

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky

Josef Zahradníček

Jednoduchá metoda k ukázání Thomsonova zjevu

Časopis pro pěstování matematiky a fysiky, Vol. 59 (1930), No. 2, 137--140

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/122738>

Terms of use:

© Union of Czech Mathematicians and Physicists, 1930

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

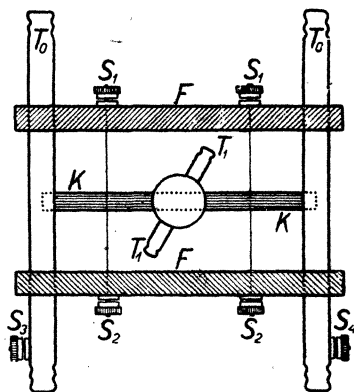
Jednoduchá metoda k ukázání Thomsonova zjevu.

Josef Zahradníček.

Jest poměrně nesnadno objektivně ukázati efekt Thomsonův, spočívající v tom, že při průchodu elektrického proudu intenzity i vodičem se spádem tepelným $\Delta T/\Delta l$ nastává buď vývin nebo absorpce tepla, a to v čase t jest hodnota tepla vyvinutého nebo absorbovaného mezi dvěma místy vodiče o Δl vzdálenými

$$\Delta Q = \sigma i \frac{\Delta T}{\Delta l} t \Delta l,$$

kde σ , závislé na látce vodiče a jeho teplotě, sluje koeficientem Thomsonova zjevu.¹⁾



V přednáškách prof. Macků „Elektrina“, konaných v zimním běhu 1927/8 na Masarykově universitě v Brně, byl ukázán Thomsonův efekt na železe, vizmutu a antimonu následujícím jednoduchým uspořádáním, naznačeným na připojeném obrazci. Na obrazci značí K tyčinku zkoušeného kovu délky 12 cm, s prů-

¹⁾ B. Kučera, Nová metoda k měření Thomsonova efektu, Časopis pro přest. mat. a fys. 41, 400, 1912.

řezem buď kruhovým (u železa $2r = 0.50$ cm, u vizmutu 0.65 cm), anebo obdélníkovým (u antimonu $a = 1.42$ cm, $b = 0.65$ cm), jež středem svým je vletována do svisle stojící trubice mosazné 1.8 cm průměru a 21 cm délky, zasazené do třínožky a opatřené dvěma násadci na kaučukovou hadici (olívami) pro přítok a odtok páry vařící vody, a to ve výšce asi 8 cm nad a pod tyčinkou K . Oba konce tyčinky K jsou vletovány do trubíc mosazných T_0 . T_0 , délky 20 cm a průměru 1.2 cm, opatřených rovněž nástavky na hadici pro přítok a odtok vody z vodovodu. Tímto zařízením je docíleno v tyčince K teplotního spádu, a to od středu tyčinky ke krajům. K vůli větší pevnosti přístroje jsou obě trubice T_0 zasazeny do fibrových příček F , délky 15 cm a průřezu 2 cm \times 1 cm, zasazených svorky termoelementů měď-konstantán (S_1 , S_2). Termoelementy (z drátku 0.1 mm) nalézají se v teninkých trubičkách skleněných 1 mm v průměru a to tak, že spájená místa jejich jsou v tyčince K (otvor 1 mm); svorky s konstantánem jsou spojeny drátem konstantánovým 1 mm v průměru, svorky s mědí pak s citlivým galvanometrem o malém odporu. K vůli tepelné izolaci jest radno obaliti místa spájená u termoelementů — tyčinku K — vatou.²⁾ Trubice T_0 jsou opatřeny svorkami S_3 , S_4 pro přívod proudu do tyčinky K .

Pokus sám je zcela jednoduchý: Do trubíc T_0 , T_0 zavedeme vodu z vodovodu (asi 10° C), do trubice T_1 páru vařící vody a po několika minutách, když je tepelný stav tyčinky K ustálen, což poznáme na galvanometru, zavedeme proud několika ampérů do trubice T_0 přes vhodný reostat a ampérmetr. Po dobu na př. jedné, dvou minut necháme procházeti proud elektrický tyčinkou K a sledujeme chod galvanometru z polohy nulové až do polohy krajní, které galvanometr dosáhne za dobu několika sekund po přerušení proudu.

Podáváme zde jednu ukázkou měření vykonaných našimi přístroji, a to u železa, jež má koeficient Thomsonova efektu poměrně nejmenší.³⁾ Odpor termoelementů byl v našem případě

²⁾ Spájená místa termoelementů diferenciálně spojených jsou při ustáleném stavu v tyčince K velmi přibližně na místech stejné teploty a galvanometr je proto skoro bez proudu; případná počáteční úchyłka se vykompenzuje známým způsobem.

