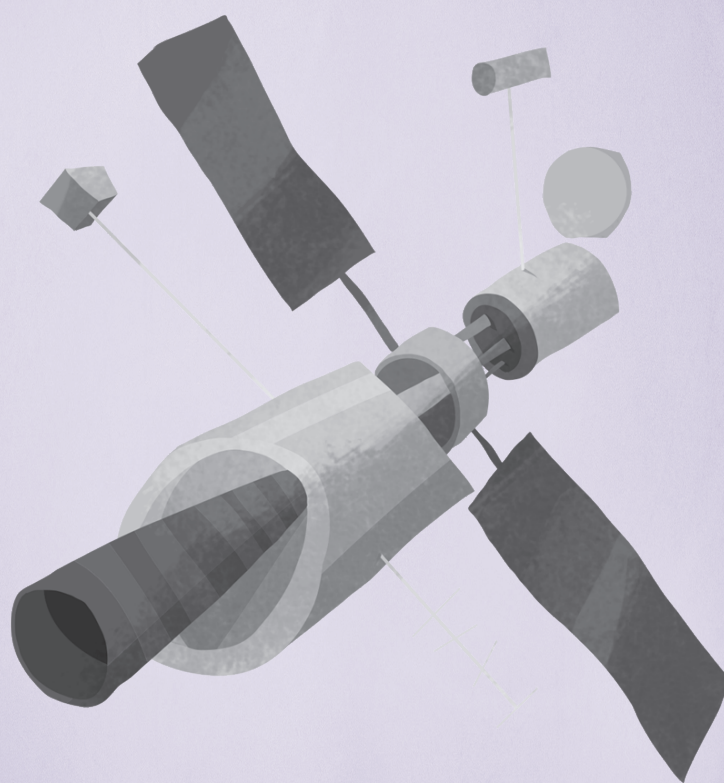


FYZIKA

MAGNETICKÉ POLE SOLENOIDŮ



Akademie věd ČR hledá mladé vědce

OTEVŘENÁ VĚDA

AKADEMIE VĚD ČR



Úvodní list

Předmět:	Fyzika
Cílová skupina:	3. ročník SŠ
Délka trvání:	90 min.
Název hodiny:	Magnetické pole solenoidu
Výukový celek:	Elektromagnetické jevy
Vzdělávací oblast v RVP:	Člověk a příroda
Průřezová témata:	<p><u>Multikulturní výchova</u> – Práce ve dvojicích i ve skupinách pomáhá při začleňování žáků minoritních skupin do majoritní společnosti, rozvoj empatie a tolerance k jiným etnikům.</p> <p><u>Výchova demokratického občana</u> – Rozvoj dovednosti formulovat vlastní myšlenky, výsledky pozorování, schopnost argumentace a obhajoba vlastního názoru.</p> <p><u>Osobnostní a sociální výchova</u> – Rozvoj kognitivních schopností, kooperace, práce ve dvojicích, práce ve skupinách.</p>
Mezipředmětové vztahy:	Matematika – načrtne grafy požadovaných funkcí, reprezentuje graficky soubory dat, čte a interpretuje tabulky, grafy.
Výukové metody:	Výklad, samostatná práce, žákovský experiment, rozhovor, diskuze.
Organizační formy výuky:	Individuální, skupinová, frontální.
Vstupní předpoklady:	Student ví, že vodič protékající elektrickým proudem je zdrojem magnetického pole. Student rozumí pojmu magnetická indukce. Student umí měřit napětí pomocí multimetru. Student zná Ampérovo pravidlo pravé ruky.
Očekávané výstupy:	Student popíše magnetické pole dlouhé cívky. Student používá Ampérovo pravidlo pravé ruky pro cívku. Student vlastními slovy popíše, jaké parametry cívky ovlivňují velikost a směr magnetického pole uvnitř dlouhé cívky (solenoidu).
Výukové cíle:	Student dovede změřit velikost magnetické indukce pomocí Hallovy sondy. Student umí demonstrovat závislost velikosti magnetické indukce solenoidu na velikosti procházejícího elektrického proud.



Klíčové kompetence:	<p><u>Kompetence k učení:</u> Student se učí propojovat dříve získané poznatky ohledně ve fyzice (Ampérovo pravidlo pravé ruky).</p> <p><u>Kompetence k řešení problémů:</u> Student se učí porozumět danému problému (princip fungování Hallovy sondy, funkce relative multimetru).</p> <p><u>Kompetence komunikativní:</u> Student se učí vyjadřovat graficky (grafy, nákresy). Student se učí obhajovat svoje stanovisko (prezentace vytvořených hypotéz). Student se učí komunikovat prostřednictvím odborného jazyka (magnetická indukce, solenoidu, elektrický proud).</p> <p><u>Kompetence sociální a personální:</u> Student se učí vytvářet sebehodnocení. Učí se vytvářet metodiku práce ve skupinách (kooperace při měření). Student je veden k přiměřenému kritickému posouzení práce své i svých spolužáků.</p> <p><u>Kompetence občanské:</u> Student se učí vážit si pomoci spolužáka a výsledku práce spolužáka.</p> <p><u>Kompetence pracovní:</u> Student se učí trpělivosti, pečlivosti a přesnosti při měření. Učí se nenechat se odradit neúspěšně provedeným pokusem.</p>
Formy a prostředky hodnocení:	Slovní hodnocení průběžné i závěrečné, sebehodnocení, zpětná vazba.
Kritéria hodnocení:	Splnění stanovených cílů, spolupráce ve dvojici/ skupinkách. Komunikativní a prezentační dovednosti žáka.
Pomůcky:	Školní tabule, křídly/fixy, sešit, pracovní listy, psací potřeby, cívka, zdroj napětí, vodiče, multimetr, Hallova sonda, stativ, napájení Hallovy sondy.



Časový a obsahový plán výukového celku (90 min.)

Název hodiny: Magnetické pole solenoidu

Čas (min.)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost studentů	Organizační formy výuky		Hodnocení	Pomůcky	Poznámka
				Výukové metody				
3	Zahájení	Pozdrav, oznámení průběhu hodiny, tématu hodiny a cíle hodiny	Pozdrav, pochopení cíle	Frontální Výklad		Zpětná vazba	-	V předcházející hodině rozdat studentům pracovní listy
5	Kontrola domácí části	Zkontroluje řešení úloh studentů z domácí přípravné části	Vybraní studenti prezentují řešení domácí přípravy, zbývající kontrolují jejich řešení a případně opravují	Frontální Rozhovor		Slovní	Tabule, fixy/křídly	-
3	Příprava experimentu	Rozdává studentům pomůcky	Studenti převezmou pomůcky od učitele	Frontální -		-	Pomůcky na experimenty	-
10	Řešení části A, seznámení s aparaturou pro měření magnetického pole	Kontroluje práci studentů, pomáhá	Samostatně řeší úlohy zadané v pracovním listu	Skupinová Samostatná práce		Slovní, zpětná vazba	Pomůcky na experimenty, pracovní listy, psací potřeby	Pracovní list je uveden v příloze <i>Pracovní list pro studenta</i> , řešení pracovního listu je v dokumentu <i>Pracovní list pro pedagoga</i>
3	Diskuze řešení části A	Řídí diskuzi studentů	Diskutují výsledky úkolů v části A	Frontální Diskuze		Slovní, zpětná vazba	Tabule, fixy/křídly	
24	Řešení části B, magnetické pole cívky Experiment B.1 (4 min) Experiment B.2 (1 + 2 + 3 + 4 min) Experiment B.3 (1 + 2 + 3 + 4 min)	Kontroluje práci studentů, především kontroluje správnost zapojení obvodu, obsluhuje zdroje napětí, řídí diskuzi	Předpovídají výsledek experimentu, diskutují hypotézy, ověřují hypotézy pomocí experimentu	Samostatná, skupinová, frontální Diskuze, žákovský experiment		Slovní, zpětná vazba	Pomůcky na experimenty, pracovní listy, psací potřeby	Pracovní list je uveden v příloze <i>Pracovní list pro studenta</i> , řešení pracovního listu je v dokumentu <i>Pracovní list pro pedagoga</i>
3	Diskuze řešení části B	Řídí diskuzi studentů	Diskutují výsledky úkolů v části B	Frontální Diskuze		Slovní, zpětná vazba	Tabule, fixy/křídly	



30	Řešení části C, závislost magnetické indukce na velikosti proudu procházejícího cívkou Hypotézy (2 + 2 + 4) Experiment C.1 (9) Výpočty a graf (8) Diskuze a závěr (5)	Kontroluje práci studentů, především kontroluje správnost zapojení obvodu, obsluhuje zdroje napětí, řídí diskusi	Předpovídají výsledek experimentů, diskutují hypotézy, ověřují hypotézy pomocí experimentu, vypočítají velikosti B, rýsují graf	Samostatná, skupinová, frontální	Slovní, zpětná vazba	Pomůcky na experimenty, pracovní listy, psací potřeby	Pracovní list je uveden v příloze <i>Pracovní list pro studenta</i> , řešení pracovního listu je v dokumentu <i>Pracovní list pro pedagoga</i>
				Diskuze, žákovský experiment			
3	Diskuze řešení části C	Řídí diskusi studentů	Diskutují výsledky úkolů v části C	Frontální	Slovní, zpětná vazba	Tabule, fixy/křídly	
				Diskuze			
3	Ukončení experimentů a zadané práce	Úklid pomůcek	Úklid pomůcek	Samostatná práce			
				Frontální			
3	Shrnutí, ukončení hodiny	Zopakování nejzásadnějších poznatků z hodiny, dotazy na studenty	Odpovědi na dotazy vyučujícího	Rozhovor	Slovní		V následujících hodinách je možné využít rozšíření pracovního listu, které je uveden příloze <i>Pracovní list pro studenta rozšíření</i> , řešení pracovního listu je uvedeno v dokumentu <i>Pracovní list pro pedagoga rozšíření</i>
				Frontální			



Pracovní list pro studenta

Název: Magnetické pole solenoidu

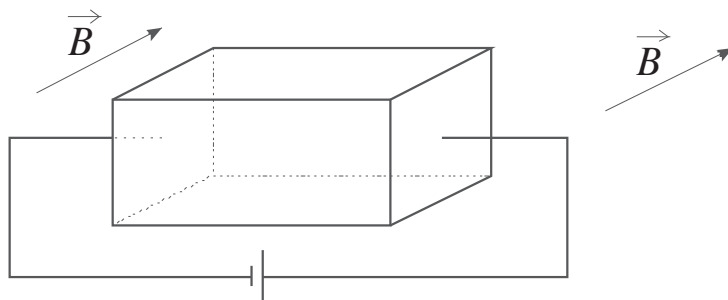
Jméno:

Domácí příprava.

