

Oddělení fyzikálních praktik při Kabinetu výuky obecné fyziky MFF UK

PRAKTIKUM II

Úloha č.: II

Název: Měření odporu

Vypracovala: stud. sk. dne: 21.02.04.....

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne: vráceno:

Odevzdal dne:

Posuzoval: dne výsledek klasifikace

Připomínky:

I. Pracovní úkol

- I. Změřte metodou přímou závislost odporu vlákna žárovky na proudu, který jím protéká. K měření použijte stejnosměrné napětí v rozsahu do 24V.
- II. Změřte substituční metodou vnitřní odpor měřících přístrojů použitých v úkolu I. Výsledek použijte ke korekci naměřených hodnot odporů v úkolu I.
- III. Metodou substituční změřte závislost odporu vlákna žárovky na proudu v rozsahu 2 až 25mA. Porovnejte přesnost výsledku s přesností dosaženou v úkolu I.
- IV. Stanovte odpor vlákna žárovky při pokojové teplotě. K extrapolaci odporu vlákna na pokojovou teplotu použijte graf závislosti odporu vlákna na příkonu žárovky.

II. Teorie

U voltmetru nastavujeme měřící rozsah předřadným odporem (sériové zapojení). Při zvětšení rozsahu n -krát platí:

$$R_p = (n - 1)R_V \quad (1)$$

R_p odpor předřadného odporu

R_V odpor voltmetru

U ampérmetru nastavujeme měřící rozsah bočníkem (paralelní odpor) a při zvětšení rozsahu přístroje n -krát platí:

$$R_b = \frac{R_A}{n - 1} \quad (2)$$

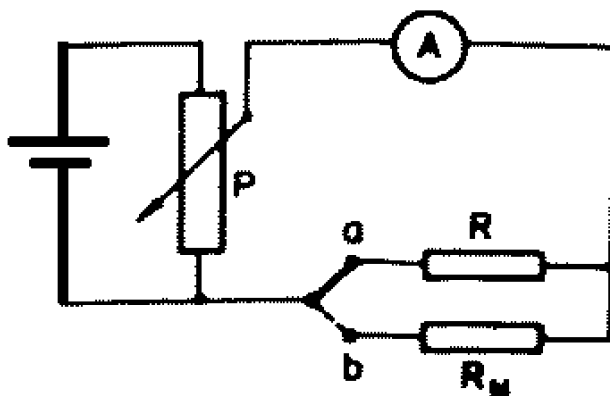
R_b odpor bočníku

R_A odpor ampérmetru

Ve skutečnosti se odpor ampérmetru při změně rozsahu nezmění, jak předpokládáme, protože odpory nejsou nastavovány jen bočníky, nebo předřadnými odpory, ale jejich kombinací (odporovým děličem). Odpor můžeme měřit dvěma způsoby:

A. Substituční metoda

Zapojení viz obr. 1.

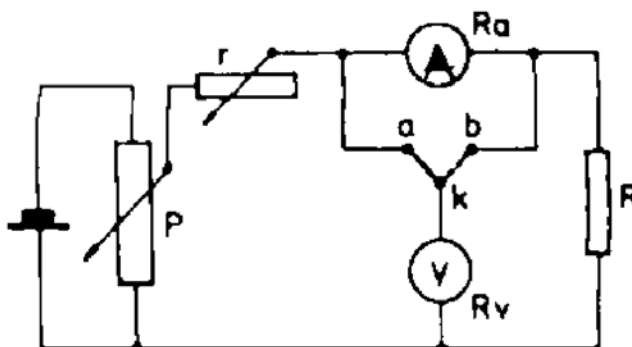


obr. 1*

Při poloze přepínače a změříme protékající proud měřeným odporem R , pak přepneme do polohy b a nastavíme odpor R_N tak, aby nám ampérmetr ukazoval stejný proud jako v případě a . Potom jsou i odpory R a R_N stejné.

B. Přímá metoda

Zapojení viz obr. 2.



obr. 2**

* V našem případě jsme potenciometr P nepoužili a měnili proud přímo na zdroji

** V našem případě jsme opět potenciometr a reostat nepoužili. Napětí jsme měnili přímo

Elektrický odpor R je dán vztahem:

$$R = \frac{U}{I} \quad (3)$$

I proud tekoucí tímto odporem

U napětí na tomto odporu

Přepínač je v obvodu proto, abychom mohli zjistit ovlivnění výsledku měřícími přístroji. V poloze a měříme voltmetrem napětí na odporu i na ampérmetru v sérii. Proud měříme správně. Pro odpor musíme použít korekci:

$$R = \frac{U}{I} - R_A \quad (4)$$

R_A změříme substituční metodou.

