

### POKUS

- Určete směr Lorentzovy síly
- Změřte sílu jako funkci proudu
- Změřte sílu jako funkci efektivní délky vodiče
- Změřte sílu jako funkci vzdálenosti mezi póly permanentního magnetu

### ÚKOL

Změřte sílu na proudovém vodiči v magnetickém poli.

### SHRNUTÍ

Pokus zahrnuje měření Lorentzovy síly na vodivé měděné tyči zavěšené ve vodorovné pozici na páru svislých drátků (jako houpačka) a vystavenému magnetickému poli. Když je proud přehozený na „houpačku“, je odkloněna ze svislé pozice a Lorentzova síla může být spočítána z úhlu odklonění. Proud procházející přes tyč, síla magnetického pole a efektivní délka vodiče v magnetickém poli se liší a efekty jsou měřeny.

### POŽADOVANÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ

- |   |   |                |
|---|---|----------------|
| 1 | Vybavení pro elektromagnetické pokusy                   | 5401.U10371    |
| 1 | Permanentní magnet s nastavitelnými póly                | 5401.U10370    |
| 1 | DC zdroj napájení 0 – 20 V, 0 - 5 A (230 V, 50 / 60 Hz) | 5401.U33020230 |
| 1 | Pár bezpečnostních pokusných kabelů, 75 cm              | 5401.U13812    |

### ZÁKLADNÍ PRINCIPY

Elektrony pohybující se v magnetickém poli jsou vychýleny ve směru kolmo k magnetickému poli a také kolmo ke směru pohybu. Nicméně vychylovací síla na jednom elektronu – Lorentzova síla – nemůže být v praxi jednoduše změřena, protože je velice malá i pro velmi rychle se pohybující elektron ve velmi silném magnetickém poli. Odlišná situace nastává, když je proudový vodič umístěn do nepravidelného magnetického pole. Ve vodiči je velké množství nosičů nábojů a všechny se pohybují ve stejné driftové rychlosti  $v$ . Síla pak působí na vodič, což je výsledkem součtu členů Lorentzovy síly na všech jednotlivých nosičích nábojů.

V přímém vodiči délky  $L$  a plochy průřezu  $A$ , celkový počet elektronů je dán takto:

$$(1) N = n \cdot A \cdot L$$

$n$ : elektrony na jednotku objemu

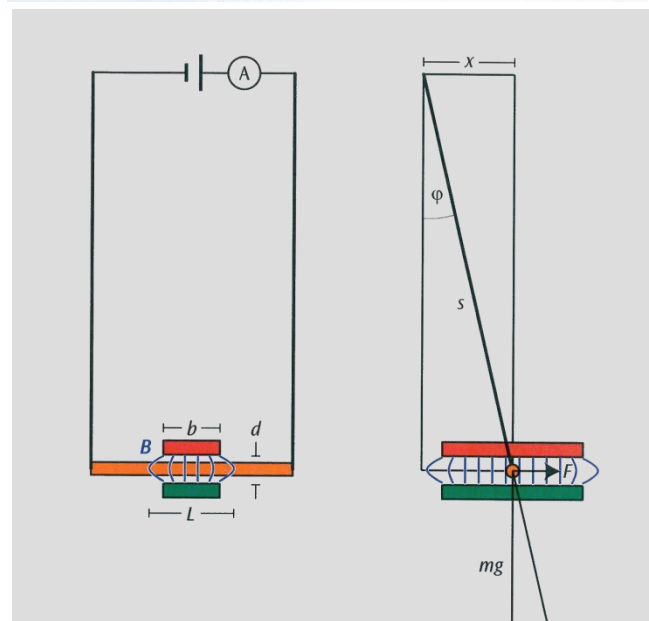
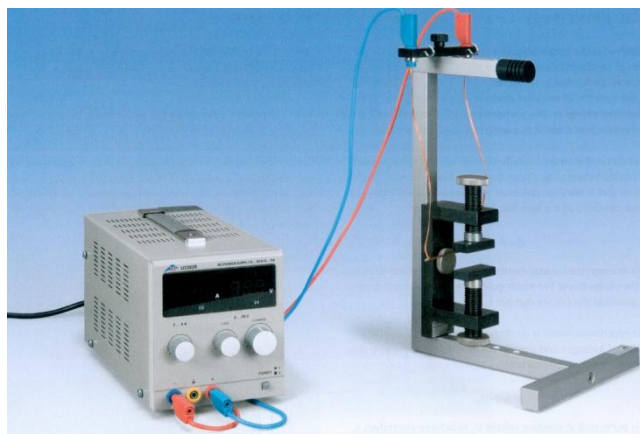
Jestliže se elektrony pohybují driftovou rychlostí  $v$  v podélném směru vodiče, procházející proud  $I$  je dán takto:

$$(2) I = n \cdot e \cdot A \cdot v$$

$e$ : elementární náboj elektronu

Ve vodiči se nachází magnetické pole s magnetickou indukcí  $B$ , kombinovaná Lorentzova síla na všechny „driftující“ elektrony je dána takto:

$$(3) F = N \cdot e \cdot v \times B$$



Obrázek 1: Pokus zobrazený ze strany a shora.

Jestliže je osa vodiče kolmá ke směru magnetického pole, rovnice (3) může být zjednodušena tímto způsobem:

$$(4) F = I \cdot B \cdot L$$

Pak síla  $F$  je kolmá k ose vodiče a k magnetickému poli.

Pokus zahrnuje měření Lorentzovy síly na vodivé měděné tyči zavěšené ve vodorovné pozici na páru svislých drátků (jako houpačka) a vystavenému magnetickému poli (obrázek 1). Když je proud přehozený na „houpačku“, je odkloněna pod úhlem  $\psi$  ze svislé polohy Lorentzovou silou  $F$ , která může být spočítána pomocí rovnice (5).

$$(5) F = m \cdot g \cdot \tan\psi$$

$m = 6,23$  g, hmotnost měděné tyče

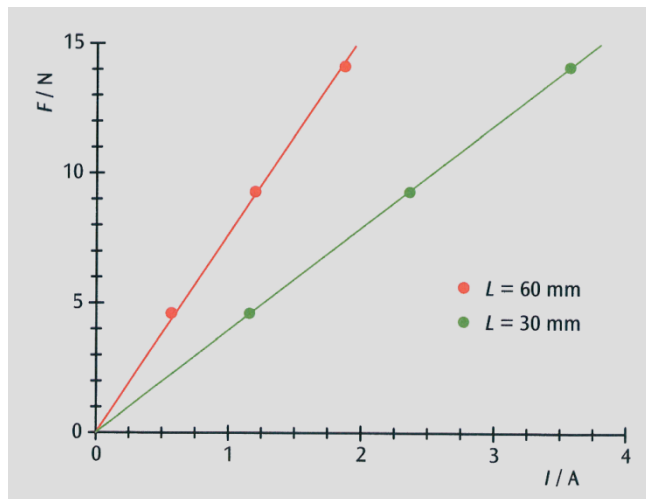
Magnetické pole  $B$  je vytvářeno permanentním magnetem a může se měnit s měnící se vzdáleností pólů  $d$  magnetu. Je také možné otáčet póly o  $90^\circ$  a tím také měnit šířku  $b$  podél směru vodiče a také efektivní délku vodiče  $L$ , např. jeho část, která se nachází v magnetickém poli. Tato efektivní délka  $L$  je o něco větší než šířka prostoru mezi póly  $b$ , proto se magnetické pole vybojuje a vytváří nepravidelnou oblast za kraji pólů. Hranice nepravidelné části pole roste se šířkou  $d$  mezi póly. Pro přiblížení:

$$(6) L = b + d$$

## VYHODNOCENÍ

Úhel  $\psi$  může být určen z délky kyvadla  $s$  (závěsné drátky) a horizontálního vychýlení  $x$  měděné tyče:

$$\frac{x}{\sqrt{s^2 - x^2}} = \tan\psi$$



Obrázek 2: Síla vodiče jako funkce proudu  $I$  pro dvě různé efektivní délky vodičů  $L$ . Náklony přímek vedoucí přes počáteční body jsou úměrné k  $L$ .



HELAGO-CZ, s.r.o.

Kladská 1082

500 03 Hradec Králové

Tel.: 495 220 229

Fax: 495 220 154

E-mail: [info@helago-cz.cz](mailto:info@helago-cz.cz)

<http://www.helago-cz.cz>