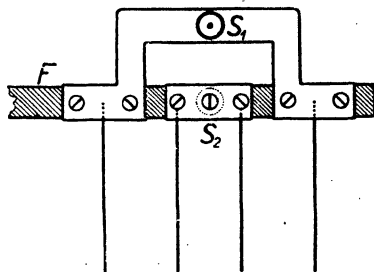
³⁾ Landolt-Börnsteinovy tabulky 5. vyd., I., 680, Berlín 1927, uvádějí pro kovy v našem případě použité, tyto hodnoty koeficientu Thomsonova σ :

| látka | teplota | $\sigma \cdot 10^{-3}$ abs. j. |
|---------|---------|--------------------------------|
| antimon | 20° | 234 |
| vizmut | 20° | 94 |
| železo | 50° | 0.924 |

1·75 ohmů, odpor galvanometru na projekci 5·5 ohmů, jeho citlivost $2·95·10^{-7}$ amp./dílek při vzdálenosti škály od zrcátka 3·3 m, celkový odpor v kruhu byl 8·25 ohmů — jeden dílek škály je roven 2 cm. Měření obsaženo je v následující tabulce:

| i amp. | $t_1 = 60$ sek. | | | $t_2 = 120$ sek. | | |
|--------|-----------------|-------------|---------|------------------|-------------|---------|
| | úchylka | | | úchylka | | |
| | před komutaci | po komutaci | celková | před komutaci | po komutaci | celková |
| 8·65 | 2·5 | 1·5 | 4·0 | 5·0 | 2·8 | 7·8 |
| 10·2 | 2·9 | 1·8 | 4·7 | 5·9 | 3·4 | 9·3 |
| 13·6 | 3·8 | 2·3 | 6·1 | 7·5 | 4·3 | 11·8 |

Z této ukázky měření je patrná jednak přímá úměrnost Thomsonova tepla s časem, jednak s intenzitou proudu.



Při velkých intenzitách proudových pozměňuje se teplem Jouleovým temperaturní spád v tyčince K , hlavně je-li krátká, ale i v tomto případě dá se efekt Thomsonův v uvedené úpravě ukázati. Pro měření koeficientu σ bylo by ovšem nutno měřiti Thomsonovo teplo, na místě termoelementů v tyčince K vznikající případně absorbované, t. j. na základě předběžných měření znáti vodní hodnotu jednotky délkové tyčinky K a určití změnu teploty na onom místě při průchodu proudu po dobu t . K těmto měřením se ovšem toto jednoduché uspořádání nehodí.

Na konci zmiňuji se o zajímavé demonstraci Thomsonova efektu podle Koeniga:⁴⁾ Čtyři stejné drátky platinové ponořeny jsou

Pro jiné běžné látky je hodnota koeficientu σ daleko menší, na př. u mědi asi 200 abs. jedn. Znaménko koeficientu jest v uvedených případech kladné (u platiny záporné), t. j. elektrický proud, jakoby podporoval proud tepelný, je-li s ním téhož směru.

⁴⁾ Viz na př. Müller-Poulet, Lehrbuch der Physik, 10. vyd., 4, 1190, Braunschweig 1914.

jedněmi konci do misky se rtutí, na druhých pak spojeny jsou pomocí dvou příček tak, že dvěma vnějšími může procházeti elektrický proud jedním a vnitřními opačným směrem; intenzitu proudu volíme tak, aby drátky žhnuly. V důsledku Thomsonova tepla, jež je v tomto případě značné následkem velkého spádu $\Delta T/\Delta l$, nejsou rozhraní mezi tmavou a žhoucí částí drátů v jedné přímce, jak by tomu bylo, kdyby proud procházel ve všech čtyřech drátech směrem stejným. Při komutaci proudu posunou se tato rozhraní zase směrem opačným.

Při opakování tohoto pokusu — drát platinový měl délku 4×7 cm, průměr 0.3 mm, intenzita proudu byla kol 10 ampérů — bylo vyzkoušeno obdobné uspořádání se železem, jež má koeficient Thomsonův větší než platina. Drát železný byl volen 8 cm délky a 0.6 mm v průměru, intenzita proudu kol 10 ampérů; i v tomto případě je Thomsonův efekt pěkně patrný, po déle trvajícím pokusu je nutno jen drátky vyměnit, protože se okysličují.

*

Une méthode simple pour mettre en évidence le phénomène de Thomson.

(Extrait de l'article précédent.)

Le dégagement ou l'absorption de la chaleur, se produisant pendant le passage du courant électrique par une baguette métallique à chute thermique, sont mises en évidence d'une voie simple et objective pour les baguettes en fer, en bismuth et en antimoine, pour une différence thermique de 90° C à peu près sur une longueur de 5 cm. Les dimensions des baguettes: longueur 12 cm, la section est ou circulaire (pour le fer $2r = 0.5$ cm, pour le bismuth $2r = 0.65$ cm), soit rectangulaire (pour l'antimoine: $1:32 \times 0.65$ cm²). Les baguettes sont plongées, aux milieux et aux extrémités, dans des tuyaux en laiton (v. la figure), qui constituent le bain d'eau de canalisation et celui de la vapeur d'eau bouillante. Deux piles thermoélectriques (cuivre-constantan 0.1 mm) couplées différentiellement, mesurent la différence des températures qui se produit, pendant le passage du courant électrique, par suite de l'effet de Thomson. Dans la table ajoutée, on peut suivre la proportionalité entre la chaleur de Thomson et l'intensité du courant électrique et le temps.

Puis on décrit une expérience de démonstration analogue à celle de König avec des fils de fer.