V poloze b voltmetrem měříme napětí na rezistoru, ale ampérmetrem změříme proud protékající rezistorem i voltmetrem. Proud protékající rezistorem musíme korigovat vztahem:

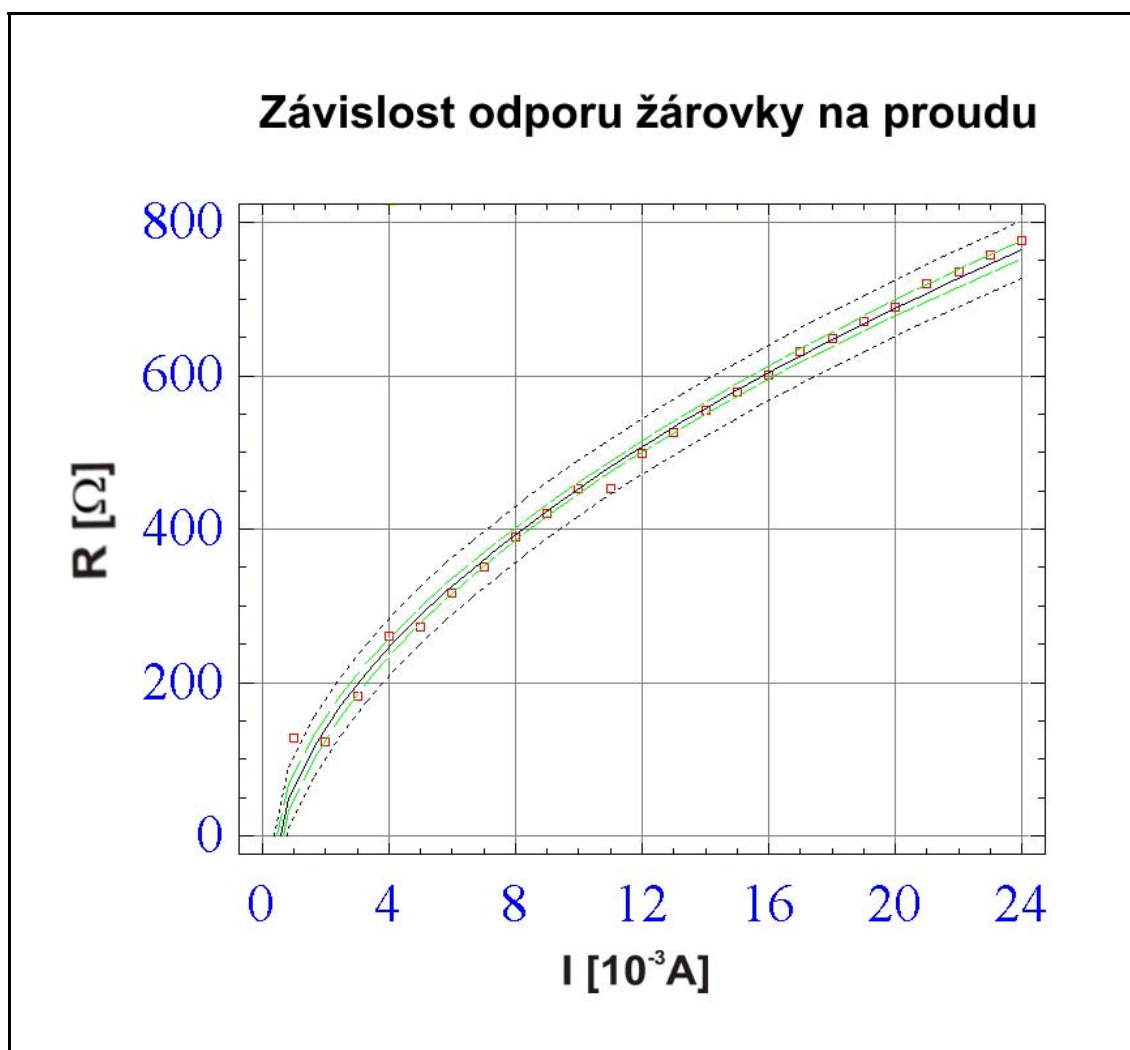
$$I_R = I \left(1 + \frac{R}{R_V} \right)^{-1} \quad (5)$$

III. Výsledky měření

A. Měření odporu žárovky substituční metodou

tab. 1 – odpor žárovky v závislosti na proudu												
I [mA]	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0
R [Ω]	127	123	182	261	272	316	350	389	420	452	453	499
I [mA]	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0
R [Ω]	526	555	578	601	631	649	670	690	720	736	757	777

Chyba měření proudu $\Delta I = 0,1 \text{ mA}$. Chyba měření odporu $\Delta R = 1 \Omega$, relativní chyba je 0,2%.



graf 1

B. Odpor ampérmetru měřený substituční metodou

Při rozsahu $0,06 \text{ A}$ $R_A = (8 \pm 1) \Omega$.

