

T É M A: CHYBY PŘI MĚŘENÍ PROUDU A NAPĚTÍ

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

Datum:

ANOTACE:

V této laboratorní práci se žáci seznámí s chybami při měření elektrického proudu a napětí, naučí se zpracovat naměřené hodnoty, určit odchylku a relativní odchylku naměřené hodnoty elektrického proudu a napětí. Žáci se naučí posoudit přesnost daného měření. Ve druhé části aplikují tyto poznatky při řešení úkolů.

TEORIE:

Úvod

Základními přístroji pro měření elektrických veličin jsou ampérmetr pro měření proudu a voltmetr pro měření napětí. V laboratorních cvičeních se nejčastěji používají univerzální měřicí přístroje, kterými můžeme měřit jak proud, tak napětí. Funkci a měřicí rozsah přístroje volíme přepínačem. Měřicí přístroje mohou být ručkové nebo digitální.

U ručkových měřicích přístrojů ukazuje naměřenou hodnotu ručkový ukazatel na stupnici, která má po celé délce zrcátko. Při čtení naměřené hodnoty se musíme dívat na stupnici kolmo tak, aby se ukazatel kryl se svým obrazem v zrcátku.

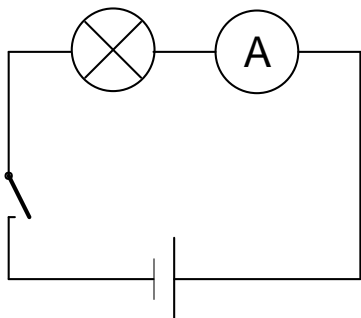
U ručkových měřicích přístrojů jsou na stupnici značky obsahující základní informace o přístroji, poloze přístroje při měření, použití přístroje, třídě přesnosti, zkušebním napětí apod.

U digitálních měřicích přístrojů čteme jen číselnou hodnotu měřené veličiny a její polaritu.

Měření proudu a napětí

Elektrický proud měříme ampérmetrem, který umísťujeme do obvodu sériově se spotřebičem.

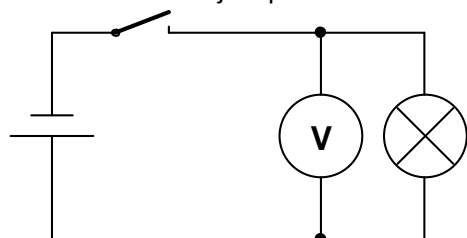
Protože vnitřní odpor ampérmetru je velmi malý, nesmíme ho nikdy připojit bez spotřebiče přímo ke zdroji. Při měření stejnosměrného proudu musíme dát pozor na to, abychom dodrželi správnou polaritu přístroje vzhledem ke zdroji napětí.



Obrázek 1: Zapojení ampérmetru

Elektrické napětí měříme voltmetrem, který připojujeme k místům, jejichž rozdíl potenciálů měříme.

Vnitřní odpor voltmetru má být co největší, aby jím procházel co nejmenší proud a aby neovlivňoval proudové poměry v obvodu. Při měření stejnosměrného proudu musíme dát pozor na to, abychom dodrželi správnou polaritu přístroje vzhledem ke zdroji napětí.



Obrázek 2: Zapojení voltmetru

Chyby při měření proudu a napětí

Při měření proudu a napětí vznikají chyby. Druhy chyb:

- chyby metody
- chyby čtení
- chyby přístroje

Chyba metody je způsobena tím, že měřicí přístroje mají vliv na měřené hodnoty proudu a napětí. Na ampérmetru vzniká díky jeho vnitřnímu odporu malý úbytek napětí a voltmetrem prochází malý proud, který nepatrně ovlivní hodnotu proudu v obvodu.

Chyba čtení vzniká u ručkových měřicích přístrojů omezenou rozlišovací schopností oka a nedodržením kolmého směru při odečítání měřené hodnoty.

Chyba přístroje závisí na konstrukci a stavu daného přístroje, je způsobena nedokonalostí daného přístroje. Výrobce zařazuje přístroje do určité třídy přesnosti δ_p , která vyjadřuje přesnost přístroje.

Celková odchylka měření napětí nebo proudu je daná součtem odchylek měření, které vyplývají z uvedených chyb. Většinou stačí vzít v úvahu jen chybu přístroje.

