

FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY UNIVERZITY
KOMENSKÉHO

ÚLOHA 3.5.1.2

MERANIE MALÝCH ODPOROV A MERNEJ VODIVOSTI KOVOV
THOMSONOVÝM DVOJITÝM MOSTÍKOM

DENISA LAMPÁŠOVÁ
2FYZ1

4. november 2015

Abstrakt

The aim of this paper was to measure the resistance of three different rods and to determine the resistivity of their materials. After determining the resistivity we have compared our results with resistivities of known materials.

Úlohy:

1. Zmerať odpor 3 tyčí (líšiach sa materiálom) zbudovaným Thomsonovým mostíkom.
2. Určiť mernú vodivosť príslušných materiálov.

Pomôcky: zbudovaný Thomsonov mostík, 3 tyče (hlíník, mosadz, meď), pravítko

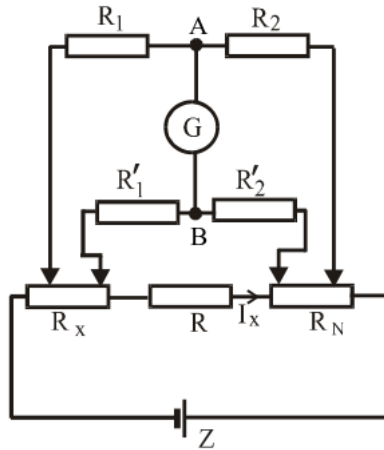
1 Teoretická analýza a postup

Podmienky pre vyváženie Thomsonovho mostíka¹ (viď Obr. 1) sú nasledovné:

$$R'_1 = kR_1; \quad R'_2 = kR_2; \quad k = \text{konšt.} \quad (1)$$

Splnenie týchto podmienok nám umožňuje určiť hodnotu neznámeho odporu R_X :

$$R_X = R_N \frac{R_1}{R_2}. \quad (2)$$



Obr. 1

Meranie začneme preskúmaním tyčí (ktorých merný odpor ideme skúmať) a odhadnutím materiálu, z ktorého sú vyrobené. Pomocou fyzikálnych tabuliek zistíme, aký merný odpor ρ má odhadnutý materiál. Odmeriame, akými rozmermi prispievajú tyče do zapojenia. Následne použitím vzťahu

$$R_X = \frac{\rho \cdot l}{S} \quad (3)$$

¹Podrobný popis a princíp jeho funkcie nájdete v skriptách [1] (uvedené v použitej literatúre)

zistíme, akým odporom R_X by prispela do zapojenia tyč rovnakých rozmerov (l je dĺžka a S prierez) z odhadnutého materiálu. Použitím tohoto údaje nastavíme počiatkové hodnoty odporov v zapojení². V prípade R_1 , R_2 , R'_1 a R'_2 ³ to nebude ťažké, nakoľko používame odporové dekády. Odpor R_N zvolíme taký, aby rádozo zodpovedal odporu R_X . Ak naše odhady neboli úplne mimo, takýmto postupom by sme sa mali vyhnúť ohrozeniu galvanometra.

Ak galvanometer ukazuje, že ním neprechádza prúd, mostík je vyvážený. Tento stav sa budeme snažiť doceliť tým, že budeme meniť buď odpory R_1 a R'_1 alebo R_2 a R'_2 tak, aby platila ich rovnosť, kým nedocielime vyváženosť. Zo vzťahu (2) vypočítame hľadaný odpor R_X . Nakoniec, použitím vzťahu (3), zistíme jej merný odpor⁴.