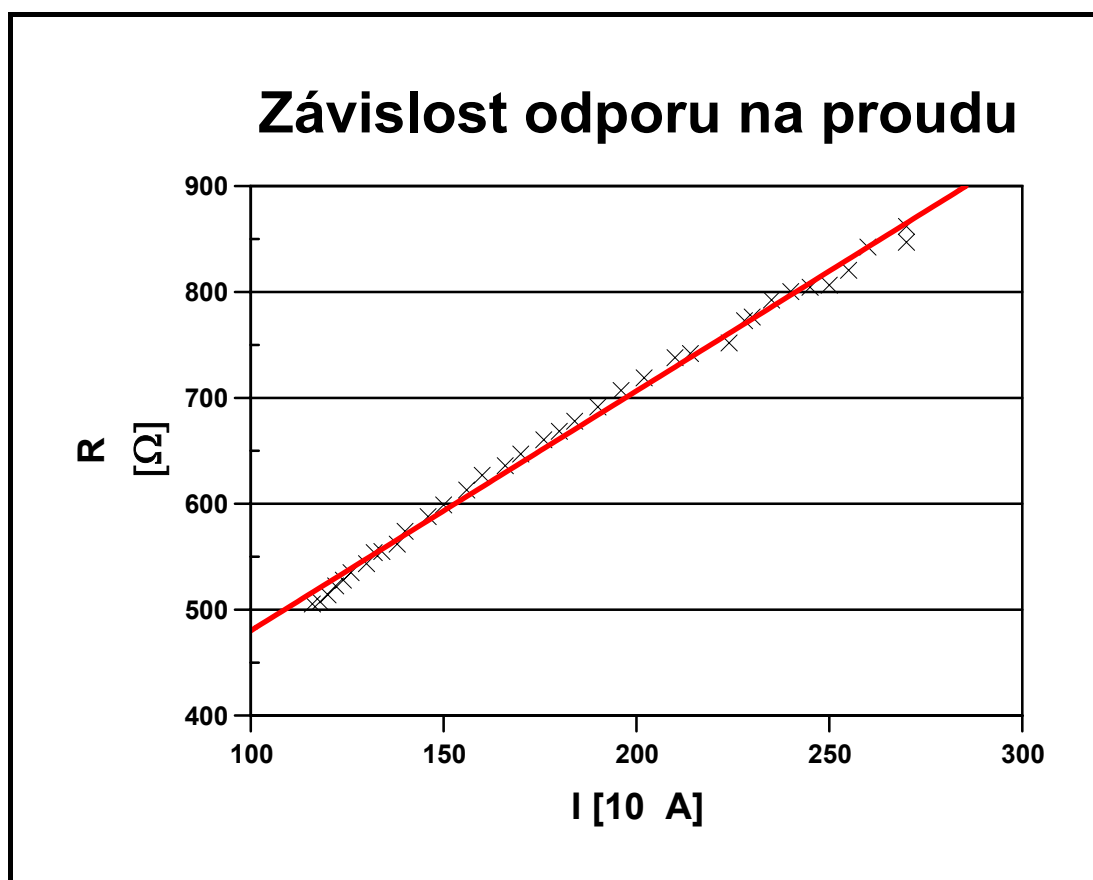
Při rozsahu $0,24 \text{ A}$ $R_A = (16 \pm 1) \Omega$.