Určení chyb při měření napětí ručkovým přístrojem

Třída přesnosti δ_p udává v procentech poměr odchylky změřeného napětí ΔU a rozsahu přístroje U_{VM} .

$$\delta_p = \frac{\Delta U}{U_{VM}} \cdot 100\%$$

Odchylka měřeného napětí ΔU

$$\Delta U = \frac{U_{VM} \cdot \delta_p}{100\%}$$

Relativní odchylka měřeného napětí δU

$$\delta U = \frac{\Delta U}{U} \cdot 100\%, \text{ kde } U \text{ je naměřená hodnota napětí}$$

Po dosazení za ΔU dostaneme:

$$\delta U = \frac{U_{VM}}{U} \cdot \delta_p$$

Z posledního vztahu vidíme, že relativní odchylka je nepřímo úměrná naměřené hodnotě, proto volíme takový rozsah, aby výchylka ukazatele byla v poslední třetině stupnice.

Určení chyb při měření proudu ručkovým přístrojem

Třída přesnosti δ_p udává v procentech poměr odchylky změřeného proudu ΔI a rozsahu přístroje I_{VM} .

$$\delta_p = \frac{\Delta I}{I_{VM}} \cdot 100\%$$

Odchylka měřeného proudu ΔI

$$\Delta I = \frac{I_{VM} \cdot \delta_p}{100\%}$$

Relativní odchylka měřeného proudu δI

$$\delta I = \frac{\Delta I}{I} \cdot 100\%, \text{ kde } I \text{ je naměřená hodnota proudu}$$

Po dosazení za ΔI dostaneme:

$$\delta I = \frac{I_{VM}}{I} \cdot \delta_p$$

Z posledního vztahu vidíme, že relativní odchylka je nepřímo úměrná naměřené hodnotě, proto volíme takový rozsah, aby výchylka ukazatele byla v poslední třetině stupnice.

Určení chyb u digitálního měřicího přístroje

U digitálního měřicího přístroje určíme odchylky jiným způsobem. Při měření stejnosměrných veličin je odchylka měření rovna součtu 1% z měřené hodnoty a 0,5% z měřicího rozsahu.

$$\begin{aligned} \text{Tedy: } \Delta U &= 0,01 \cdot U + 0,005 \cdot U_{VM} & \delta U &= \frac{\Delta U}{U} \cdot 100\% \\ \Delta I &= 0,01 \cdot I + 0,005 \cdot I_{VM} & \delta I &= \frac{\Delta I}{I} \cdot 100\% \end{aligned}$$

PŘÍPRAVA:

1. Zopakujte si význam značek na měřicích přístrojích pro měření proudu a napětí.
2. Zopakujte si, jak se do elektrického obvodu zapojuje ampérmetr a voltmetr.
3. Zopakujte si, postup jak se na ručkových měřicích přístrojích odečítají naměřené hodnoty.
4. Projděte si, jak se určuje odchylka a relativní odchylka při měření proudu a napětí.
5. Projděte si postup při zpracování naměřených hodnot.

PŘÍPRAVA:

ÚKOL Č. 1:

Na voltmetru s třídou přednosti 2,5%, při nastaveném rozsahu 60 V, jsme naměřili napětí 45 V. Určete:

- a) odchylku měřeného napětí,
- b) relativní odchylku měřeného napětí,
- c) zapište výslednou hodnotu měřeného napětí ve správném tvaru.

ŘEŠENÍ:

ÚKOL Č. 2:

Na digitálním ampérmetru jsme při nastaveném rozsahu 0,6 A jsme naměřili proud 0,45 A. Určete:

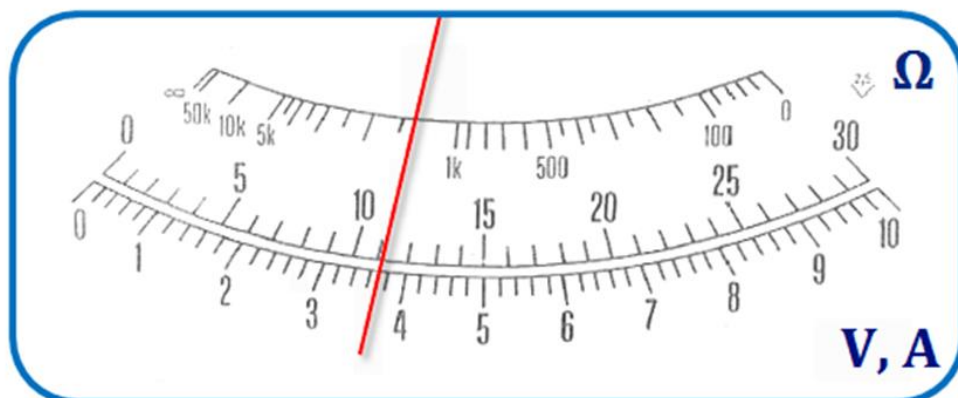
- a) odchylku měřeného proudu,
- b) relativní odchylku měřeného proudu,
- c) zapište výslednou hodnotu měřeného proudu ve správném tvaru.