V laboratorní práci budeš měřit velikost magnetické indukce magnetického pole (jak je pole „silné“). K tomuto účelu se využívá Hallových sond. Jedná se o malé polovodičové součástky, které fungují na tzv. Hallově jevu. Prvním úkolem tvé domácí přípravy je, prostudovat si, co se pod pojmem Hallův jev rozumí. Budeš se tak při laboratorním cvičení lépe orientovat.

Pokud najdeš správné informace a dobře jim porozumíš, měl(a) bys být schopen/schopna vyřešit následující úkol:

„Do obrázku dokresli, mezi kterými místy budeme měřit Hallovo napětí.“



Sonda, kterou budeš při měření využívat, pracuje s citlivostí 3,125 mV/G (3 celá sto dvacet pět deseti tisícin milivoltu na gauss). Gauss představuje jednotku používanou stejně jako tesla pro vyjádření hodnoty magnetické indukce. Gauss má pouze jiný rozměr, platí následující rovnost: 1 G = 10⁻⁴ T, resp. 1 T = 10 000 G.

Pokud budeš chtít měřit velikost magnetické indukce magnetického pole, budeš měřit Hallovo napětí a pomocí výše zmíněného přepočtu (citlivost sondy) dopočítáš velikost magnetické indukce.

Pokud jsi těmto informacím dobře porozuměl(a), měl(a) bys být schopen/schopna vyřešit následující příklad:

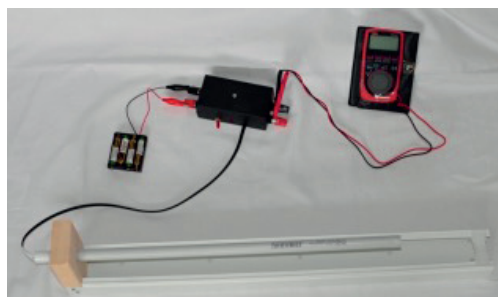
„Na sondě s citlivostí 3,125 mV/G vložené do magnetického pole měříš Hallovo napětí 0,098 V. Urči přibližnou velikost magnetické indukce magnetického pole, do kterého je sonda vložena.“

Dále si zopakuj následující pojmy: Ampérovo pravidlo pravé ruky, Flemingovo pravidlo levé ruky.



Část A. Permanentní magnet.

Seznámení se s aparaturou pro měření magnetického pole.



Permanentní magnet.

Seznámení s aparaturou pro měření magnetického pole.

Zapoj měřicí soupravu podle obrázku. Po zapojení si nechej zkontrolovat aparaturu od vyučujícího. Následně zapni napájení sondy. Zapni multimetr, zvol režim DCV. Voltmetr by po zapnutí měl ukazovat přibližně 3 V.

Experiment A.1: K sondě přibližuj magnet. Nejprve severním, poté jižním pólem.

Zapiš, co v jednotlivých situacích ukazuje voltmetr.

Experiment A.2: Magnet dej do dostatečné vzdálenosti, aby již neovlivňoval sondu. Na multimetru stiskni tlačítko „relative“. Dále postupuj jako v experimentu A.1: K sondě přibližuj magnet. Nejprve severním, poté jižním pólem. Zapiš výsledky svého pozorování.

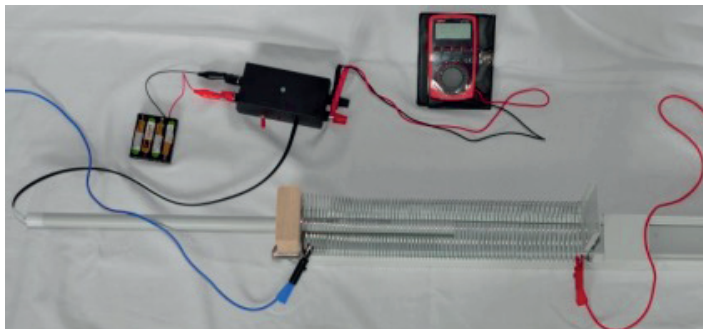
Z hodnot napětí pozorovaných na voltmetru v experimentu A.2 vypočítej velikost maximální magnetické indukce, kterou jsi pomocí sondy měřil/a.

Předpokládej, že citlivost sondy je 3,125 mV/G.

Po ukončení experimentů vypni multimetr a napájení sondy.



Část B. Magnetické pole cívky.



Sestav aparaturu podle obrázku. Mezi úchyty stativu umístí 60 závitů cívky a natáhni ji na délku přibližně 30 cm. Sondu (konec trubičky) nastav přibližně do středu cívky. K cívce připoj vodiče tak, aby byla společně s cívkami ostatních týmů součástí sériového obvodu. Jakmile budeš připraven, přihlas se a vyučující celý obvod zkontroluje.

Experiment B.1: Jakmile bude vše zkontrolováno, společně s ostatními týmy zapni napájení sondy, zapni voltmetr a stiskni na něm tlačítko „relative“. Poté vyučující zapne zdroj napětí a nastaví jistou velikost elektrického proudu, který bude tvojí cívkou i cívkou tvých kolegů procházet.

Zapiš, co pozoruješ po zapnutí elektrického proudu.

Na základě pozorování v experimentu B.1 a pomocí Ampérova pravidla pravé ruky odhadni, jaký je směr elektrického proudu procházejícího cívkou. Svůj závěr znázorni obrázkem a doplň komentářem.

Poté diskutuj svoji hypotézu s kolegy ve tvém týmu a následně s celou třídou. Po každé diskusi můžeš předpověď změnit, ale načrtni ji vždy znovu. Pokud jsi hypotézu nezměnil(a), napiš do políčka pro předpověď „BZ“ (beze změny.)

Experiment B.2: Hypotézu ověř. Prozkoumej obvod (především zdroj napětí) a urči směr elektrického proudu v obvodu a cívkou tvého týmu. Závěr popiš a zakresli do obrázku.

Jak se změní údaj o napětí na Hallově sondě, který pozorujete na voltmetru, když vyučující změní směr proudu v obvodu?



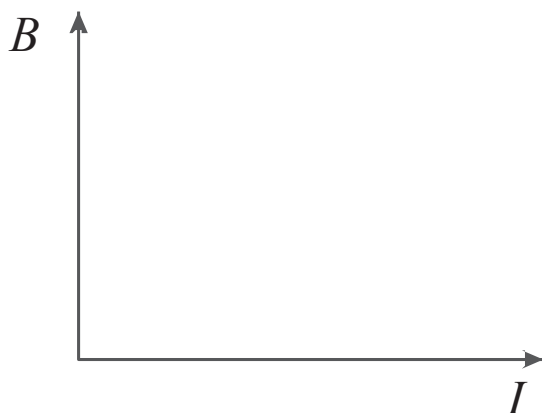
Stejně jako v předcházejícím případě i zde zkus nejprve sám/sama odhadnout výsledek. Svoji předpověď zapiš a následně diskutuj v týmu i se třídou. Svoji hypotézu můžeš pokaždé změnit. Pokud tak neučiníš, napiš BZ.

Experiment B.3: Nyní proved' experiment. Aparaturu uveď do stejného stavu jako v experimentu B.1: Vyučující pak změni směr proudu. Pozoruj, co se stane, a zapiš závěr.

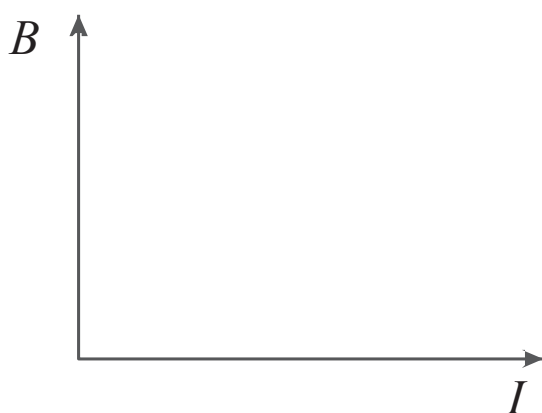


Část C. Závislost velikosti magnetické indukce magnetického pole ve středu solenoidu na velikosti proudu procházejícího cívkou.

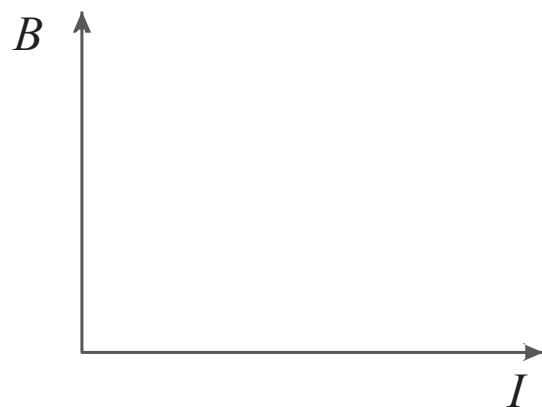
Z předchozího experimentu je zřejmé, že při průchodu elektrického proudu cívkou je v její dutině vytvářeno magnetické pole. Dokážeš předpovědět, jak závisí velikost magnetické indukce ve středu cívky na velikosti procházejícího proudu? Pokus se načrtnout předpokládanou závislost do připraveného grafu a krátce ji okomentuj. Poté diskutuj svoji předpověď s kolegy v týmu a následně s celou třídou. Po každé diskusi můžeš svoji předpověď změnit, ale vždy ji načrtni a popiš do nového grafu. Pokud tak neučiniš, napiš BZ.



Moje samostatná předpověď.

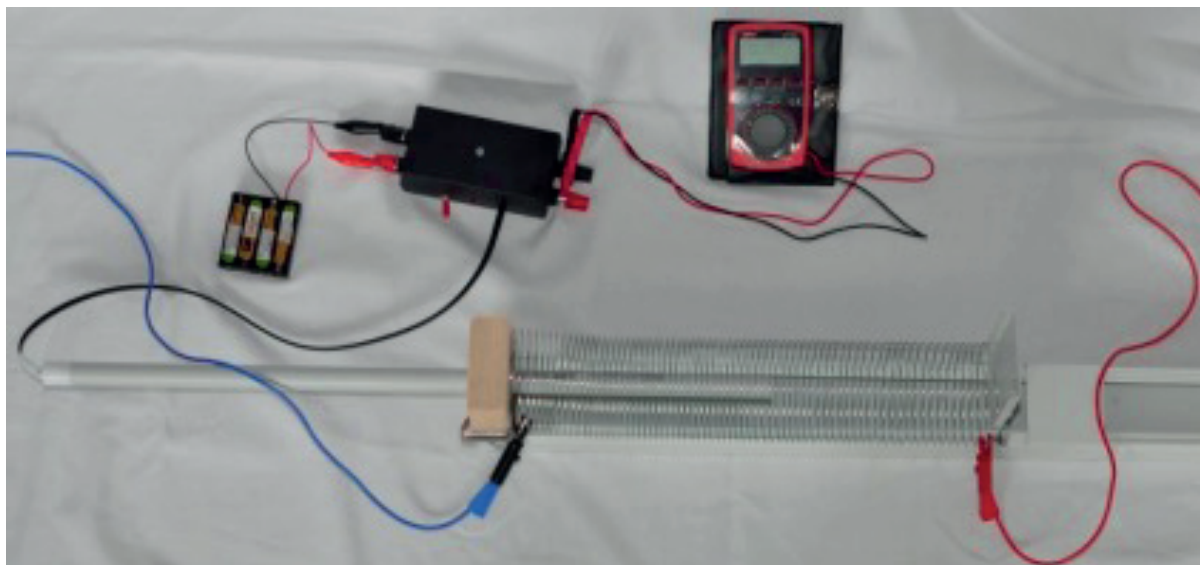


Moje předpověď po diskusi v týmu.



