

## FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM

### Fyzikální praktikum 1

**Zpracoval:** Tomáš Plšek, 461281

**Naměřeno:** 9.3.2017

**Obor:** Astrofyzika

**Skupina:** Čt, 8:00

**Úloha:** 2. Měření elektrického odporu

$T = 22,4\text{ }^{\circ}\text{C}$

$\varphi = 37,4\text{ }\%$

$p = 98,85\text{ hPa}$

#### Úkoly

1. Změřte při zapojení A i B odpory  $R_1$  a  $R_2$  daných rezistorů. Výsledná data vyhodnoťte vždy podle rovnice (1) i (2) nebo (3) - podle metody.
2. Změřte voltampérovou charakteristiku žárovky.

## 1. Úvod

Naším úkolem je změřit elektrické odpory ( $R_1$  a  $R_2$ ) daných rezistorů a voltampérovou charakteristiku žárovky. Pro rezistory použijeme jedno měření pro dvě různá zapojení (metoda A a metoda B). Voltampérovou charakteristiku zjistíme pomocí 10 měření metodou, která bude v případě žárovky přesnější (metoda A). Elektrický odpor vypočítáme pomocí Ohmova zákona.

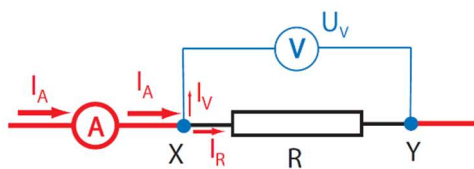
$$R = \frac{I_R}{U_R} \quad (1)$$

$I_R$ ...proud protékající rezistorem

$U_R$ ...napětí na rezistoru

## 2. Postup měření

### Metoda A



Obrázek 1: Zapojení metody A

$I_A$ ...proud naměřený ampérmetrem

$I_R$ ...proud protékající rezistorem

$I_V$ ...proud protékající voltmetrem

$R_V$ ...vlastní odpor voltmetru (zpravidla velmi vysoký)

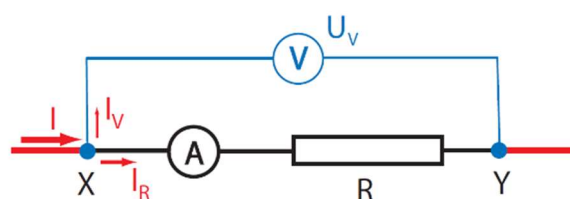
$U_V$ ...napětí naměřené voltmetrem

Napětí, které měří voltmetr, je totožné s napětím na rezistoru:  $U_V = U_R$ . Proud  $I_A$  naměřený ampérmetrem se však v uzlu dělí na proud tekoucí rezistorem  $I_R$  a proud tekoucí voltmetrem  $I_V$ , tedy:  $I_A = I_V + I_R$ ,  $I_R = I_A - \frac{U_V}{R_V}$ . Místo vztahu (1) tedy dostáváme:

$$R = \frac{U_V}{I_A - \frac{U_V}{R_V}} \quad (2)$$

Tato metoda se používá při měření „nižších“ odporů ( $R \ll R_V$ ), neboť  $\frac{U_V}{R_V} \ll I_A$ .

### Metoda B



Obrázek 2: Zapojení metody B

$I_A$ ...proud naměřený ampérmetrem

$R_A$ ...vlastní odpor ampérmetru (zpravidla velmi nízký)

$U_A$ ...napětí na ampérmetru

$U_R$ ...napětí na rezistoru

$U_V$ ...napětí naměřené voltmetrem

Proud měřený ampérmetrem  $I_A$  je totožný s proudem na rezistoru  $I_R$ . Voltmetr však měří součet napětí na ampérmetru  $U_A$  a na rezistoru  $U_R$ :  $U_V = U_A + U_R$ . Místo vztahu (1) tedy dostáváme:

$$R = \frac{U_V - I_A R_A}{I_A} \quad (3)$$

Tato metoda se naopak používá při měření „velkých“ odporů ( $R \gg R_A$ ), neboť  $\frac{U_V}{I_A} \gg R_A$ .

## 3. Měření

Pro metody A i B jsme použili následující přístroje:

Přístroj	Měřicí rozsah	Nejistota	Odpor
Ampérmetr	15 mA	$\pm 0,02 \% + 1 \text{ dgt}$	10,4 $\Omega$
	15 A		
Voltmetr	10 V	$\pm 0,1 \% + 2 \text{ dgts}$	10,53 M $\Omega$
	100 V		

Tabulka 1: Použité přístroje

### 3.1. Měření odporu rezistorů

Zapojení A	Napětí U [V]	Proud I [mA]	Zapojení B	Napětí U [V]	Proud I [mA]
Rezistor R1	9,970	100,199	Rezistor R1	9,396	100,281
Rezistor R2	39,99	0,04403	Rezistor R2	39,92	0,03967

