REICHL, Jaroslav. *Peltierův jev*. Dostupné také z:

<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/911-peltieruv-jev>.

REICHL, Jaroslav. *Seebeckův jev*. Dostupné také z:

<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/910-seebeckuv-jev>.

REICHL, Jaroslav. *Thomsonův jev*. Dostupné také z:

<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/912-thomsonuv-jev>.



# Zdroje II

SEGETH, Karel. Od naměřených dat k jejich matematickému popisu pomocí funkce – a zase zpátky. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*. 2015, roč. 60, č. 2, s. 133–147. ISSN 0032-2423. Dostupné také z: <https://dml.cz/handle/10338.dmlcz/144407>.

*The Peltier Effect and Thermoelectric Cooling*. Dostupné také z: [http://ffden-2.phys.uaf.edu/212\\_spring2007.web.dir/sedona\\_price/phys\\_212\\_webproj\\_peltier.html](http://ffden-2.phys.uaf.edu/212_spring2007.web.dir/sedona_price/phys_212_webproj_peltier.html).

*Thermocouple base materials acc to IEC 584*. Dostupné také z: [http://www.nanyange.com.tw/driver/drivers/Technical%20Information\\_02.pdf](http://www.nanyange.com.tw/driver/drivers/Technical%20Information_02.pdf).

*Types of Thermocouple*. Dostupné také z: <https://www.thermocoupleinfo.com/thermocouple-types.htm>.

WEISSTEIN, Eric. *Least Squares Fitting: MathWorld – A Wolfram Web Resource*. Dostupné také z: <https://mathworld.wolfram.com/LeastSquaresFitting.html>.

# Stanovení parametru termočlánu pomocí metody nejmenších čtverců

Seminární práce

Adam Krška

Gymnázium a střední odborná škola Mikulov