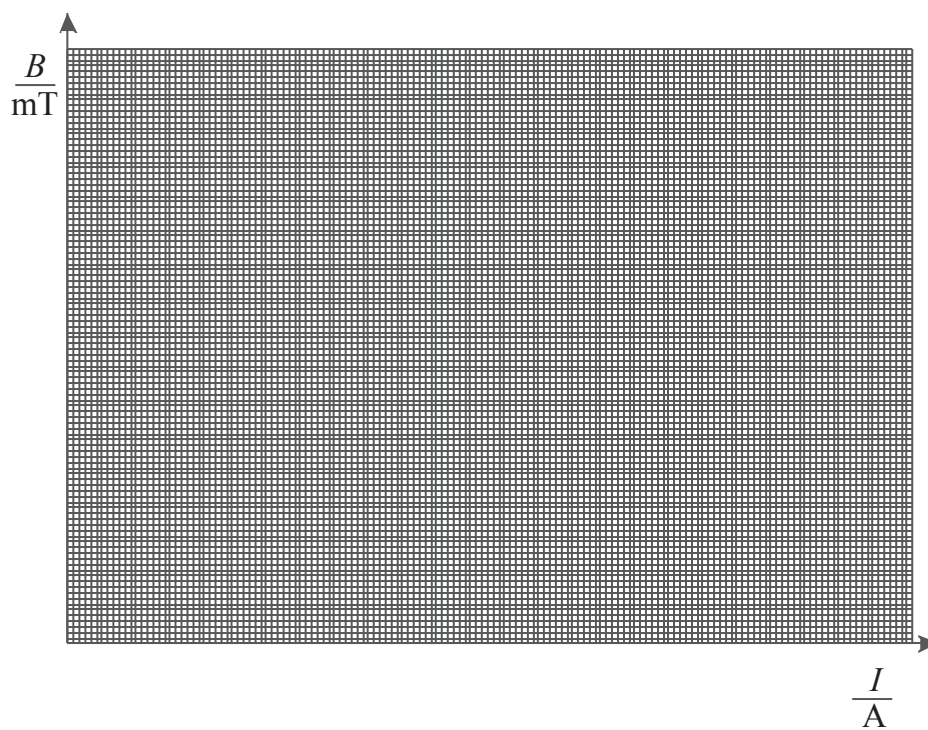
Moje předpověď po diskusi se třídou.

Aparaturu sestav podobně jako v části B. Mezi úchyty umístí 60 závitů a cívku natáhni na délku přibližně 30 cm. Sondu (konec trubičky) nastav přibližně do středu cívky. K cívce připoj vodiče tak, aby byla společně s cívkami tvých kolegů součástí sériového obvodu. Jakmile budeš připraven(a), přihlas se a vyučující celý obvod zkontroluje.



1. Hypotézu ověř.
2. Po kontrole obvodu zapni napájení sondy.
3. Zapni připojený voltmetr a stiskni tlačítko „relative”.
4. Jakmile předchozí krok provedou všechny skupiny, vyučující zapne zdroj a nastaví proud procházející obvodem. Vyučující pak bude postupně zvyšovat proud procházející obvodem.
5. Do připravené tabulky zapisuj aktuální velikost proudu procházejícího solenoidem (pro všechny skupiny stejný) a napětí na Hallově sondě.
6. Po konci měření vypočti velikosti magnetické indukce magnetického pole solenoidu odpovídající daným napětím. (Předpokládej citlivost sondy 3,125 mV/G.)
7. Následně narýsuj graf závislosti $B(I)$.
8. Okomentuj případné shody nebo rozdíly mezi tvou hypotézou a grafem vytvořeným na základě měření.
9. Formuluj závěr měření.

$\frac{I}{A}$									
$\frac{U}{mV}$									
$\frac{B}{mT}$									



Diskuze výsledků:

Závěr:



Pracovní lis pro pedagoga

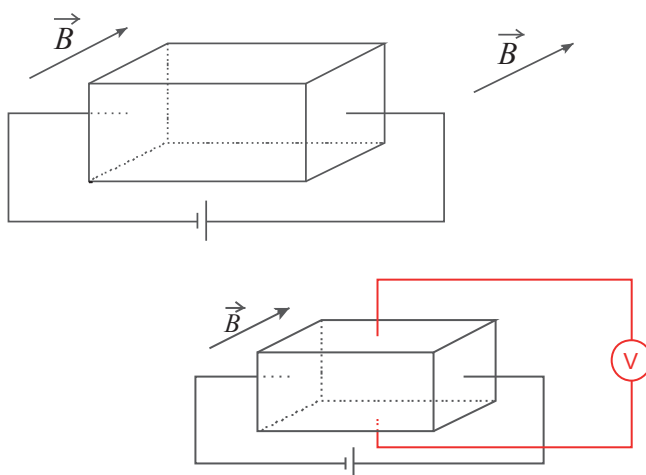
Název: Magnetické pole solenoidu

Domácí příprava:

V laboratorní práci budeš měřit velikost magnetické indukce magnetického pole (jak je pole „silné“). K tomuto účelu se využívá Hallových sond. Jedná se o malé polovodičové součástky, které fungují na tzv. Hallově jevu. Prvním úkolem tvé domácí přípravy je, prostudovat si, co se pod pojmem Hallův jev rozumí. Budeš se tak při laboratorním cvičení lépe orientovat.

Pokud najdeš správné informace a dobře jim porozumíš, měl(a) bys být schopen/schopna vyřešit následující úkol:

„Do obrázku dokresli, mezi kterými místy budeme měřit Hallovo napětí.“



Další informace viz nap ř:
<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/294-halluv-jev>

Sonda, kterou budeš při měření využívat, pracuje s citlivostí 3,125 mV/G (3 celá sto dvacet pět deseti tisícin milivoltu na gauss). Gauss představuje jednotku používanou stejně jako tesla pro vyjádření hodnoty magnetické indukce. Gauss má pouze jiný rozměr, platí následující rovnost: 1 G = 10⁻⁴ T, resp. 1 T = 10 000 G.

Pokud budeš chtít měřit velikost magnetické indukce magnetického pole, budeš měřit Hallovo napětí a pomocí výše zmíněného přepočtu (citlivost sondy) dopočítáš velikost magnetické indukce.

Pokud jsi těmto informacím dobře porozuměl(a), měl(a) bys být schopen/schopna vyřešit následující příklad:

„Na sondě s citlivostí 3,125 mV/G vložené do magnetického pole měříš Hallovo napětí 0,098 V. Urči přibližnou velikost magnetické indukce magnetického pole, do kterého je sonda vložena.“

U_{max} = 0,098 V = 98 mV
 Citlivost ... 3,125 mV/G
 B = ?

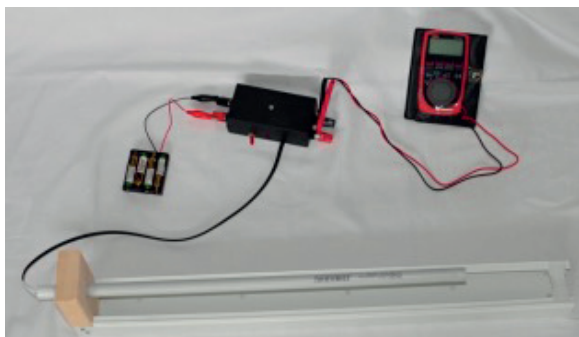
B = 98 : 3,125 G
 B = 31,36 G
 B = 3,136 mT



Dále si zopakuj následující pojmy: Ampérovo pravidlo pravé ruky, Flemingovo pravidlo levé ruky.

Část A. Permanentní magnet.

Seznámení s aparaturou pro měření magnetického pole.



Permanentní magnet.

Seznámení s aparaturou pro měření magnetického pole.

Zapoj měřicí soupravu podle obrázku. Po zapojení si nechej zkontrolovat aparaturu od vyučujícího. Následně zapni napájení sondy. Zapni multimetr, zvol režim DCV. Voltmetr by po zapnutí měl ukazovat přibližně 3 V.

Experiment A.1: K sondě přibližuj magnet. Nejprve severním, poté jižním pólem. Zapiš, co v jednotlivých situacích ukazuje voltmetr.

Očekávané pozorování:

Při přibližování severního pólu magnetu údaj na voltmetru klesá

Při přibližování jižního pólu magnetu údaj na voltmetru roste.

Experiment A.2: Magnet dej do dostatečné vzdálenosti, aby již neovlivňoval sondu. Na multimetru stiskni tlačítko „relative“. Dále postupuj jako v experimentu A.1: K sondě přibližuj magnet. Nejprve severním, poté jižním pólem. Zapiš výsledky svého pozorování.

Očekávané pozorování:

Po stisknutí tlačítka „relative“ se údaj na voltmetru vynuloval. Voltmetr ukazoval 0 V.

Při přibližování severního pólu magnetu byl údaj na voltmetru záporný. Při přibližování klesal více a více do záporných hodnot.

Při přibližování jižního pólu magnetu údaj na voltmetru rostl do kladných hodnot.

Z hodnot napětí pozorovaných na voltmetru v experimentu A.2 vypočítej velikost maximální magnetické indukce, kterou jsi pomocí sondy měřil/a.

Předpokládej, že citlivost sondy je 3,125 mV/G.

Např:

$$U_{\max} = 38 \text{ mV}$$

$$\text{Citlivost} \dots 3,125 \text{ mV/G}$$

$$B = ?$$

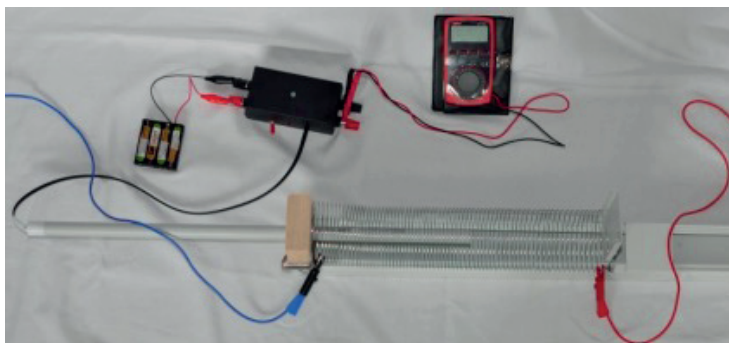
$$B = 38 : 3,125 \text{ G}$$

$$B = 12,16 \text{ G}$$

$$B = 1,216 \text{ mT}$$



Část B. Magnetické pole cívky.



