

# Úloha č.5a: Termočlánek

## 1 Cíl úlohy

Kalibrace termočlánu a ověření průběhu jeho teplotní závislosti. Měření teploty povrchu těla kalibrovaným termočlánkem.

## 2 Důležité pojmy

- Základní teplotní stupnice.
- Seebeckův jev. (Thomsonův a Peltierův jev není nutný)

## 3 Pomůcky

Digitální mikrovoltmetr, vodiče s dvojicí termočlánků, rtuťový teploměr, kádinka, Dewarova nádoba s ledovou tříští, elektrický ohříváč s míchačkou, buničitá vata desinfekce.

## 4 Pracovní postup

1. Do kádinky nalijte vhodné množství vody o teplotě co nejbližší  $20^{\circ}\text{C}$  a umístěte ji na ohříváč. Rtuťový teploměr upevněte ve stojanu tak, aby jeho nádržka se rtutí byla v kádince asi uprostřed vodního sloupce. Do stejné výšky vložte i čidlo termočlánu připojené k multimetru.
2. Ověřte nastavení multimetru pro měření stejnosměrného napětí  $U$  (přetočte otočný spínač do polohy  $\text{mV}$  a pokud tomu tak již není, stlačením přepínače **SELECT** zvolte režim stejnosměrného proudu)
3. Zapněte míchačku a asi za dvě minuty odečtěte a zapište teplotu na rtuťovém teploměru a jí odpovídající hodnotu termoelektrického napětí na multimetru.
4. Zapněte topení ohříváče a odečítejte hodnoty teplot a jim odpovídající termonapětí až do  $50^{\circ}\text{C}$  po každém zvýšení teploty vody o  $5^{\circ}\text{C}$ . Pomalejší nárůst teploty umožňuje přesnější kalibrační měření.
5. Termočlánek vyjměte z kádinky, osušte buničitou vatou, desinfikujte pomocí ethanolu a proveďte měření teploty jeho pomocí (termonapětí) na tváři, konci nosu, dlani, v podpaží a uvnitř nádoby na stole.

6. Vytvořte graf závislosti termoneapětí na teplotě, pomocí extrapolace a interpolace určete teplotu měřené části lidského těla a také uvnitř nádoby umístěné na stole. Vypočtete Seebeckův koeficient pro daný typ termočlátku a odhadněte, jaký druh termočlátku byl v úloze použit.

*Interpolace* je přibližný výpočet popř. grafické určení hodnot funkce v bodě ležícím uvnitř intervalu bodů, ve kterých je hodnota funkce známa. *Extrapolace* je pak stejný odhad hodnot, ovšem provedený mimo tento interval. V praxi může extrapolace poskytnout zajímavé hodnoty, ale vždy je zde riziko, že se studovaná závislost mimo interpolační interval prudce mění a extrapolace nedává smysluplné výsledky.

K určení teploty měřených částí těla i k určení teploty v Dewarově nádobě lze použít tři postupy:

1. *grafická metoda* – Na milimetrový papír pečlivě nakreslíte graf závislosti termoelektrického napětí na teplotě. Závislost by měla být lineární, tedy body odpovídající naměřeným hodnotám proložíte přímkou. Z grafu pak odečtete teplotu odpovídající změřenému termoelektrickému napětí.
2. *metoda nejmenších čtverců* – Početně pomocí metody nejmenších čtverců vypočítáte parametry přímkové závislosti (tzv. regresní přímka) mezi termoelektrickým napětím  $U$  a teplotou  $t$ :

$$U = \alpha t + \beta$$

K této funkci spočítáte funkci inverzní, tedy:

$$t = \frac{U}{\alpha} - \frac{\beta}{\alpha}$$

Dosazením zjištěného termoelektrického napětí zjistíme odpovídající teplotu.

3. *pomocí programu* – Řada programů, vč. právě programu SciDAVis dokáže provést lineární aproximaci (lineární regresi). Tím vám ušetří práci, protože ruční výpočet metody nejmenších čtverců je poměrně pracný, jako výsledek navíc získáte graf.

Pokud se rozhodnete pro možnost 2 nebo 3, do protokolu nezapomeňte uvést rovnici regresní přímky, inverzní funkci k regresní přímce a naznačte dosazení.

Pokud se rozhodnete pro možnost 1, nezapomeňte vypočítat směrnici nakreslené přímky – jedním z úkolů je vypočítat Seebeckův koeficient. Pokud si zvolíte možnost 2 nebo 3, Seebeckův koeficient se vám objeví jako jeden z parametrů zjištěných závislostí.