

Magnetická pole vodičů

Břetislav Patč

Potřeby: Stativ s přímým svislým vodičem a s hrotem pro magnetku, otáčivým ve vodorovné rovině kolem vodiče (obr. č. 2), stativ pro vodorovné vodiče a cívky, jednoduchý přímý vodič, smyčka dvou izolovaných a na dotek blízkých přímých vodičů, koaxiální kabel s na jednom konci propojeným středovým vodičem s vnějším dutým, cívka 60 závitů, bifilární cívka z dvojlinky s dvojbarevnou izolací (vše obr. č. 1), vodič tvaru kruhového závitu na stativu (obr. č. 2), cívka s větším počtem závitů o vnitřním průměru 8cm, model toroidu se 70 závitů (obr. č. 2), stativ s dvojicí kyvně uložených svislých vodičů, opatřený olovníci a se stavěcími šrouby (obr. č. 3), zdroj elektrického napětí stejnosměrného i střídavého (0-30V, 7A), reostat (10 Ω , 7 A), komutátor směru proudu, zhotovený z elektroinstalačního spínače zvaného „křížák“, spojovací vodiče.

Provedení:

1. Přímý svislý vodič připojíme s reostatem přes komutátor ke zdroji a na hrot nasadíme krátkou magnetku. Nejprve objedeme magnetkou vodič bez proudu, ta je při tom stále ve směru místního magnetického meridiánu. Na zdroji nastavíme napětí 30V a reostatem omezíme proud na 7A. Po uzavření obvodu se magnetka při objíždění vodiče natáčí ve směru kruhové magnetické indukční čáry, která je k vodiči kolmá. Při záměně směru proudu se magnetka chová obdobně, má však opačnou orientaci. Změnu vysvětlíme pomocí Ampérova pravidla pravé ruky pro orientaci indukčních čar přímého vodiče. Průběh tohoto i následujících pokusů je nepříznivě ovlivňován zemským magnetickým polem.

2. Do stativu vložíme vodorovný přímý vodič a natočíme jej ve směru meridiánu. Delší magnetku umístíme nejprve nad a pak pod vodič. Po uzavření obvodu se magnetka natočí kolmo k vodiči. V druhém případě má opačnou orientaci, což souhlasí s kruhovým tvarem indukčních čar.

Chceme-li vyloučit rušivý vliv zemského magnetického pole, použijeme astatickou magnetku, vytvořenou ze dvou stejných delších magnetek, opačně orientovaných a pevně spojených na společné ose otáčení ve vzdálenosti asi 20cm. Protože je toto magnetické pole v prostoru pokusu prakticky homogenní, je jeho otáčivý účinek na tuto magnetku nulový. Pole vodiče je ovšem nehomogenní a magnetka se natáčí jeho vlivem na její bližší část. Taková magnetka se nastaví k vodiči kolmo.

Pokus zopakujeme s proudem opačného směru.

3. Do stativu vložíme smyčku. Po uzavření obvodu v ní tečou v těsné blízkosti protisměrné proudy, jejichž magnetická pole se navzájem téměř ruší a otáčivý účinek na magnetku je nepatrný.

Stejný pokus provedeme s koaxiálním kabelem.

4. Magnetické pole kruhového závitu demonstrujeme obdobně jako v pokusu 1.

5. Do stativu vložíme cívku s 50 závitů a nastavíme ji podélnou osou kolmo k meridiánu. Magnetku umístíme následně nad a pod cívku. Ta se natočí v obou případech rovnoběžně s podélnou osou cívky a se stejnou orientací. Uplatníme Ampérovo pravidlo pravé ruky pro určení orientace indukčních čar magnetického pole cívky.

Pokus zopakujeme s proudem opačného směru.

6. V případě, kdy použijeme bifilární cívku, jejíž konce jsou na jedné straně propojeny, tečou v ní protisměrné proudy a situace je obdobná jako v pokusu 3. Magnetické pole je i v tomto případě prakticky nulové a magnetka se nenatáčí.

7. Krátkou cívku s větším počtem závitů a s magnetkou uvnitř demonstrujeme orientaci indukčních čar uvnitř cívky. Napětí zdroje snížíme na 3 V. Magnetka po natočení

velmi rychle kmitá kolem podélné osy cívky, což svědčí o velké intenzitě pole, i když cívkou prochází malý proud.

8. Do obvodu připojíme model toroidu, opatřený otáčivým prstencem s hrotem pro umístění magnetky uvnitř vinutí a otáčivým ramínkem s hroty pro umístění magnetky mimo vinutí zvenku, zevnitř i nad toroidem. Napětí zdroje zvýšíme na 30 V. Po uzavření obvodu se vnitřní magnetka natočí ve směru vinutí a při pohybu v toroidu se natáčí a opisuje kružnici se středem v jeho svislé ose. Vnější magnetka se natáčí velmi málo.