Sestav aparaturu podle obrázku. Mezi úchyty stativu umísti 60 závitů cívky a natáhni ji na délku přibližně 30 cm. Sondu (konec trubičky) nastav přibližně do středu cívky. K cívce připoj vodiče tak, aby byla společně s cívkami ostatních týmů součástí sériového obvodu. Jakmile budeš připraven, přihlas se a vyučující celý obvod zkontroluje.

Experiment B.1: Jakmile bude vše zkontrolováno, společně s ostatními týmy zapni napájení sondy, zapni voltmetr a stiskni na něm tlačítko „relative”. Poté vyučující zapne zdroj napětí a nastaví jistou velikost elektrického proudu, který bude tvojí cívku i cívku tvých kolegů procházet.

Zapiš, co pozoruješ po zapnutí elektrického proudu.

Očekávané pozorování:

Při průchodu elektrického proudu cívku voltmetr ukazuje nenulové hodnoty napětí na Hallově sondě. To znamená, že v dutině solenoidu se objevilo magnetické pole.

Na základě pozorování v experimentu B.1 a pomocí Ampérova pravidla pravé ruky odhadni, jaký je směr elektrického proudu procházejícího cívku. Svůj závěr znázorni obrázkem a doplň komentářem.

Poté diskutuj svoji hypotézu s kolegy ve tvém týmu a následně s celou třídou. Po každé diskusi můžeš předpověď změnit, ale načrtni ji vždy znovu. Pokud jsi hypotézu nezměnil(a), napiš do políčka pro předpověď „BZ” (beze změny.)

Komentář:

Ke správnému určení směru proudu v cívce je nutné, aby studenti vykonali předchozí experimenty A i B.1.

Z experimentu A plyne, jakému směru indukčních čar odpovídá přírůstek napětí na Hallově sondě, resp. kladné hodnoty při zapnutí funkci „relative”, a jakému směru indukčních čar odpovídá úbytek napětí na Hallově sondě, resp. záporné hodnoty napětí při zapnutí funkci „relative”.

Na základě experimentu B.1 a A by tedy studenti měli určit směr indukčních čar uvnitř solenoidu a následně pomocí Ampérova pravidla pravé ruky určit směr proudu v cívce.

Směr po svých předpovědích ověří bližším prozkoumáním obvodu. Do té doby je nutné, aby vyučující tajil(a), který vodič je připojen ke kladnému a který k zápornému pólu zdroje.



Je důležité studenty pobízet k tomu, aby přemýšleli o svých myšlenkách a zaznamenávali je. K tomu slouží i na první pohled zbytečné zapsání BZ (bez změny). Při zpětném rozboru průběhu práce můžeme kontrolovat, co a jak studenta ovlivnilo.

Experiment B.2: Hypotézu ověř. Prozkoumej obvod (především zdroj napětí) a urči směr elektrického proudu v obvodu a cívkou svého týmu. Závěr popiš a zakresli do obrázku.

Očekávané pozorování závisí na zapojení zdroje.

Při přibližování severního pólu magnetu údaj na voltmetru roste.
Při přibližování jižního pólu magnetu údaj na voltmetru klesá.

Jak se změní údaj o napětí na Hallově sondě, který pozorujete na voltmetru, když vyučující změní směr proudu v obvodu?

Stejně jako v předcházejícím případě i zde zkus nejprve sám/sama odhadnout výsledek. Svoji předpověď zapiš a následně diskutuj v týmu i se třídou. Svoji hypotézu můžeš pokaždé změnit. Pokud tak neučiníš, napiš BZ.

Poměrně jednoduchá úloha, jejímž cílem je ověřit pochopení Ampérova pravidla pravé ruky.

Experiment B.3: Nyní proved' experiment. Aparaturu uveď do stejného stavu jako v experimentu B.1: Vyučující pak změní směr proudu. Pozoruj, co se stane, a zapiš závěr.

Očekávané pozorování:

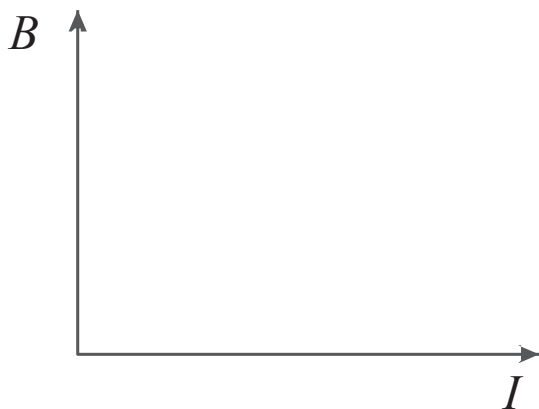
Napětí na Hallově sondě změnilo svoji polaritu.

Stalo se tak díky tomu, že směr proudu v závitech byl opačný. Magnetické indukční čáry tak změnilly svůj směr na opačný.

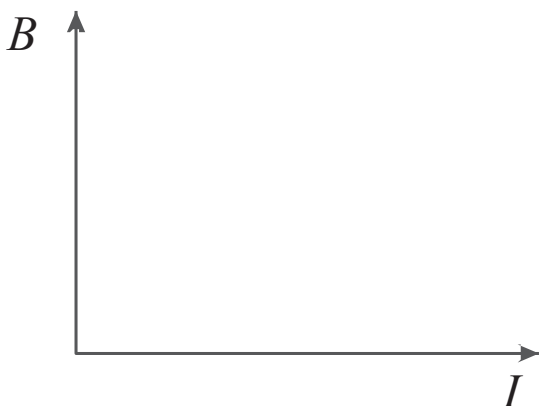


Část C. Závislost velikosti magnetické indukce magnetického pole ve středu solenoidu na velikosti proudu procházejícího cívkou.

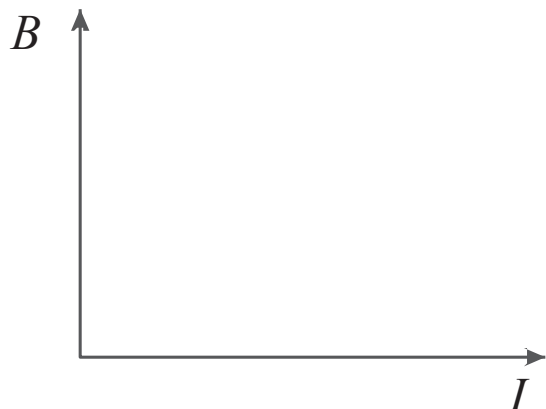
Z předchozího experimentu je zřejmé, že při průchodu elektrického proudu cívkou, je v její dutině vytvářeno magnetické pole. Dokážeš předpovědět, jak závisí velikost magnetické indukce ve středu cívky na velikosti procházejícího proudu? Pokus se načrtnout předpokládanou závislost do připraveného grafu a krátce ji okomentuj. Poté diskutuj svoji předpověď s kolegy v týmu a následně s celou třídou. Po každé diskusi můžeš svoji předpověď změnit, ale vždy ji načrtni a popiš do nového grafu. Pokud tak neučiníš, napiš BZ.



Moje samostatná předpověď.

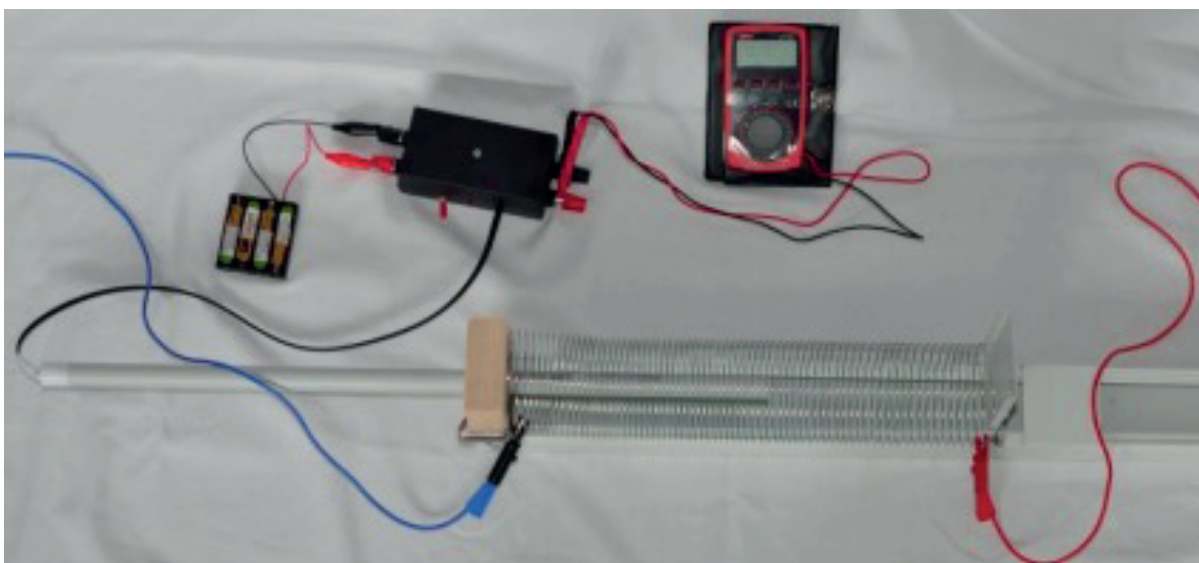


Moje předpověď po diskusi v týmu.



Moje předpověď po diskusi se třídou.

Aparaturu sestav podobně jako v části B. Mezi úchyty umísti 60 závitů a cívku natáhni na délku přibližně 30 cm. Sondu (konec trubičky) nastav přibližně do středu cívky. K cívkce připoj vodiče tak, aby byla společně s cívkami tvých kolegů součástí sériového obvodu. Jakmile budeš připraven(a), přihlas se a vyučující celý obvod zkontroluje.



1. Hypotézu ověř.
2. Po kontrole obvodu zapni napájení sondy.
3. Zapni připojený voltmetr a stiskni tlačítko „relative“.
4. Jakmile předchozí krok provedou všechny skupiny, vyučující zapne zdroj a nastaví proud procházející obvodem. Vyučující pak bude postupně zvyšovat proud procházející obvodem.
5. Do připravené tabulky zapisuj aktuální velikost proudu procházejícího solenoidem (pro všechny skupiny stejný) a napětí na Hallově sondě.
6. Po konci měření vypočti velikosti magnetické indukce magnetického pole solenoidu odpovídající daným napětím. (Předpokládej citlivost sondy 3,125 mV/G.)
7. Následně narysuj graf závislosti B (I).
8. Okomentuj případné shody nebo rozdíly mezi tvou hypotézou a grafem vytvořeným na základě měření.
9. Formuluj závěr měření.

