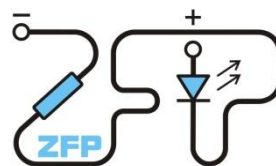


Kabinet výuky obecné fyziky, UK MFF

Fyzikální praktikum II



Úloha č. 4

Název úlohy:

Jméno: Katarína Križanová

Obor: FOF

Datum měření: 1.11.2016

Datum odevzdání:

Připomínky opravujícího:

	Možný počet bodů	Udělený počet bodů
Práce při měření	0 - 5	
Teoretická část	0 - 1	
Výsledky měření	0 - 8	
Diskuse výsledků	0 - 4	
Závěr	0 - 1	
Seznam použité literatury	0 - 1	
Celkem	max. 20	

Posuzoval:.....

dne:

I. Pracovná úloha

1. Zmerajte priemery šiestich drôtov na pracovnej doske.

2. Zmerajte odpor šiestich drôtov Wheatstoneovým a Thomsonovým mostíkom Metra - MTW. Vysvetlite rozdiely vo výsledkoch meraní. Súčasne určite odpor prírodných vodičov a odpor na svorkách v prípade merania Wheatstoneovým mostíkom.

3. Zmerajte odpory v štvorbodovom zapojení pomocou multimetra KEITHLEY 2010.

4. Určite merný odpor jednotlivých vzoriek i s príslušnou chybou výsledku. Stanovené hodnoty porovnajte s hodnotami uvádzanými v tabuľkách.

II. Teoretický úvod

V nasledujúcom meraní budem porovnávať vhodnosť metód merania pre meranie odporov radovo okolo 1Ω .

Na obrázku 1 je zobrazená štvorbodová metóda merania. Vonkajšie svorky a, a' sú prúdové a vnútorné b, b' sú zas napäťové. Štvorbodové zapojenie sa používa napríklad v Thomsonovom mostíku. V našom meraní som ho taktiež použila pri priamom meraní s prístrojom Keithley 2010.

Wheatstonov mostík

Schéma Wheatstonovho mostíku je znázornená na obrázku 2. Ide o jednoduchý mostíkový obvod zložený zo štyroch odporov. V prípade, že cez indikátor G preteká nulový prúd, platí vzťah [1]

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}. \quad (1)$$

Vďaka tomuto vzťahu môžeme na základe troch známych odporov dopočítať tretí neznámy.

Vo Wheatstonovom mostíku je vplyv odporu prírodných vodičov R_v , preto je potrebné spraviť pre výsledný odpor korekciu

$$R_{kor} = \frac{R_2 R_3}{R_4} - R_v. \quad (2)$$

Thomsonov mostík

Alternatívnym zapojením môže byť Thomsonov mostík zakreslený na obrázku 3. Pre tento typ mostíku platí podľa [1], v prípade, že prúd

galvanometrom je nulový a $\frac{P}{p} = \frac{Q}{q}$

$$R_x = \frac{Q}{P} R_N, \quad (3)$$

kde R_x je hľadaný odpor a R_N, p, P, q a Q sú známe odpory.

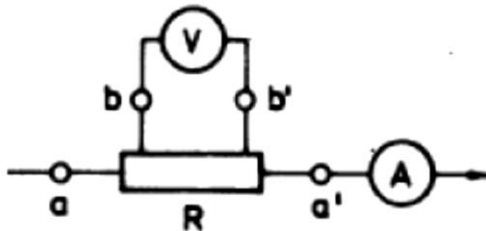
Merný elektrický odpor

Našou úlohou je určiť merný elektrický odpor vodičov, ktorý je definovaný ako

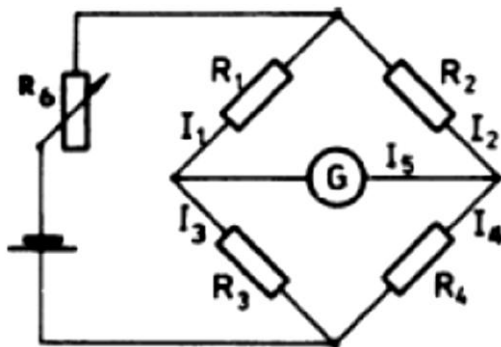
$$\rho = \frac{RS}{l} = \frac{\pi d^2 R}{4l}, \quad (4)$$

kde R je odpor vodiče, l jeho dĺžka a $S = \frac{\pi}{4} d^2$ jeho prierez a d jeho priemer, predpokladajúc, že má vodič stály prierez a je vyrobený z homogénneho materiálu.