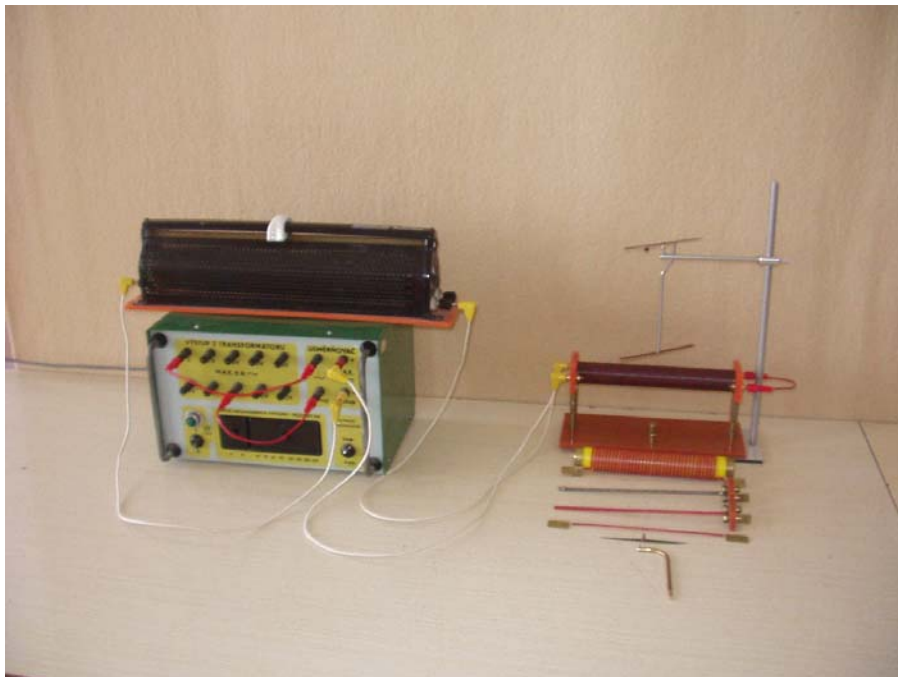
Všechny indukční čáry pole toroidu mají tvar kružnic se středy na svislé ose, vnější pole má vzhledem vnitřnímu opačnou orientaci a je slabé.

Pokus opakujeme s opačným směrem proudu.

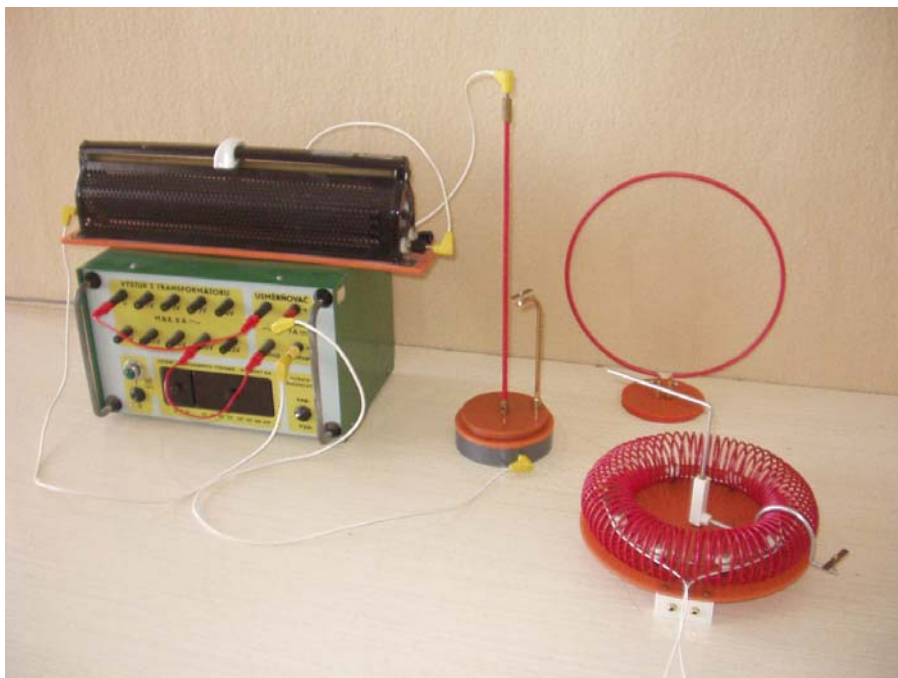
9. Stativ se dvěma svislými, kyvně uloženými vodiči (obr. č.3), nastavíme pomocí stavěcích šroubů podle olovnice, aby vodiče byly v indiferentní poloze. Tyto nejprve zapojíme tak, aby jimi proud procházel protisměrně a přitiskneme je k sobě (drží). Po uzavření obvodu se vodiče oddálí. Potom je zapojíme tak, aby proud procházel souběžně a nastavíme je do vzdálenosti asi 15 mm (opět drží). Po uzavření obvodu se přitáhnou. Jejich chování vysvětlíme pomocí Ampérova pravidla pravé ruky pro orientaci indukčních čar přímého vodiče a Flemingova pravidla levé ruky.

Pokus probíhá stejně i při použití střídavého proudu.

Obrázky



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Literatura:

Prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc. a kolektiv, Pokusy z fyziky na střední škole 3
1. vydání, 1999

Dr. Josef Zahradníček, Základní pokusy fyzikální
v Brně 1935