$\frac{I}{A}$	0,43	0,84	1,22	1,63	2,04	2,43	2,82	3,23	3,60
$\frac{U}{mV}$	7	14	21	28	35	42	49	56	63
$\frac{B}{mT}$	0,224	0,448	0,672	0,896	1,120	1,344	1,568	1,792	2,016

Ukázka výpočtu:

$$U_{max} = 7 \text{ mV}$$

$$\text{Citlivost} \dots 3,125 \text{ mV/G}$$

$$B = ?$$

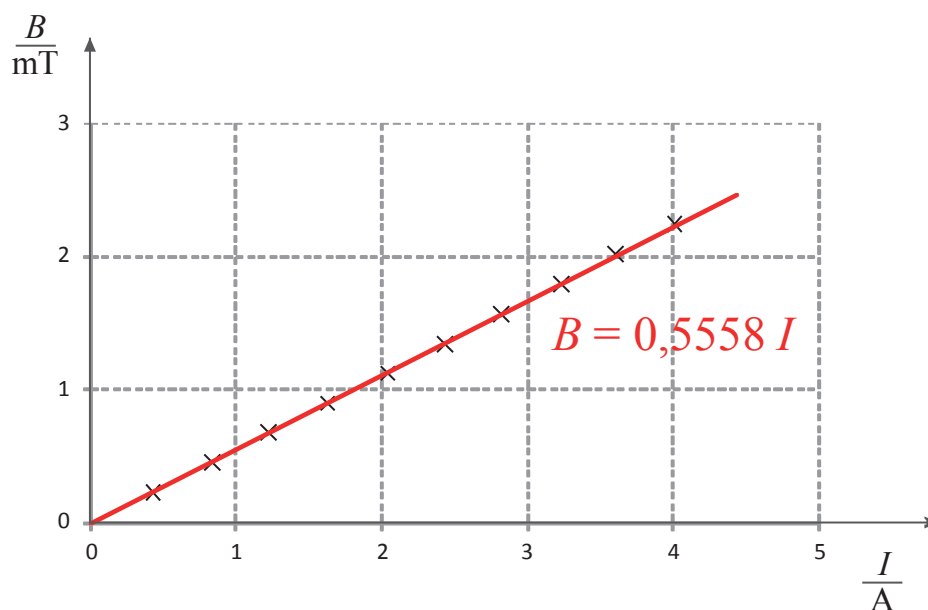
$$B = 7 : 3,125 \text{ G}$$

$$B = 2,24 \text{ G}$$

$$B = 0,224 \text{ mT}$$

$$1 \text{ G} = 10^{-4} \text{ T}$$

(G ... gauss; T ... tesla)



Diskuze výsledků:

Na tomto místě se očekává, že studenti popíší shody nebo odlišnosti mezi předpovědí a výsledky měření. Rozdíl by se měli pokusit vysvětlit.

Závěr:

Z naměřených údajů vyplývá, že velikost magnetické indukce ve středu dlouhé cívky protékané elektrickým proudem závisí na velikosti tohoto proudu a je mu přímo úměrná.



Opakování

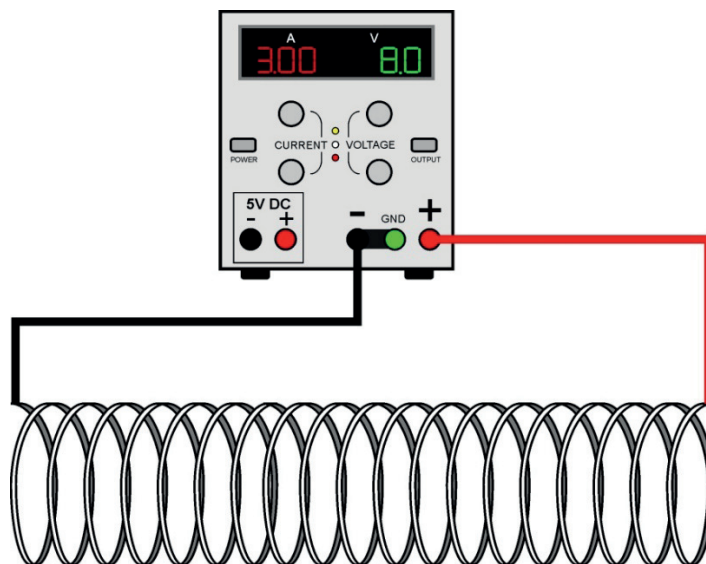
Název: Magnetické pole solenoidu

Jméno:

1. Popiš, co rozumíme pod pojmem **solenoid**.
2. Načrtni závislost velikosti magnetické indukce v daném místě magnetického pole solenoidu na velikosti proudu procházejícího solenoidem.

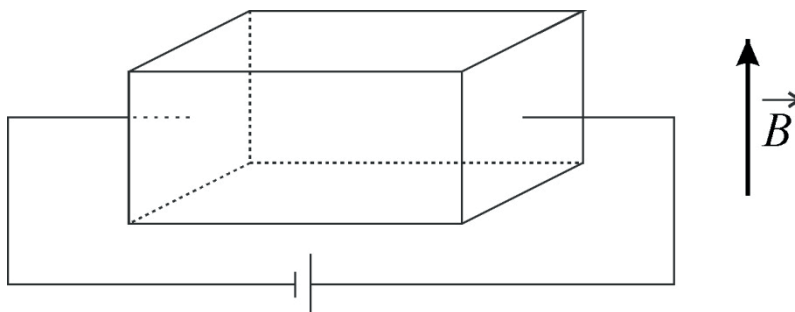


3. Dokresli směr proudu v obvodu a směr magnetické indukce uvnitř cívky.





4. Kousek kovové destičky je vložen v magnetickém poli. Vyznač, mezi kterými stěnami destičky je možné naměřit Hallovo napětí.



5. Hallova sonda je vložena do homogenního magnetického pole, jehož magnetická indukce má velikost 2 mT. Na sondě je současně měřeno Hallovo napětí o velikosti 40 mV. Vypočítej citlivost Hallovovy sondy a výsledek uveď v G/mV.

6. Ve chvíli, kdy cívkou prochází elektrický proud o velikosti 2,5 A je velikost magnetické indukce ve středu cívky 40 mT. Jak se změní velikost a směr magnetické indukce ve středu cívky, bude-li jí procházet proud 3 A opačným směrem než v prvním případě.



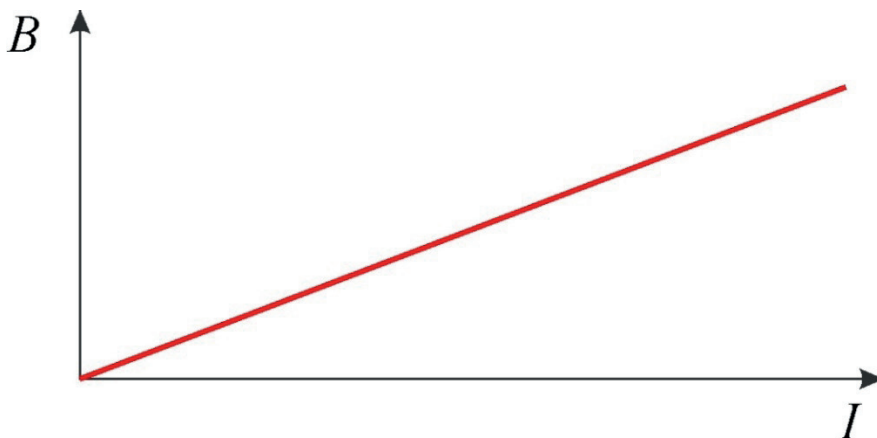
Opakování – řešení pro pedagoga

Název: Magnetické pole solenoidu

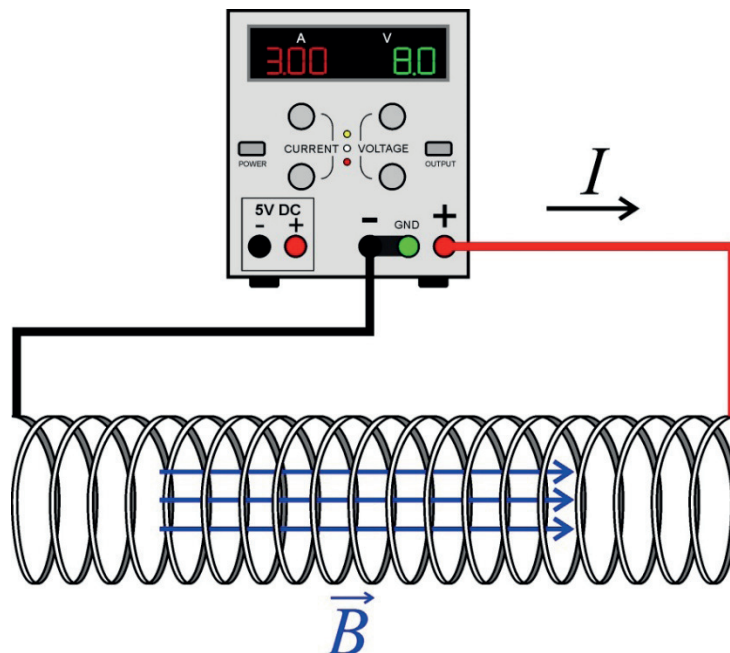
1. Popiš, co rozumíme pod pojmem **solenoid**.

Solenoidem rozumíme dlouhou cívku, jejíž délka je mnohem delší než její průměr. Magnetické pole v takové cívce považujeme přibližně za homogenní.

2. Načrtni závislost velikosti magnetické indukce v daném místě magnetického pole solenoidu na velikosti proudu procházejícího solenoidem.

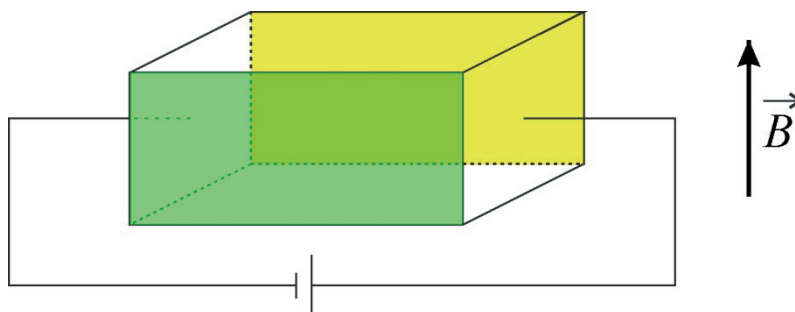


3. Dokresli směr proudu v obvodu a směr magnetické indukce uvnitř cívky.





4. Kousek kovové destičky je vložen v magnetickém poli. Vyznač, mezi kterými stěnami destičky je možné naměřit Hallovo napětí.