ŘEŠENÍ:

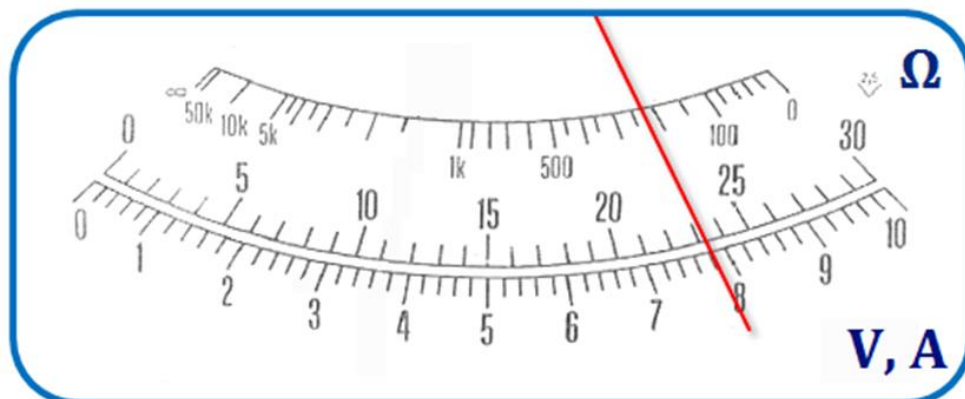
ÚKOLY NA PROCVIČENÍ:

ÚKOL Č. 1:

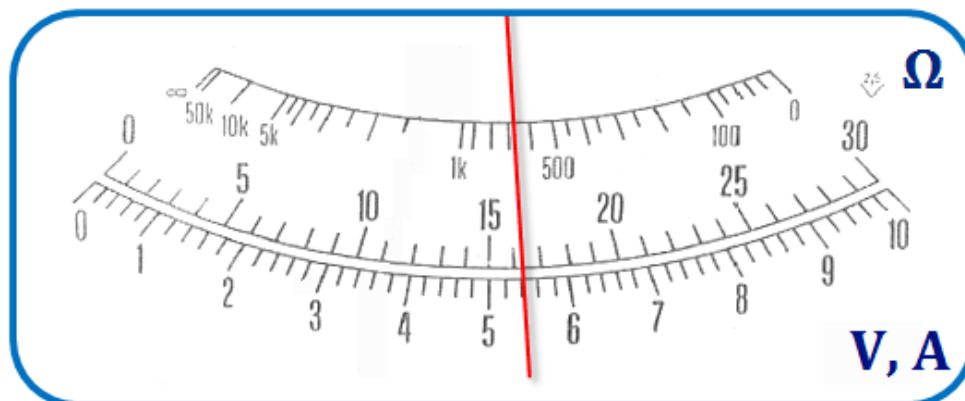
Určete hodnotu napětí nebo proudu odpovídající výchylkám, které ukazují měřicí přístroje na obrázcích, je-li rozsah přístroje 10 V, 30 V, 100 mA, 3 mA.



Obrázek 3: Stupnice měřicího přístroje 1



Obrázek 4: Stupnice měřicího přístroje 2



Obrázek 5: Stupnice měřicího přístroje 3

VYPRACOVÁNÍ ÚKOLU Č. 1:

TABULKA:

Rozsah přístroje	10 V	30 V	3 mA	100 mA
Přístroj 1				
Přístroj 2				
Přístroj 3				

ÚKOL Č. 2:

- I. Změřte ručkovým a digitálním přístrojem napětí na svorkách nezatížených zdrojů (plochá baterie, tužková baterie).
- II. Pro každé měření vypočítejte odchylku a relativní odchylku naměřeného napětí.
- III. Porovnejte přesnost měření ručkovým a digitálním přístrojem.