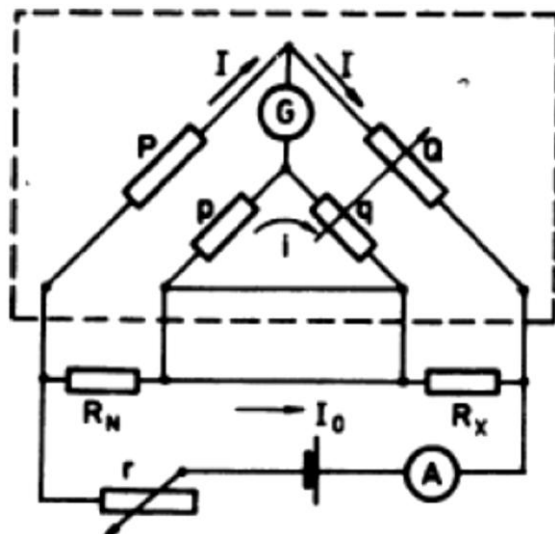
Obrázok 1: Štvorbodové zapojenie



Obrázok 2: Wheatstonov mostík



Obrázok 3: Thomsonov mostík



III. Výsledky merania

Na začiatku som si zmerala za pomoci pásového metra dĺžku všetkých drôtov. Chybu merania som odhadla na 1 mm. Výsledky merania sú v tabuľke T1.

V tabuľke T2 sa nachádzajú spriemerované hodnoty priemerov drôtov, ktoré som zmerala každý sedem krát na rôznych miestach. V tabuľke T2 je tiež uvedená chyba. Tieto chyby boli určené na základe smerodajnej odchýlky a nepresnosti meracieho prístroja- mikrometra, ktorého chyba je 0,5 μm .

T1: Dĺžky drôtov

drôt	dĺžka drôtu l [cm]
wolfram	89,6
meď	89,6
kanthal	89,6
železo	89,6
mosadz	89,6
chrómnikel	89,6

Tabuľka T2: Priemery drôtov

drôt	d_priemer [mm]	σ [mm]
wolfram	0,67	0,01
meď	1,08	0,01
kanthal	0,48	0,01
železo	0,39	0,01
mosadz	0,57	0,01
chrómnikel	0,97	0,01

Najprv som zisťovala odpory drôtov pomocou Wheatestonovho mostíka, ktorý som si zapojila podľa obrázka 2. Pri každom drôte som nastavila odpory v zapojení tak, aby prúd prechádzajúci galvanometrom bol nulový.

Pri tomto mostíku som musela zmerať aj odpory prívodných vodičov R_v , aby som mohla urobiť korekciu nameraných odporov podľa vzťahu (2). Opravené hodnoty zisťovaných odporov spolu s chybou, ktorú som vypočítala podľa [2] sú uvedené v tabuľke T3.

T3: Korekcia odporu vo Wheatestonovom mostíku

drôt	R_w [mΩ]	σ [mΩ]
wolfram	140,4	0,2
meď	16,9	0,1
kanthal	6185,9	1
železo	1469,0	0,3
mosadz	226,1	0,1
chrómnikel	1172,9	0,3

Potom som zapojila podľa obrázku 2 Thomsonov mostík, namerané odpory pre rôzne drôty, ktoré som priamo pri experimente dopočítala podľa vzťahu (3) sú v tabuľke T4.

T4: Thomsonov mostík

drôt	R_x [mΩ]
wolfram	138,20
meď	16,72
kanthal	6220
železo	1485
mosadz	221,00
chrómnikel	1180,0

Nakoniec som merala odpory drôtov priamo, pomocou prístroja KEITHLEY 2010. Výsledky priameho merania, ktoré využívalo štvorbodové zapojenie zobrazené na obrázku 1 sú v tabuľke T5. Ako chybu beriem 0,1 mΩ, keďže hodnoty zobrazované prístrojom neboli konštantné a stále sa menili na posledných cifrách.