Hallovo napětí lze naměřit mezi přední a zadní stěnou destičky

5. Hallova sonda je vložena do homogenního magnetického pole, jehož magnetická indukce má velikost 2 mT. Na sondě je současně měřeno Hallovo napětí o velikosti 40 mV. Vypočítej citlivost Hallové sondy a výsledek uveď v G/mV.

$$B = 2 \text{ mT}$$

$$U_H = 40 \text{ mV}$$

$$1 \text{ G} = 0,0001 \text{ T} = 0,1 \text{ mT}$$

$$\text{Citlivost} = ? \text{ G/mV}$$

$$B = 2 \text{ mT} = 20 \text{ G}$$

$$\text{Citlivost} = B / U_H = 20 \text{ G} / 40 \text{ mV}$$

$$\text{Citlivost} = 0,5 \text{ G/mV}$$

6. Ve chvíli, kdy cívkou prochází elektrický proud o velikosti 2,5 A je velikost magnetické indukce ve středu cívky 40 mT. Jak se změní velikost a směr magnetické indukce ve středu cívky, bude-li jí procházet proud 3 A opačným směrem než v prvním případě.

$$I_1 = 2,5 \text{ A}$$

$$B_1 = 40 \text{ mT}$$

$$I_2 = 3 \text{ A (opačný směr)}$$

$$B_2 = ? \text{ mT}$$

$$I_1 : B_1 = I_2 : B_2$$

$$B_2 = (I_2 : I_1) \cdot B_1$$

$$B_2 = (3 : 2,5) \cdot 40 \text{ mT}$$

$$B_2 = 48 \text{ mT}$$

Při změně proudu se změní i směr magnetického pole, ten bude v druhém případě opačný.



Pracovní list pro studenta – rozšíření

Název: Magnetické pole solenoidu – rozšíření

Jméno:

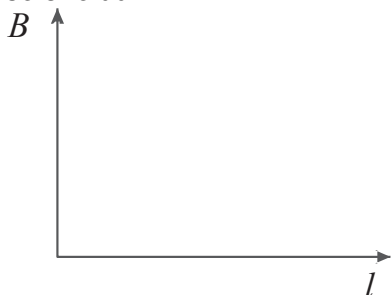
Část D. Závislost velikosti magnetické indukce ve středu cívky na její délce.

V této části budeš zkoumat, jak závisí velikost magnetické indukce ve středu solenoidu na její délce.

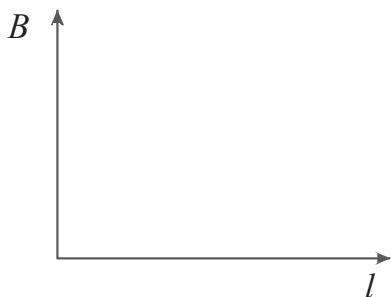
Ještě než se pustíš do měření, pokus se odhadnout, jak tato závislost vypadá. Svoji předpověď zakresli do připraveného grafu a krátce okomentuj. Poté diskutuj svoji hypotézu s kolegy ve tvém týmu a následně s celou třídou. Po každé diskusi můžeš předpověď změnit, ale načrtni ji vždy znovu – do nového grafu. Pokud tak neučiníš, napiš BZ (bez změny).

B ... velikost magnetické indukce ve středu solenoidu

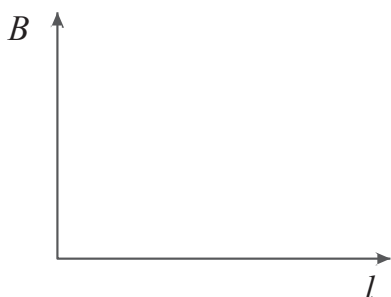
l ... délka solenoidu



Moje samostatná předpověď.



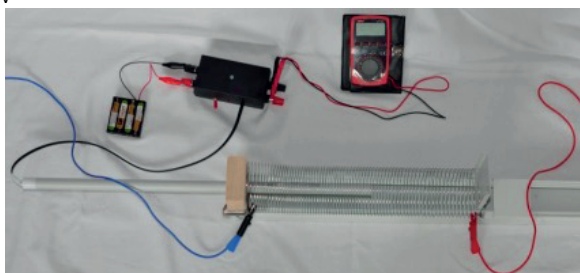
Moje předpověď po diskusi v týmu.



Moje předpověď po diskusi se třídou.



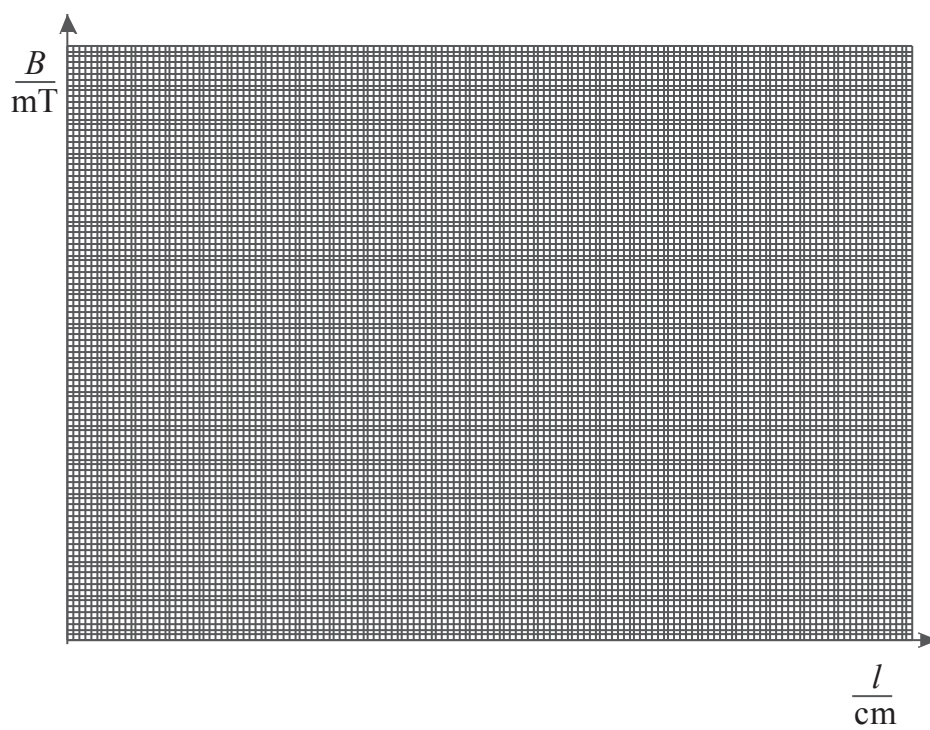
Aparaturu sestav podobně jako v části B a C: Mezi úchyty umístí 70 závitů a cívku natáhni na délku přibližně 20 cm. Sondu (konec trubičky) nastav přibližně do středu cívky. K cívce připoj vodiče tak, aby byla společně s cívkami ostatních týmů součástí sériového obvodu. Jakmile bude tvůj tým připraven, přihlas se a vyučující celý obvod zkontroluje.

1
0
2
3
4
5
6
7
V

Experiment D.1:

1. Proveď experiment, kterým potvrdíš či vyvrátíš hypotézu.
2. Po kontrole obvodu zapni napájení sondy.
3. Zapni připojený voltmetr a stiskněte tlačítko „relative”.
4. Jakmile předchozí krok provedou všechny skupiny, vyučující zapne zdroj a nastaví proud procházející obvodem.
5. Pro nastavenou délku 20 cm urči napětí na Hallově sondě a zapiš ji do tabulky.
6. Postupně zvyšuj délku cívky (po 5 cm) až na délku 50 cm. Prodloužení prováděj výhradně za pomoci plastového jezdce – nedotýkejte se cívky. Při prodlužování cívky nezapomeň nastavit konec sondy opět do jejího středu. Při každém kroku zapiš velikost napětí na Hallově sondě.
7. Pro všechny měřené délky cívky dopočítej velikost magnetické indukce v jejím středu. (Předpokládej citlivost Hallovy sondy 3,125 mV/G.)
8. Do připraveného grafu $B(I)$ vynes získaná data a prolož je hladkou křivkou.
9. Okomentuj případné shody nebo rozdíly mezi tvou hypotézou a výsledkem měření.
10. Zformuluj závěr měření.

$\frac{l}{\text{cm}}$							
$\frac{U}{\text{mV}}$							
$\frac{B}{\text{mT}}$							



Diskuse výsledků:

Závěr:

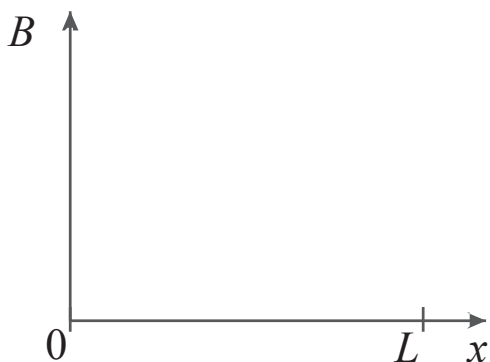


Část E. Průběh magnetické indukce na ose solenoidu.

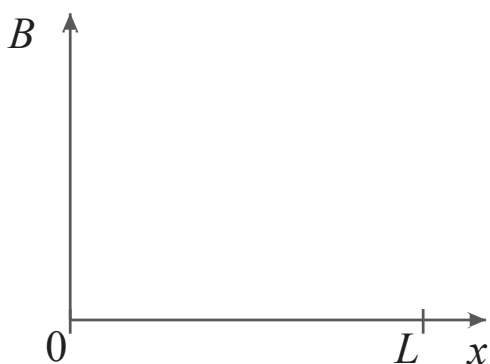
V této části budeš zkoumat průběh magnetické indukce na ose solenoidu, tj. v závislosti na poloze uvnitř solenoidu.

Ještě než se pustíš do měření, pokus se odhadnout, jak tato závislost vypadá. Svoji předpověď zakresli do připraveného grafu a krátce okomentuj. Poté diskutuj svoji hypotézu s kolegy ve tvém týmu a následně s celou třídou. Po každé diskusi můžeš předpověď změnit, ale načrtni ji vždy znovu - do nového grafu. Pokud tak neučiníš, napiš BZ (bez změny).

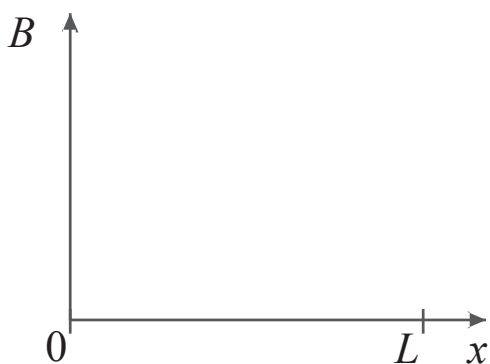
B ... velikost magnetické indukce na ose solenoidu
 x ... pozice uvnitř solenoidu; L ... délka solenoidu



Moje samostatná předpověď.