POMŮCKY K ÚKOLU Č. 2:

ručkový a digitální voltmetr, vodiče, spínač, plochá baterie, tužková baterie

POSTUP K ÚKOLU Č. 2:

1. Sestavte jednoduchý obvod ze zdroje napětí, voltmetru a spínače.
2. Změřte ručkovým a digitálním přístrojem napětí na svorkách ploché a tužkové baterie.
3. Vypočítejte odchylku a relativní odchylku naměřeného napětí.
4. Porovnejte přesnost měření ručkovým a digitálním přístrojem.

VYPRACOVÁNÍ ÚKOLU Č. 2:

1. Sestavte jednoduchý obvod ze zdroje napětí, voltmetru a spínače.
2. Změřte ručkovým přístrojem napětí, naměřené hodnoty запиšte do tabulky a vypočtete odchylku a relativní odchylku naměřeného napětí.

TABULKA 1: RUČKOVÝ VOLTMETR

	naměřené napětí $U[V]$	odchylka napětí $\Delta U[V]$	relativní odchylka $\delta U[\%]$
Plochá baterie			
Tužková baterie			

TABULKA 2: DIGITÁLNÍ VOLTMETR

	naměřené napětí $U[V]$	odchylka napětí $\Delta U[V]$	relativní odchylka $\delta U[\%]$
Plochá baterie			
Tužková baterie			

ZÁVĚR ÚKOLU Č. 2:

ÚKOL Č. 3:

- I. Změřte ručkovým a digitálním přístrojem proud v jednoduchém obvodu s žárovkou.
- II. Pro každé měření vypočítejte odchylku a relativní odchylku měřeného proudu.
- III. Porovnejte přesnost jednotlivých měření.

POMŮCKY K ÚKOLU Č. 3:

žárovka, ručkový a digitální ampérmetr, vodiče, spínač, zdroj stejnosměrného napětí (plochá baterie, tužková baterie)

POSTUP K ÚKOLU Č. 3:

1. Sestavte jednoduchý obvod ze zdroje napětí, žárovky, ampérmetru a spínače.
2. Změřte ručkovým a digitálním přístrojem proud protékající obvodem.
3. Vypočítejte odchylku a relativní odchylku naměřeného proudu.
4. Porovnejte přesnost měření ručkovým a digitálním přístrojem.

VYPRACOVÁNÍ ÚKOLU Č. 3:

1. Sestavíme jednoduchý obvod podle obrázku 1.
2. Změříme ručkovým a digitálním ampérmetrem proud v obvodu a naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky.

TABULKA 1: RUČKOVÝ AMPÉRMETR

	naměřený proud $I[A]$	odchylka proudu $\Delta I[A]$	relativní odchylka $\delta I[\%]$
Zdrojem plochá baterie			

TABULKA 2: DIGITÁLNÍ AMPÉRMETR

	naměřený proud $I[A]$	odchylka proudu $\Delta I[A]$	relativní odchylka $\delta I[\%]$
Zdrojem plochá baterie			

ZÁVĚR ÚKOLU Č. 3:

SHRNUTÍ:

1. Jaké druhy chyb při měření proudu a napětí znáte?
2. Podle které odchylky posuzujeme přesnost měření?
3. Co udává třída přesnosti?
4. Jak ovlivňuje zvolený rozsah relativní odchylku?
5. Kdy můžeme pokládat měření za přesné?

SEZNAM ZDROJŮ:

- [01] LEPIL, O., ŠEDIVÝ, P. *Fyzika pro gymnázia – Elektřina a magnetismus*. 5. přepracované vydání. Praha: Prometheus, 2000. 342 s. ISBN 80-7196-202-3
- [02] SVOBODA, E.; BARTUŠKA, K.; BANÍK, I.; KOTLEBA, J.; TOMANOVÁ, E. *Fyzika pro II. ročník gymnázií*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985. 368 s.
- [03] ŽIVNÝ, F., LEPIL, O. *Praktická cvičení z fyziky*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1965. 267 s.

METODICKÝ LIST

Název školy	Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín
Autor	Mgr. Dana Stesková
Vzdělávací oblast	Člověk a příroda
Vzdělávací obor	Fyzika
Tematický okruh	Elektřina – chyby při měření elektrického proudu a napětí
Druh učebního materiálu	Laboratorní cvičení – žák
Cílová skupina	Žák, 16 – 19 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky žákům, podklad pro laboratorní cvičení z fyziky. Informace čerpá žák z vlastních poznámek. Náplň: chyby při měření elektrického proudu a napětí, aplikace těchto poznatků při měření elektrického proudu a napětí, zpracování naměřených hodnot.