

## 11. INTERAKCE VODIČE PROTÉKANÉHO PROUDEM S MAGNETICKÝM POLEM

### *Měřicí potřeby*

- 1) Analytické váhy
- 2) Zdroj proudu 0 až 5 A
- 3) Držák destičky s vodičem
- 4) Souprava vodičů různých délek
- 5) Magnety ve speciálním držáku
- 6) Nástavec pro měření závislosti síly na úhlu
- 7) Ampérmetr

### *Obecná část*

Na vodič protékaný proudem působí v magnetickém poli síla, která se nazývá magnetickou silou. Velikost a směr této síly závisí na čtyřech veličinách: na velikosti proudu  $I$ , délce vodiče  $l$ , indukci magnetického pole  $B$  a úhlu  $\varphi$ , který svírá směr proudu se směrem magnetického pole. Tuto sílu lze matematicky popsat vektorovým součinem

$$\mathbf{F} = I \cdot (\mathbf{l} \times \mathbf{B}),$$

kde délka vodiče je orientována shodně se směrem protékajícího proudu. Pro velikost síly pak platí:

$$F = I l B \sin\varphi.$$

### *Měření*

Úkolem tohoto laboratorního cvičení je prověřit tento vzorec s ohledem na vystupující proměnné, to jest na velikost proudu, velikost magnetické indukce, délku vodiče a úhel mezi vodičem a směrem magnetické indukce.

Síla se měří pomocí analytických vah (popis viz kapitola „Přístroje užívané ve fyzikálním praktiku“ v úvodní části skript), na jejichž misce je umístěn permanentní magnet. Mezi póly magnetu se pomocí držáku vkládá destička s vodičem. Tímto vodičem necháme protékat proud a zjišťujeme změnu údaje váhy, a tedy sílu, kterou působí vodič na magnet.

Obsluha zdroje proudu je krajně jednoduchá. Síťovým vypínačem zapínáme zdroj. Velikost proudu nastavujeme víceotáčkovým potenciometrem na levé straně předního panelu zdroje. Ve spodní části předního panelu jsou zdířky. Na modré zdířce je minus pól, na červené je plus pól. Proud zvyšujeme otáčením knoflíku potenciometru ve směru hodinových ručiček.

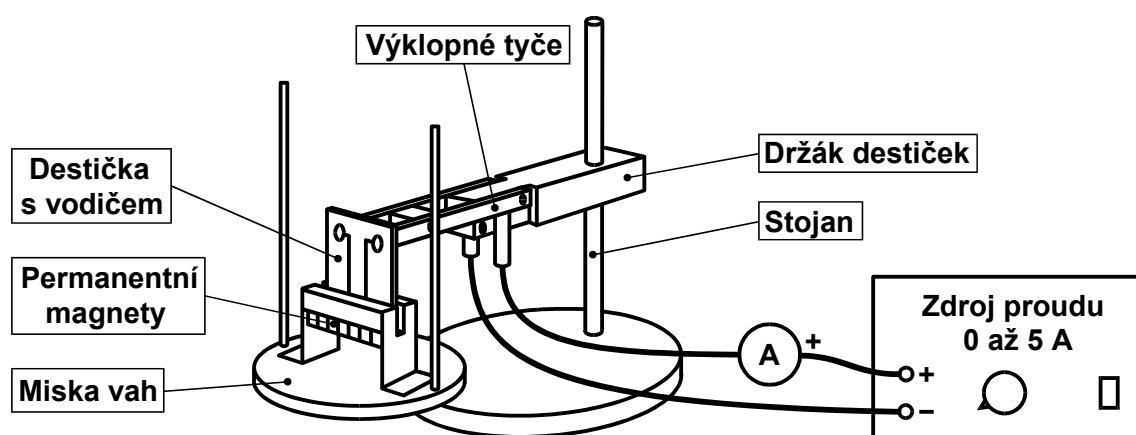
Držák je umístěn na laboratorním stojanu. Výšku, v níž se nalézá, je třeba seřídit tak, aby vodič byl zcela vnořen do prostoru mezi pólovými nastavci magnetu, nejlépe uprostřed pólových nastavců. Destička s vodičem se zasouvá do otvorů v podélné ose dvou kovových tyčí držáku. Druhé dva otvory (po jednom v každé tyči), vrtané kolmo na osu tyčí, slouží k připojení zdroje pomocí labora-