Moje předpověď po diskusi v týmu.

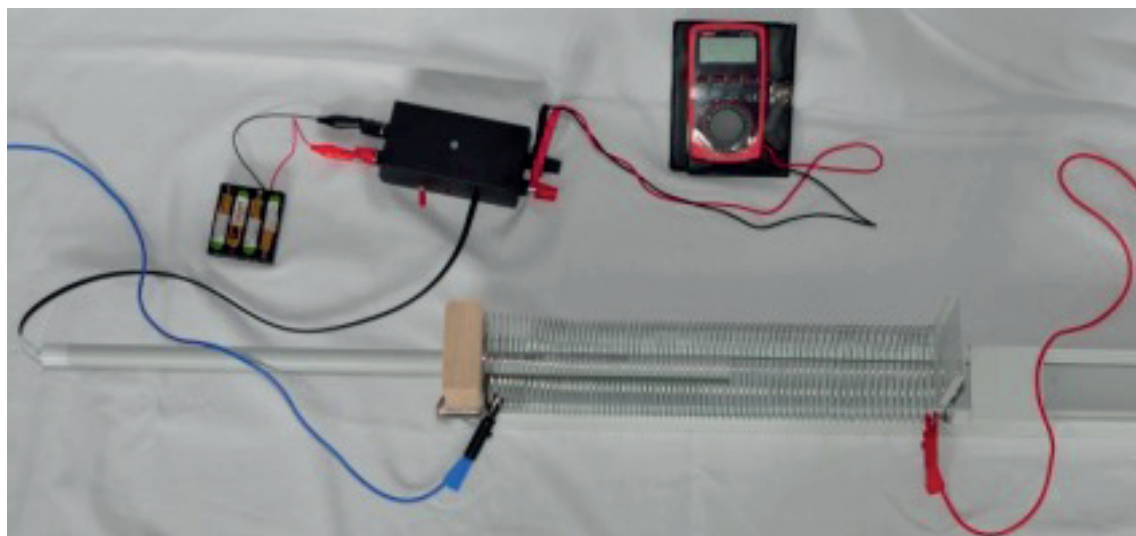


Moje předpověď po diskusi se třídou.



Aparaturu sestav podobně jako v části B, C a D: Mezi úchyty umístí 70 závitů a cívku natáhni na délku přibližně 40 cm. Sondu (konec trubičky) nastav na kraj cívky. K cívce připoj vodiče tak, aby byla společně s cívkami ostatních týmů součástí sériového obvodu. Jakmile bude tvůj tým připraven, přihlas se a vyučující celý obvod zkontroluje.

1
0
2
3
4
5
6
7
V



Experiment E.1:

1. Proveď experiment, kterým potvrdíš či vyvrátíš hypotézu.
2. Po kontrole obvodu zapni napájení sondy.
3. Zapni připojený voltmetr a stiskněte tlačítko „relative”.
4. Jakmile předcházející krok provedou všechny skupiny, vyučující zapne zdroj a nastaví proud procházející obvodem.
5. Pro nastavenou pozici urči napětí na Hallově sondě odpovídající velikosti magnetické indukce v daném místě a zapiš ji do tabulky.
6. Posuň sondu o 1 cm, znovu urči napětí na Hallově sondě a napětí zapiš do tabulky. Toto opakuj až na druhý konec cívky. Posun prováděj výhradně za tělo sondy
– nedotýkej se cívky.
7. Pro všechny měřené délky cívky dopočítej velikost magnetické indukce na její ose. (Citlivost Hallovy sondy je 3,125 mV/G.)
8. Do připraveného grafu $B(x)$ vynes získaná data a prolož je hladkou křivkou.
9. Okomentuj případné shody nebo rozdíly mezi tvou hypotézou a výsledkem měření.
10. Zformuluj závěr měření.



Pracovní list pro pedagoga – rozšíření

Název: Magnetické pole solenoidu – rozšíření

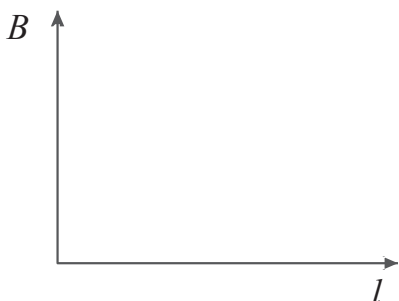
Část D. Závislost velikosti magnetické indukce ve středu cívky na její délce.

V této části budeš zkoumat, jak závisí velikost magnetické indukce ve středu solenoidu na její délce.

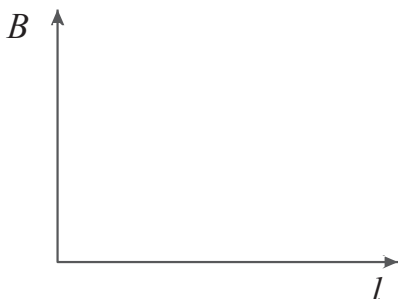
Ještě než se pustíš do měření, pokus se odhadnout, jak tato závislost vypadá. Svoji předpověď zakresli do připraveného grafu a krátce okomentuj. Poté diskutuj svoji hypotézu s kolegy ve tvém týmu a následně s celou třídou. Po každé diskusi můžeš předpověď změnit, ale načrtni ji vždy znovu – do nového grafu. Pokud tak neučiníš, napiš BZ (bez změny).

B ... velikost magnetické indukce ve středu solenoidu

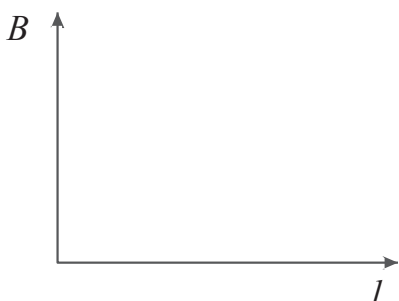
l ... délka solenoidu



Moje samostatná předpověď.



Moje předpověď po diskusi v týmu.

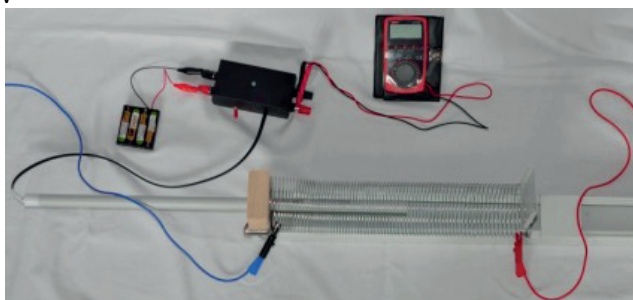


Moje předpověď po diskusi se třídou.



Aparaturu sestav podobně jako v části B a C: Mezi úchyty umístí 70 závitů a cívku natáhni na délku přibližně 20 cm. Sondu (konec trubičky) nastav přibližně do středu cívky. K cívce připoj vodiče tak, aby byla společně s cívkami ostatních týmů součástí sériového obvodu. Jakmile bude tvůj tým připraven, přihlas se a vyučující celý obvod zkontroluje.

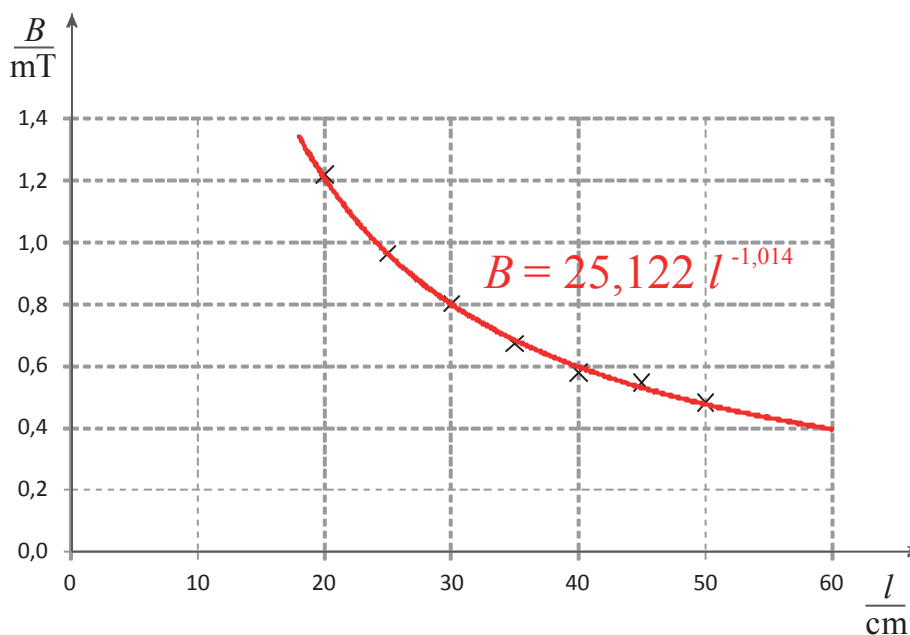
1
0
2
3
4
5
6
7
V



Experiment D.1:

1. Proveď experiment, kterým potvrdíš či vyvrátíš hypotézu.
2. Po kontrole obvodu zapni napájení sondy.
3. Zapni připojený voltmetr a stiskněte tlačítko „relative”.
4. Jakmile předchozí krok provedou všechny skupiny, vyučující zapne zdroj a nastaví proud procházející obvodem.
5. Pro nastavenou délku 20 cm urči napětí na Hallově sondě a zapiš ji do tabulky.
6. Postupně zvyšuj délku cívky (po 5 cm) až na délku 50 cm. Prodloužení prováděj výhradně za pomoci plastového jezdece – nedotýkejte se cívky. Při prodlužování cívky nezapomeň nastavit konec sondy opět do jejího středu. Při každém kroku zapiš velikost napětí na Hallově sondě.
7. Pro všechny měřené délky cívky dopočítej velikost magnetické indukce v jejím středu. (Předpokládej citlivost Hallovy sondy 3,125 mV/G.)
8. Do připraveného grafu $B(I)$ vynes získaná data a prolož je hladkou křivkou.
9. Okomentuj případné shody nebo rozdíly mezi tvou hypotézou a výsledkem měření.
10. Zformuluj závěr měření.

$\frac{l}{\text{cm}}$	20	25	30	35	40	45	50
$\frac{U}{\text{mV}}$	38	30	25	21	18	17	15
$\frac{B}{\text{mT}}$	1,216	0,960	0,800	0,672	0,576	0,544	0,480



Diskuse výsledků:

Na tomto místě se očekává, že studenti popíší shody nebo odlišnosti mezi předpovědí a výsledky měření. Rozdíl by se měli pokusit vysvětlit.

Závěr:

Z naměřených údajů vyplývá, že velikost magnetické indukce ve středu dlouhé cívky protékané proudem závisí na její délce. S rostoucí délkou cívky velikost magnetické indukce klesá.

Při bližším zkoumání (za použití např. MS Excel): Z rovnice proložené křivky vyplývá, že velikost magnetické indukce ve středu dlouhé cívky je nepřímo úměrná délce cívky.