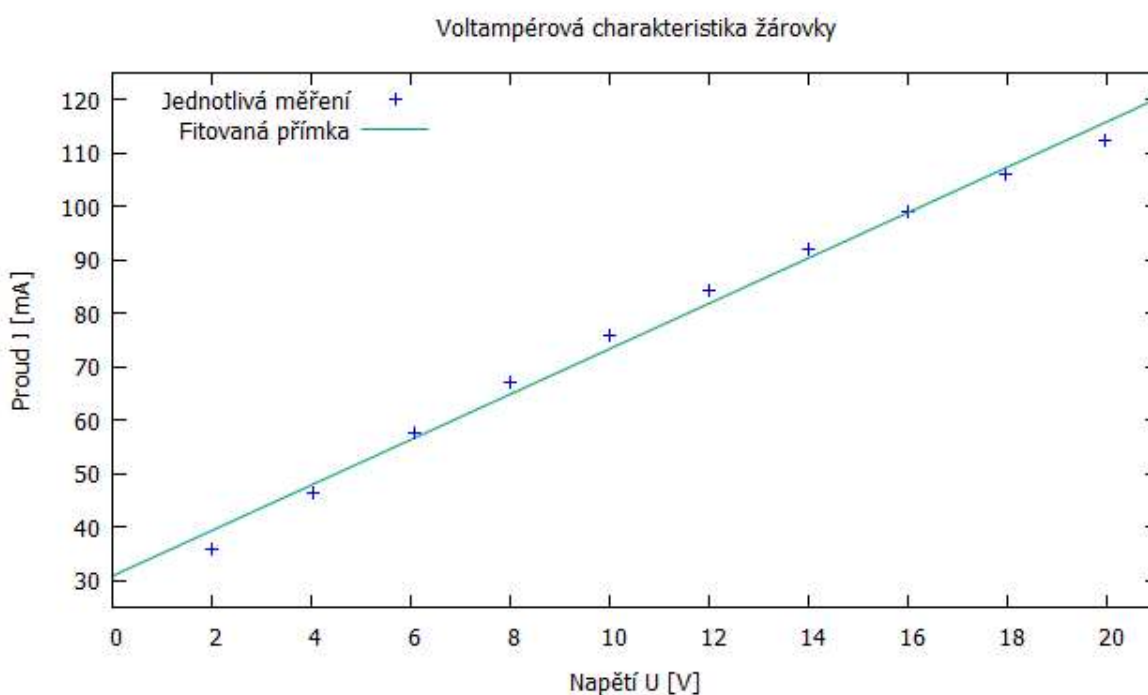
Tabulka 2: Proud a napětí pro oba rezistory

### 3.2. Měření voltampérové charakteristiky žárovky

K určení voltampérové charakteristiky žárovky jsem zvolil metodu A, protože odpor žárovky je relativně malý ( $R_{\text{žárovka}} \ll R_V$ ). Proud tekoucí voltmetrem bude tedy oproti proudu na rezistoru velmi slabý.

U[V]	1,99	4,01	6,05	8,00	9,98	11,98	13,98	15,97	17,96	19,94
I[mA]	35,784	46,476	57,520	67,012	75,786	84,188	91,842	99,074	105,975	112,365

Tabulka 3: Proud a napětí u žárovky



Obrázek 3: Závislost proudu na napětí

## 4. Výpočet odporů a vyhodnocení systematické chyby

Pro obě metody spočteme výsledné odpory obou rezistorů, a to podle vzorce (1) a vzorce (2) nebo (3), a určíme i jejich nejistoty.

Jednotlivé nejistoty budou závislé pouze na nejistotě typu B, tedy na třídě přesnosti měřidla. Následně pro vzorce (1), (2) a (3) uplatníme vzorce pro přenos nejistoty.

Rezistor	Metoda A		Metoda B	
	$R = \frac{U_V}{I_A}$	$R = \frac{U_V}{I_A - \frac{U_V}{R_V}}$	$R = \frac{U_V}{I_A}$	$R = \frac{U_V}{I_A} - R_A$
$R_1$	99,5(1) $\Omega$	99,5(1) $\Omega$	93,7(1) $\Omega$	83,3(1) $\Omega$
$R_2$	908,2(1,4) k $\Omega$	994,0(1,5) k $\Omega$	1006,3(1,6) k $\Omega$	1006,3(1,6) k $\Omega$

Tabulka 4: Vyhodnocení odporů rezistoru

Nyní můžeme určit systematickou chybu, které bychom se dopustili, kdybychom nezapočítali i odpor daného přístroje (ampérmetru či voltmetru – podle metody) a také její relativní podíl na celkovém výsledku.

Systematická chyba	Metoda A	Metoda B	Relativní syst. chyba	Metoda A	Metoda B
Rezistor $R_1$	-0,00094 $\Omega$	+10,400 $\Omega$	Rezistor $R_1$	0,001 %	12 %
Rezistor $R_2$	-85733,611 $\Omega$	+10,400 $\Omega$	Rezistor $R_2$	9 %	0,001 %

Tabulka 5: Vyhodnocení systematické chyby

## 5. Závěr

Porovnáním systematických chyb obou metod pro jednotlivé rezistory můžeme určit, která metoda je, pro které velikosti odporů, výhodnější.

Metoda A se více hodí při zapojené rezistorů s „nízkými“ hodnotami odporů.

Metoda B se naopak hodí více pro rezistory s „vyššími“ odpory.

Nelinearita voltampérové charakteristiky je způsobená především ohřevem žárovky při protékajícím proudu.