Tabulka 1

Destička	Délka vodiče
SF40	1,2 cm
SF37	2,2 cm
SF39	3,2 cm
SF38	4,2 cm
SF41	6,4 cm
SF42	8,4 cm

torních vodičů. Obě tyče držáku se dají zvednout do svislého směru. Je tím usnadněna výměna destiček s vodiči. K dispozici je souprava destiček s vodiči různých délek. Délky udává tabulka 1. Tato délka je určena jako maximální délka vodiče. Efektivní délka vodiče je o něco kratší. U jednoduchých vodičů (proud teče mezi pólovými nastavci jen jednou) je třeba délku vodiče při výpočtech zkrátit o 0,2 cm (takže např. vodič SF 40 bereme jako 1 cm dlouhý), u dvojitých vodičů (dva závity – proud mezi pólovými nastavci teče dvakrát) je třeba délku vodiče

zkrátit o 0,4 cm (tedy např. vodič SF 42 bereme jako 8 cm dlouhý). Měření je uspořádáno podle obrázku 1.



Obr. 1

Magnet umístíme na misku vah, váhy vyvážíme a opět zaaretujeme. Do tyčí držáku zasuneme požadovaný vodič či nastavec a pak k nim připojíme vodiče, kterými budeme přivádět proud. Destičku či nastavec opatrně zasuneme do prostoru mezi pólovými nastavci magnetu. Poté připojíme ampérmetr a zdroj proudu. Destička s vodičem nesmí o pólové nastavce drhnout a hrany pólových nastavců musí být rovnoběžné s destičkou. Nakonec odaretujeme váhy. Nyní je zařízení připraveno k měření.

Jelikož sílu měříte na základě hmotnosti v gramech, je pro převod na newtony nutno násobit údaj vah konstantou  $k = 9,81 \times 10^{-3}$ . Je-li při zvyšování proudu přírůstek síly negativní, přepólujte přívody.

**Pozor! Při výměně vodiče vždy vypněte zdroj a zaaretujte váhy!**

### Pracovní úkol

**Podle pokynu vyučujícího proved'te pouze dva z následujících úkolů:**

1. Změřte závislost síly na proudu pro vodiče SF37 a SF38. Proud nastavujte od nuly s krokem 0,5 A do 5 A. Měření proved'te nejméně dvakrát a hodnoty průměrujte.

2. Změřte závislost síly na délce vodiče pro dva různé proudy, a to pro 1,5 A a 3 A. Před každou výměnou vodiče vypněte zdroj.
3. Změřte závislost síly na velikosti magnetického pole. Pro měření použijte vodiče SF38 a SF42. Změna magnetického pole se provádí vyjímáním magnetů z držáku. Magnety vyjímejte postupně po jednom. Proud nastavte v obou případech na 2,5 A.
4. Změřte závislost velikosti síly na úhlu mezi proudem a magnetickým polem. Proud přípravkem nastavte na 1,5 A. Měřte od hodnoty  $0^\circ$  s krokem  $5^\circ$  do  $90^\circ$  na obě strany. Graficky znázorněte naměřenou i teoretickou závislost (do jednoho grafu).

Pozor: V úkolech č. 1, 2 a 3 proložte získanými body přímkou metodou nejmenších čtverců. Příмка musí procházet počátkem – je nutno použít správný vztah (viz kapitola “Chyby měření” odst. D)! V úkolech 1 a 2 stanovte navíc ze směrnice přímkou hodnotu magnetické indukce  $B$  a její směrodatnou chybu.