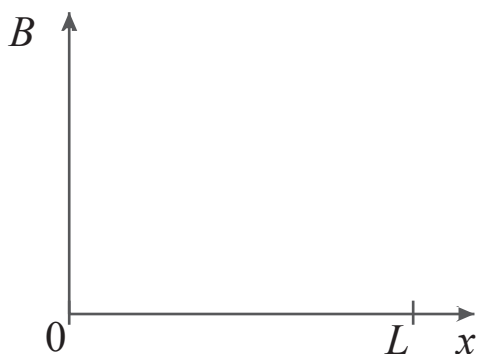
Část E. Průběh magnetické indukce na ose solenoidu.

V této části budeš zkoumat průběh magnetické indukce na ose solenoidu, tj. v závislosti na poloze uvnitř solenoidu.

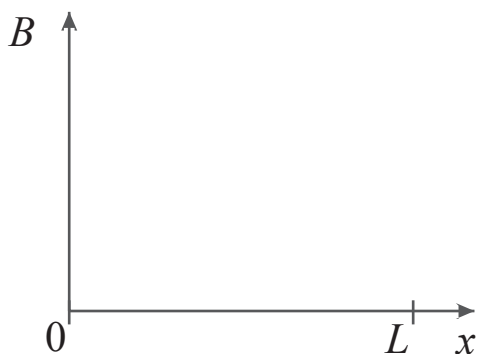
Ještě než se pustíš do měření, pokus se odhadnout, jak tato závislost vypadá. Svoji předpověď zakresli do připraveného grafu a krátce okomentuj. Poté diskutuj svoji hypotézu s kolegy ve tvém týmu a následně s celou třídou. Po každé diskusi můžeš předpověď změnit, ale načrtni ji vždy znovu – do nového grafu. Pokud tak neučiníš, napiš BZ (bez změny).

B ... velikost magnetické indukce na ose solenoidu

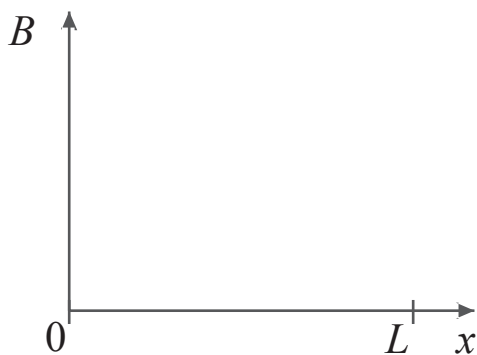
x ... pozice uvnitř solenoidu; L ... délka solenoidu



Moje samostatná předpověď.



Moje předpověď po diskusi v týmu.

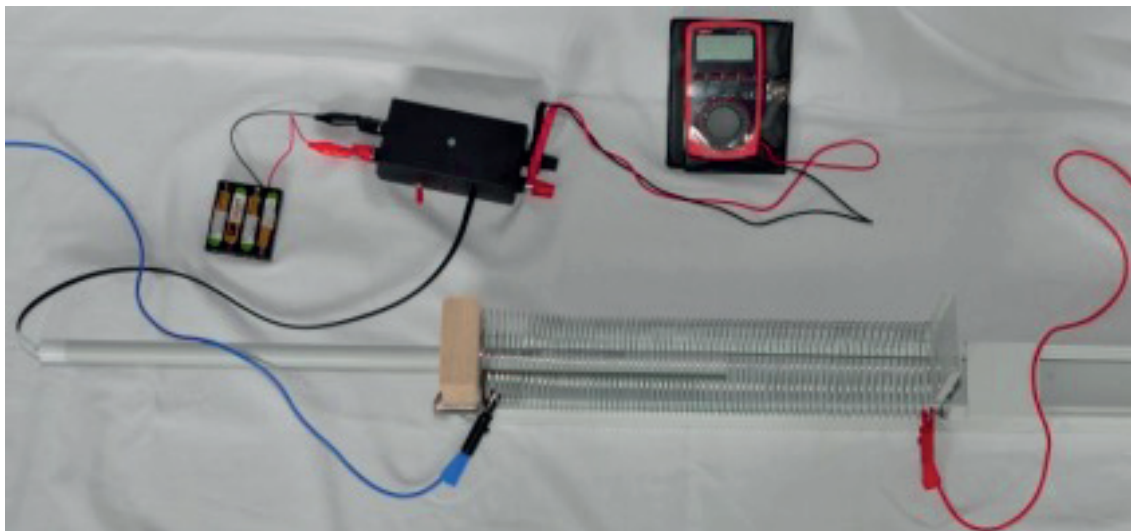


Moje předpověď po diskusi se třídou.



Aparaturu sestav podobně jako v části B, C a D: Mezi úchyty umístí 70 závitů a cívku natáhni na délku přibližně 40 cm. Sondu (konec trubičky) nastav na kraj cívky. K cívce připoj vodiče tak, aby byla společně s cívkami ostatních týmů součástí sériového obvodu. Jakmile bude tvůj tým připraven, přihlas se a vyučující celý obvod zkontroluje.

1
2
3
4
5
6
7
V

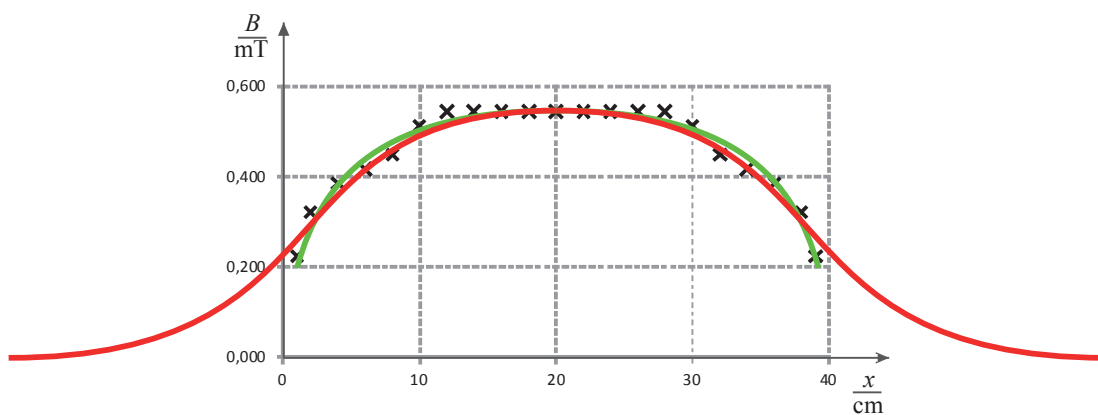


Experiment E.1:

1. Proveď experiment, kterým potvrdíš či vyvrátíš hypotézu.
2. Po kontrole obvodu zapni napájení sondy.
3. Zapni připojený voltmetr a stiskněte tlačítko „relative”.
4. Jakmile předcházející krok provedou všechny skupiny, vyučující zapne zdroj a nastaví proud procházející obvodem.
5. Pro nastavenou pozici urči napětí na Hallově sondě odpovídající velikosti magnetické indukce v daném místě a zapiš ji do tabulky.
6. Posuň sondu o 1 cm, znovu urči napětí na Hallově sondě a napětí zapiš do tabulky. Toto opakuj až na druhý konec cívky. Posun prováděj výhradně za tělo sondy – nedotýkej se cívky.
7. Pro všechny měřené délky cívky dopočítej velikost magnetické indukce na její ose. (Citlivost Hallovy sondy je 3,125 mV/G.)
8. Do připraveného grafu $B(x)$ vynes získaná data a prolož je hladkou křivkou.
9. Okomentuj případné shody nebo rozdíly mezi tvou hypotézou a výsledkem měření.
10. Zformuluj závěr měření.



$\frac{x}{\text{cm}}$	$\frac{U}{\text{mV}}$	$\frac{B}{\text{mT}}$	$\frac{x}{\text{cm}}$	$\frac{U}{\text{mV}}$	$\frac{B}{\text{mT}}$	$\frac{x}{\text{cm}}$	$\frac{U}{\text{mV}}$	$\frac{B}{\text{mT}}$
1	7	0,224	28	17	0,544			
2	10	0,320	30	16	0,512			
4	12	0,384	32	14	0,448			
6	13	0,416	34	13	0,416			
8	14	0,448	36	12	0,384			
10	16	0,512	38	10	0,320			
12	17	0,544	39	7	0,224			
14	17	0,544						
16	17	0,544						
18	17	0,544						
20	17	0,544						
22	17	0,544						
24	17	0,544						
26	17	0,544						

**Diskuse výsledků:**

Na tomto místě se očekává, že studenti popíší shody nebo odlišnosti mezi předpovědí a výsledky měření. Rozdíl by se měli pokusit vysvětlit.

Závěr:

Z grafu závislosti velikosti magnetické indukce na poloze uvnitř dlouhé cívky vyplývá, že



poblíž středu je velikost magnetické indukce přibližně konstantní. Ke krajům cívky pak postupně klesá. Na krajích cívky je v porovnání s jejím středem velikost magnetické indukce přibližně poloviční.

Pozn.:

V ukázkovém grafu je červeně zachycen průběh tak, jak by měl vypadat – dle teorie.

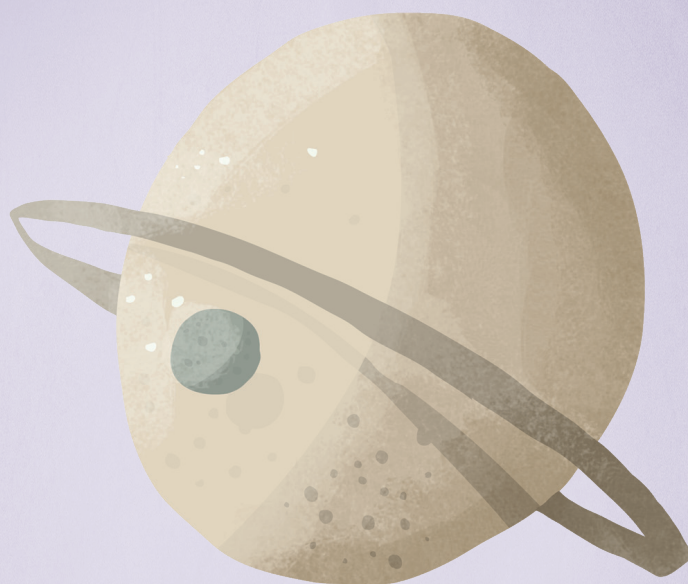
K nalezení takového průběhu bychom navíc museli proměřit velikost magnetické indukce na ose cívky i mimo ní. (Podle teorie má křivka na koncích cívky inflexní body.)

Je tak pravděpodobnější, že studenti budou spíše zachycovat průběh zakreslený zeleně.



Magnetické pole solenoidu

RNDr. Zdeněk Šabatka



www.otevrenaveda.cz



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