C. Měření odporu žárovky přímou metodou

tab. 2 – měření odporu žárovky přímou metodou

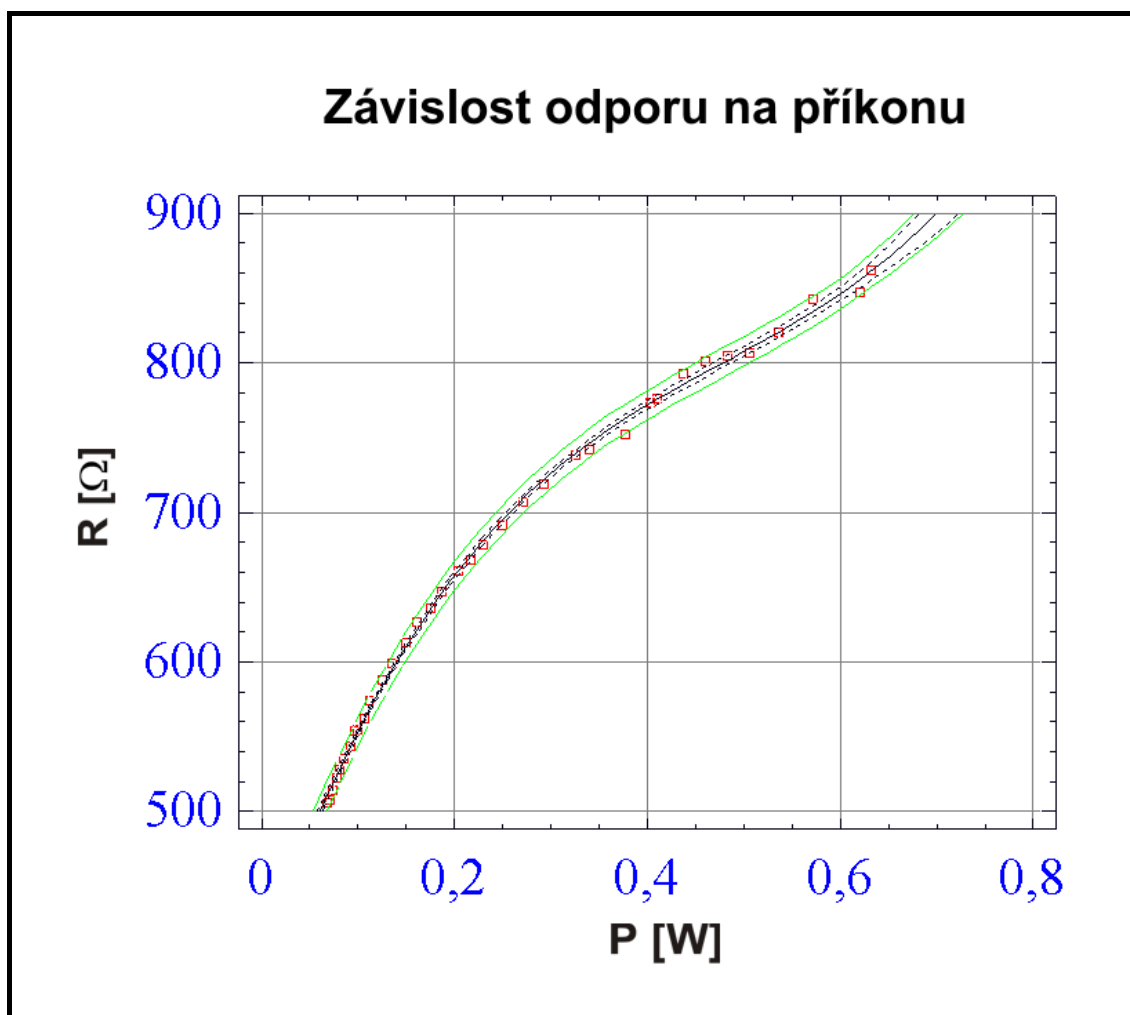
I [10^{-4} A]	U [V] v poloze <i>a</i>	U [V] v poloze <i>b</i>	R [Ω] za polohy <i>b</i>	R [Ω] za polohy <i>a</i>
116 ± 2	5,965 ± 0,001	5,855 ± 0,001	505	506
118 ± 2	6,093 ± 0,001	5,979 ± 0,001	507	508
120 ± 2	6,274 ± 0,001	6,156 ± 0,001	513	515
122 ± 2	6,484 ± 0,001	6,364 ± 0,001	522	523
124 ± 2	6,661 ± 0,001	6,539 ± 0,001	527	529
126 ± 2	6,854 ± 0,001	6,730 ± 0,001	534	536
130 ± 2	7,181 ± 0,001	7,054 ± 0,001	543	544
132 ± 2	7,435 ± 0,001	7,305 ± 0,001	553	555
134 ± 2	7,554 ± 0,001	7,423 ± 0,001	554	556
138 ± 2	7,873 ± 0,001	7,739 ± 0,001	561	563
140 ± 2	8,156 ± 0,001	8,016 ± 0,001	573	575
146 ± 2	8,715 ± 0,001	8,573 ± 0,001	587	589
150 ± 2	9,117 ± 0,001	8,970 ± 0,001	598	600
156 ± 2	9,697 ± 0,001	9,545 ± 0,001	612	614
160 ± 2	10,179 ± 0,001	10,023 ± 0,001	626	628
166 ± 2	10,709 ± 0,001	10,547 ± 0,001	635	637
170 ± 2	11,146 ± 0,001	10,980 ± 0,001	646	648
176 ± 2	11,778 ± 0,001	11,608 ± 0,001	660	661
180 ± 2	12,192 ± 0,001	12,019 ± 0,001	668	669
184 ± 2	12,636 ± 0,001	12,457 ± 0,001	677	679
190 ± 2	13,307 ± 0,001	13,124 ± 0,001	691	692
196 ± 2	14,034 ± 0,001	13,845 ± 0,001	706	708
202 ± 2	14,707 ± 0,001	14,513 ± 0,001	718	720
210 ± 2	15,679 ± 0,001	15,477 ± 0,001	737	739
214 ± 2	16,069 ± 0,001	15,864 ± 0,001	741	743
224 ± 2	17,045 ± 0,001	16,833 ± 0,001	751	753
228 ± 2	17,791 ± 0,001	17,644 ± 0,001	774	772
230 ± 5	18,057 ± 0,001	17,855 ± 0,001	776	777
235 ± 5	18,828 ± 0,001	18,617 ± 0,001	792	793
240 ± 5	19,408 ± 0,001	19,195 ± 0,001	800	801
245 ± 5	19,922 ± 0,001	19,695 ± 0,001	804	805
250 ± 5	20,48 ± 0,01	20,25 ± 0,01	810	803
255 ± 5	21,25 ± 0,01	21,02 ± 0,01	824	817
260 ± 5	22,23 ± 0,01	22,00 ± 0,01	846	839
270 ± 5	23,20 ± 0,01	22,97 ± 0,01	851	843
270 ± 5	23,61 ± 0,01	23,38 ± 0,01	866	858