T5: Meranie cez štvorbodové zapojenie, pomocou prístroja KEITHLEY 210

drôt	R_{4b} [mΩ]
wolfram	138,3
meď	17,29
kanthal	6231,7
železo	1477,9
mosadz	220,9
chrómnikel	1181,1

Podľa vzťahu (4) som dopočítala merný odpor drôtov. Výsledky pre každé meranie sú v tabuľke T6.

T6: Merný odpor drôtov

drôt	$\rho_w [10^{-8} \Omega m]$	$\sigma [10^{-8} \Omega m]$	$\rho_T [10^{-8} \Omega m]$	$\sigma [10^{-8} \Omega m]$	$\rho_{4b} [10^{-8} \Omega m]$	$\sigma [10^{-8} \Omega m]$
wolfram	5,5	0,3	5,4	0,3	5,4	0,1
meď	1,7	0,3	1,7	0,3	1,8	0,2
kanthal	126	10	126	11	127	11
železo	20,0	0,2	20,2	0,2	20,1	0,1
mosadz	6,5	0,1	6,4	0,5	6,4	0,2
chrómnikel	97,3	0,8	98	1	98,0	0,8

Vypočítané hodnoty pre rôzne typy merania sa od seba líšia iba v rámci chyby.

Hodnoty som porovnala s tabuľkovými hodnotami [3], ktoré sú pre prehľadnosť spísané v tabuľke T7. Vidno, že hodnoty pre wolfram a meď, ktoré som zistila z merania sa s tabuľkovými hodnotami zhodujú v rámci chyby. Hodnoty ostatných drôtov sa mierne líšia, jediný drôt, ktorého hodnota merného odporu sa výrazne líši je železný drôt.

T7: Tabuľkové hodnoty merných odporov pre dané materiály

Materiál	$\rho [10^{-8} \Omega \cdot m]$
chromnikel	110
mosadz	7,5
železo	9,8
kanthal	145
meď	1,75
wolfram	5,4

IV. Diskusia výsledkov

Počas merania som zisťovala odpory drôtov zhotovených z rôznych materiálov troma spôsobmi a potom som z týchto odporov dopočítala merný odpor daného materiálu. Pri meraní s Wheatestonovým mostíkom som musela urobiť korekciu a to odčítať odpor prírodných vodičov.

Asi najväčšiu nepresnosť vnášal do merania polomer drôtov, ktorý som brala ako konštantný po celej dĺžke, čo ale nie je úplne pravda, keďže hodnoty sa v každom mieste môžu od seba navzájom mierne líšiť a keďže priemer drôtov som využila podľa vzťahu (4) pri výpočte merného odporu dokonca v kvadráte, takže nepresnosť je ešte väčšia.

Taktiež mohla mierne ovplyvniť meranie teplota i keď som považovala experiment za teplotne nezávislý, no k väčšiemu zahriatu drôtov počas experimentu nedošlo a tak som to i mohla pravdepodobne spraviť.

Iba dva údaje merného odporu sa zhodujú v rámci chyby s tabuľkovými hodnotami. V prípade zliatin mohlo prísť k rozporu kvôli inému pomeru zloženia a v prípade železa mohol vstúpiť do hry fakt, že na vzduchu oxiduje.

V. *Záver*

Počas merania som tromi spôsobmi určila odpory rôznych drôtov a z toho dopočítala ich merné odpory. Merné odpory sú uvedené v tabuľke T6.

Tie som následne porovnala s tabuľkovými hodnotami (viď tabuľka T7) a skonštatovala som, že údaje pre wolfram a meď sa zhodujú s tabuľkovými hodnotami.

VI. *Zoznam použitej literatúry*

[1] Webové stránky Fyzikální Praktikum, studijní text
http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/_media/zadani/texty/txt_204.pdf

[2] BROŽ, J., a kol.: Základy fyzikálních měření Praha: SPN, 1967

[3] Měrný odpor [online]. Dostupné z:
<http://www.converter.cz/tabulky/merny-odpor.htm>