

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

Fyzikální praktikum 2

Zpracoval: Tomáš Plšek

Naměřeno: 5. října 2017

Obor: Astrofyzika **Ročník:** II **Semestr:** III

Testováno:

Úloha č. 3: Elektrické pole, můstkové metody měření

Povinná část:

1. Změřte hodnoty odporů dvou rezistorů a hodnoty jejich sériového a paralelního zapojení.
2. Ověřte platnost vztahů pro výpočet sériově a paralelně řazených odporů.

Povinně volitelná část:

1. Určete rozložení ekvipotenciálních čar v elektrostatické čočce.
2. Zkonstruuje průběh dráhy elektronu v elektrostatické čočce.

1. Teoretický úvod

Můstkové metody měření se často užívají pro stanovení hodnoty odporů. Čtyři odpory se zapojí do čtverce (obrázek 1), v jehož jedné úhlopříčce je zdroj napětí a v druhé je přístroj měřící velikost procházejícího proud. Neprocházejí-li měřicím přístrojem žádný proud, říkáme, že můstek je vyvážen. Napětí mezi body B a D je tedy nulové $U_{BD} = 0$. Toto napětí můžeme vyjádřit jako rozdíl potenciálů v bodech B a D vzhledem k bodům A a C:

$$U_{BD} = U_{BA} - U_{DA} = U_{BC} - U_{DC}. \quad (1)$$

Z rovnice (1) plyne, že odpory R_1 a R_2 musí procházet proud I_1 a odpory R_3 a R_4 proud I_3 . Platí tedy:

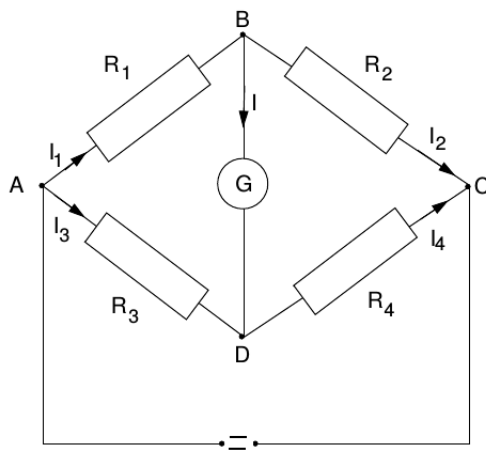
$$R_1 I_1 = R_3 I_3, \quad R_2 I_1 = R_4 I_3. \quad (2)$$

Pro neznámý odpor např. R_1 získáváme vztah:

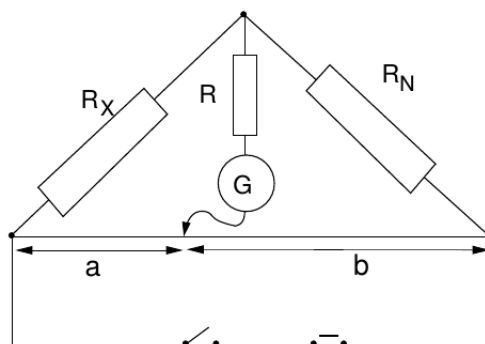
$$R_1 = \frac{R_3}{R_4} R_2. \quad (3)$$

V našem případě budou odpory tvořeny lineárním potenciometrem realizovaným homogenním odporovým drátem s posuvným kontaktem (obrázek 2). Je-li délka drátu l , pak v případě rovnováhy platí vztah:

$$R_x = R_N \frac{a}{b} = R_N \frac{a}{l-a}. \quad (4)$$



Obrázek 1: Obecné zapojení pro můstkové měření proudu.



Obrázek 2: Zapojení můstku s lineárním potenciometrem.

1.1. Rozložení potenciálu v elektrostatické čočce

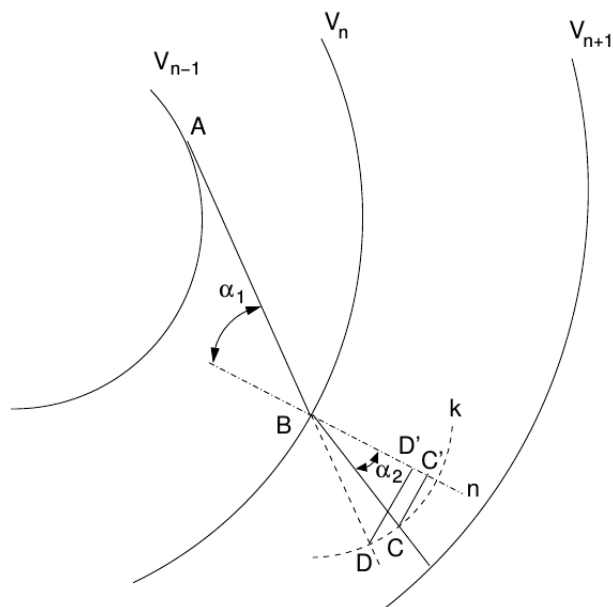
Známe-li průběh ekvipotenciálních čar ve zkoumaném systému, můžeme sestavit přibližný průběh dráhy nabitě částice (elektronu), která se v tomto systému pohybovala. Při průchodu rozhraním se zachovávají tečné složky hybnosti částice, mění se tedy velikost složky normálové. Z obrázku (3) plyne:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{v_2}{v_1}, \quad (5)$$

kde α_1 a α_2 jsou úhly od kolmice v_1 a v_2 jsou rychlosti při vstupu a výstupu elektronu z ekvipotenciální čáry. Ze zákona zachování energie můžeme upravit vztah (5) do tvaru:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \sqrt{\frac{(V_n + V_{n+1})/2}{(V_{n-1} + V_n)/2}} = \frac{\overline{DD'}}{\overline{CC'}}. \quad (6)$$

V bodě B sesrojíme normálu k ploše V_n a opíšeme kolem něj kružnici o libovolném poloměru. Směr dráhy dopadajícího elektronu prodloužíme až do bodu D , a z něj vytvoříme kolmici na normálu. Ze známé velikosti úsečky $\overline{DD'}$ spočteme velikost $\overline{CC'}$ podle vztahu (6). Výsledná dráha částice bude mít směr \overline{BC} .