Relativní chyba měření odporu $\delta R = 1\%$ (chyba určena jako chyba nepřímých měření).



graf 2

D. Odpor vlákna při pokojové teplotě



graf 3

IV. Diskuse

Substituční metodou jsme proměřili odpor vlákna žárovky v závislosti na protékajícím proudu (viz graf 1). Závislost nám vyšla přibližně kubická. Tento fakt si neumím vysvětlit, předpokládala bych spíše závislost kvadratickou. Kvadratická závislost se z hlediska regrese jeví jako druhá nejvhodnější, je oproti kubické pouze asi o 0,05% nepřesnější, proto lze statistickou vhodnost kubické funkce asi nejlépe vysvětlit chybou měření.

Substituční metodou jsme proměřili odpor ampérmetru na dvou rozsazích $0,06A$ a $0,024A$. Odpor ampérmetru vyšel $R_A = (8 \pm 1)\Omega$ a $R_A = (16 \pm 1)\Omega$. Odpor voltmetru jsem neměřila, protože z měření přímou metodou bylo vidět, že jeho odpor je dostatečně vysoký, aby ho bylo možno považovat za ideální.

Metodou přímou jsme změřili závislost odporu žárovky na protékajícím proudu. Chyby měření jsme stanovili z chyb měřicích přístrojů. Graf číslo 2 popisuje závislost odporu na protékajícím proudu. Vidíme, že tato závislost je přibližně lineární. Již při měření bylo vidět, že

se proud naměřený na ampérmetru při změně polohy přepínače nezměnil. Tedy proud protékající voltmetrem byl zanedbatelný (voltmetr můžeme považovat za ideální). Ampérmetr sice není ideální, ale výsledky měření se v rámci chyb shodují, proto můžeme tvrdit, že ampérmetr výrazně neovlivní měření.

Graf 3 vystihuje závislost odporu vlákna na příkonu žárovky. Tento graf podle mého názoru není vhodný pro extrapolaci odporu žárovky na pokojovou teplotu. Pro extrapolaci jsme použili graf 1 (závislost odporu na proudu určená substituční metodou), protože hodnoty proudu jsou blíže nulové hodnotě, kdy má žárovka pokojovou teplotu. Odpor žárovky nám vyšel $(58 \pm 12)\Omega$.

Substituční metoda je přesnější, její relativní chyba je 0,2% oproti 1% u metody přímé.

V. Závěr

Odpor vlákna žárovky jsme proměřili dvěma metodami. Zjistili jsme, že substituční metoda nám vyšla s menší chybou měření. Zjistili jsme také, že měřicí přístroje výsledek měření příliš neovlivní. Hodnoty se v rámci chyb shodují. Závislost odporu na protékajícím proudu nám vyšla přibližně kvadratická, což odpovídá našemu předpokladu. Odpor žárovky při pokojové teplotě (nulovém proudu) nám vyšel $(58 \pm 12)\Omega$.

VI. Literatura

Bakule, R., Štenberk, J.: Fyzikální praktikum II., SPN Praha

Spružil, B., Zieleniecová, P.: Úvod do teorie fyzikálních měření, SPN Praha, 1986