2 Výsledky a diskusia

Skúmali sme 3 tyče. Odhadli sme materiál každej z nich, vyhľadali merný odpor daných materiálov a podľa vzťahu (3) sme vypočítali odhadovaný odpor tyčí. Právítkom sme odmerali dĺžku tyče, ktorá mala príspevok v meraní, $l = 1,165 \pm 0,0005$ m a polomer tyčí (všetky sa zhodovali) $r = 0,005 \pm 0,0005$ m. Pre prehľadnosť hodnoty uvádzame v tabuľke:

materiál	hliník	meď	mosadz
$\rho / \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$	2,82	1,75	7,5
$R_X / \cdot 10^{-4} \Omega$	4,18	2,60	11,12

Zvyšné odpory v mostíku sme nastavili/použili také, aby mostík pre vypočítanú hodnotu R_X bol v rovnováhe. Avšak ani v jednom prípade sa nám hodnotu R_X odhadnúť presne nepodarilo. Menili sme teda odpory R_1 a R'_1 (prípadne R_2 a R'_2), kým nám ručička na galvanometri aj pri jeho najvyššej citlivosti neukázala nulu. Mostík bol vyvážený pri hodnotách odporov:

materiál	hliník	meď	mosadz
$R_1 = R'_1 / \Omega$	1 345	2 530	1 000
$R_2 = R'_2 / \Omega$	200	1 000	901
$R_N / 10^{-4} \Omega$	1	1	10
$R_X / \cdot 10^{-4} \Omega$	6,725	2,53	11,099
$\rho / \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$	4,53	1,71	7,48

Určili sme teda odpor tyčí a mernú elektrickú vodivosť im zodpovedajúcich materiálov. Hodnota merného elektrického odporu materiálu (jednej z tyčí), ktorý sme odhadovali na hliník, nám vyšla 1,6-krát väčšia ako je hodnota merného elektrického odporu hliníka. Nepodarilo sa nám však nájsť materiál, ktorého merný odpor by bol k nášmu odmeranému bližšie a zároveň by nebola veľmi nízka pravdepodobnosť, že by niekto z takého materiálu

²Ak by mala tyč naozaj odhadnutý odpor, mostík by bol vyvážený.

³Nakoľko chceme aby bola splnená podmienka (1), zvolíme konštantu $k = 1$. To znamená, že $R_1 = R'_1$ a $R_2 = R'_2$.

⁴teraz vieme zistiť aj to, či bol náš odhad materiálu aspoň relatívne správny

tyč vôbec vyrábal. Hodnoty merných odporov materiálov druhej a tretej tyče sa s tabuľkovými hodnotami ich odhadovaných materiálov líšili podstatne menej ako pri prvej tyči. Naše odhady teda boli pravdepodobne správne. Tyče však mohli obsahovať nejaké prímiesy, ktoré mohli merný odpor viac či menej ovplyvniť. Ďalšou príčinou, prečo sa hodnoty odmeraných merných elektrických odporov s tabuľkovými líšili, je, že merný odpor závisí od teploty.

3 Záver

Našou úlohou bolo zmerať odpor tyčí a zistiť mernú elektrickú vodivosť daných materiálu. Prvá tyč mala odpor $R_{X1} = 6,725 \cdot 10^{-4} \Omega$. Merný odpor jej materiálu nám vyšiel $4,53 \cdot 10^{-8} \Omega$. Merný elektrický odpor tohto materiálu nám síce vyšiel podstatne väčší ako merný odpor hliníku, ale predpokladáme, že hliník ju z väčšej časti tvoril. Predpokladáme, že to, že je 1,6-krát väčší majú za následok nejaké prímiesy. Odpor druhej tyče nám vyšiel $2,53 \cdot 10^{-4} \Omega$. Jej merný elektrický odpor $1,71 \cdot 10^{-8} \Omega$ sa veľmi podobá na merný odpor medi. Merný elektrický odpor tretej tyče s odporom $11,099 \cdot 10^{-4} \Omega$ má hodnotu $7,48 \cdot 10^{-8} \Omega$ veľmi blízku mernému odporu mosadze. Niektoré nepresnosti v porovnávaní zistených a tabuľkových hodnôt môže mať na svedomí rozdiel teploty pri ktorej sme to merali a teploty, pre ktorú sú tabuľkové hodnoty uvedené. Tabuľkové hodnoty uvádzali merný odpor pri 20°C .

Literatúra

- [1] Pavlík, J.: Fyzikálne praktikum II. Univerzita Komenského Bratislava, 2002.