Obrázek 3: Konstrukce dráhy elektronu elektrostatickou čočkou.

2. Měření

2.1. Měření hodnoty odporů

Posuvný kontakt na potenciometru nastavíme do určité vzdálenosti a a snažíme se vyvážit můstek měněním známého odporu R_N . Následným snižováním předřadného odporu R zpřesňujeme měřenou hodnotu odporu.

Tabulka 1: Můstkové měření hodnoty odporů.

a [cm]	R_N^1 [Ω]	R_N^2 [Ω]	R^1 [Ω]	R^2 [Ω]
40	702,1	1012,2	468,0	674,7
50	469,4	675,0	469,4	675,0
60	313,0	449,9	469,5	675,0

Měřená hodnota prvního odporu $R_1 = (469,0 \pm 0,8) \Omega$.

Nominální hodnota prvního odporu $R_1 = 465 \Omega$.

Měřená hodnota druhého odporu $R_2 = (674,9 \pm 0,6) \Omega$.

Nominální hodnota prvního odporu $R_2 = 670 \Omega$.

2.2. Měření sériového a paralelního zapojení odporů

Měřené odpory zapojíme sériově a následně i paralelně a zopakujeme měření jako v případě samostatných odporů. Výsledky srovnáme s předpovědí ze vztahů pro skládání odporu pro hodnoty z předchozí úlohy.

Tabulka 2: Měření sériového a paralelního zapojení odporů.

a [cm]	R_N^S [Ω]	R_N^P [Ω]	R^S [Ω]	R^P [Ω]
40	1713,0	413,5	1142,0	275,7
50	1142,6	276,1	1142,6	276,1
60	761,8	184,0	1142,7	276,0

Měřená hodnota odporu pro sériové zapojení $R_S = (469,0 \pm 0,8) \Omega$.

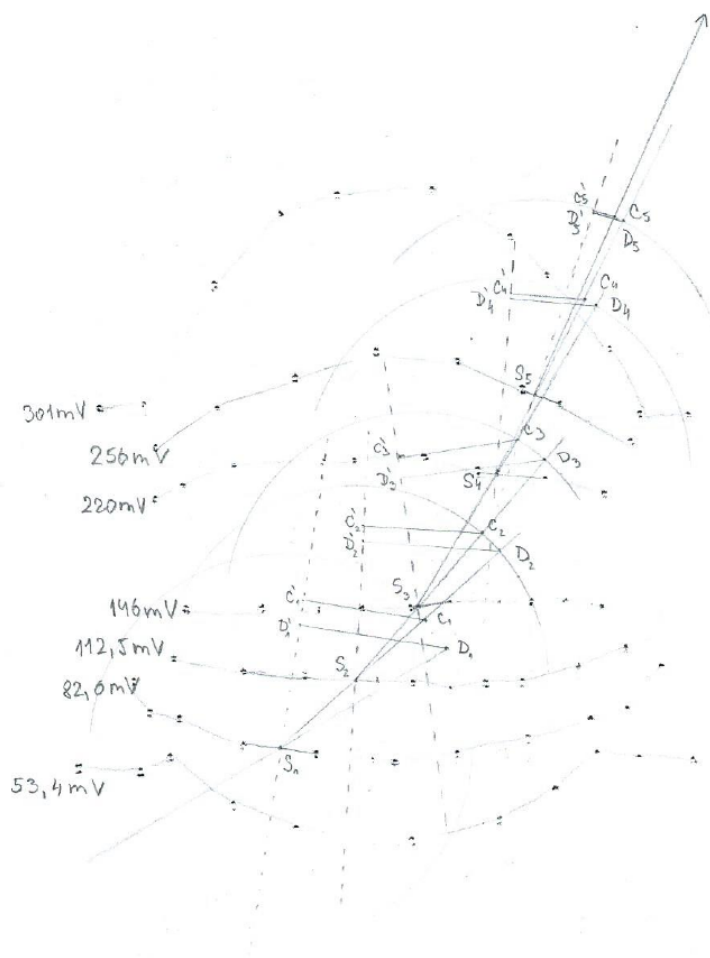
Spočtená hodnota odporu pro sériové zapojení $R_S = 465 \Omega$.

Měřená hodnota odporu pro paralelní zapojení $R_P = (674,9 \pm 0,6) \Omega$.

Spočtená hodnota odporu pro paralelní zapojení $R_P = 670 \Omega$.

2.3. Určení rozložení potenciálu a konstrukce dráhy elektronu

Určíme rozložení ekvipotenciálních čar v elektrostatické čočce a zkounstruujeme dráhu elektronu touto elektrostatickou čočkou.



Obrázek 4: Rozložení potenciálu a dráha elektronu v elstat. čočce.

3. Závěr

Stanovil jsem hodnoty odporu jednotlivých rezistorů $R_1 = (469,0 \pm 0,8) \Omega$ a $R_2 = (674,9 \pm 0,6) \Omega$. Následně jsem změřil i hodnoty jejich sériového paralelního zapojení a srovnal je s teoretickou předpovědí podle vzorců pro skládání odporu.

Ve volitelné části jsem určil rozložení elektrického potenciálu v elektrostatické čočce a zkonstruoval jsem dráhu hypotetického elektronu, jež by touto čočkou prolétal.