

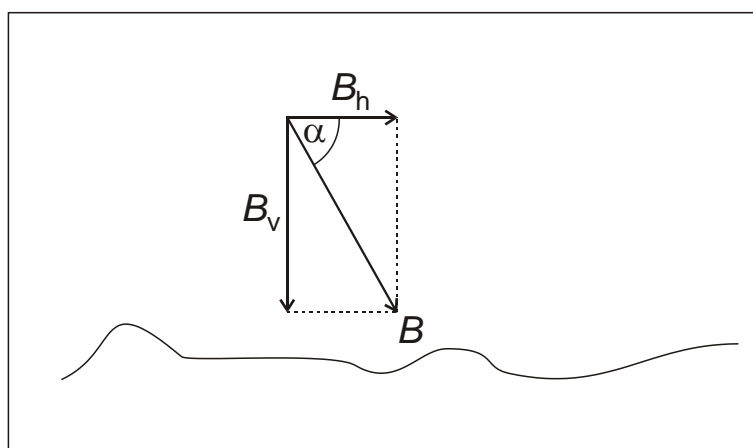
Stacionární magnetické pole

Magnetické pole se nachází v okolí planety Země, v okolí permanentních magnetů a také v okolí vodičů s proudem. Všechna tato pole budeme v laboratorní práci studovat za pomoci sondy pro měření magnetického pole - teslametru.

Pomůcky: LabQuest Vernier, sonda magnetického pole (Vernier), senzor proudu, válcový neodymový magnet, kompas, vrták, šroub, železná tyčka, kancelářské sponky, pravítko, zdroj napětí PS 302A, vodiče (z toho jeden dlouhý), rezistor $100 \Omega/25 \text{ W}$, 2 kolíčky, cívka se 100 závitů a 200 závitů, ampérmetr (Vernier).

Úkol č. 1: Prozkoumejte velikost a směr magnetické indukce Země. Vypočítejte inklinaci. Kterým směrem míří horizontální složka magnetické indukce?

Teorie 1: Magnetická indukce pole Země má na různých místech odlišnou velikost i směr. Vektor \vec{B} lze rozložit na horizontální složku B_h a vertikální složku B_v . Úhel α , který svírá \vec{B} s horizontální rovinou se nazývá inklinace a lze jej vypočítat ze znalosti B_h a B_v (obr. 1). Ze stejného obrázku lze vypočítat i velikost B .



Obr. 1 Rozklad magnetické indukce Země na horizontální a vertikální složku, inklinace α .

Postup 1: Sondu magnetického pole zapojíme do LabQuestu, přepneme na rozsah 0,32 mT a spustíme LabQuest. Nastavíme dobu měření na 180 s (*Senzory – Sběr dat*) a měření spustíme. Přepneme zobrazení na graf a spustíme tříminutové měření. Sondou otáčíme na stole v horizontální rovině a necháme si vykreslovat graf magnetické indukce. Hledáme maximální hodnotu B_h . Maximální hodnotu přečteme z grafu po ukončení měření. Měření spustíme znovu, přičemž sondu budeme držet ve vertikální poloze, a určíme hodnotu B_v . Zapišeme B_h a B_v , vypočteme α a pomocí kompasu ověříme, ve kterém směru má B_h největší hodnotu. Zapišeme hodnoty B_h , B_v , B , α . Kterým směrem míří sonda, když měří maximální B_h ?

Úkol č. 2: Prozkoumejte jak šroub, vrták a tyčka přitahují kancelářské sponky, když je k nim přiložený magnet a jak přitahují, když k nim magnet přiložený není. Změřte magnetickou indukci těsně nad šroubem (vrtákem, tyčkou), když je magnet přiložený. Změřte remanentní magnetickou indukci šroubu (vrtáku, tyčky), tedy bez přiloženého magnetu.

Teorie 2: Feromagnetické látky se v magnetickém poli zmagnetují a mohou pole zesílit. Po odstranění externího magnetického pole zůstává feromagnetické látce remanentní magnetická indukce B_r . Látky s vysokou B_r se nazývají magneticky tvrdé a látky s nízkou B_r se nazývají magneticky měkké. Při změně směru magnetické indukce externího pole lze těleso přemagnetovat.

Postup 2: Experimenty s magnetováním a se sponkami provádíme podle úkolu č. 2, sondu magnetického pole přepneme na rozsah 6,4 mT. Magnet ke šroubu (vrtáku, tyčce) přikládáme podle obr. 2.

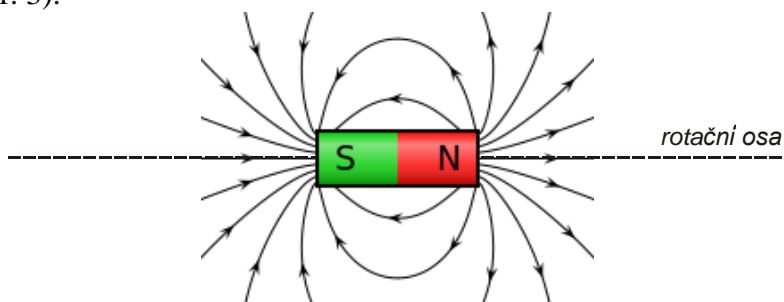


Obr. 2 Přiložení magnetu ke šroubu a vrtáku.

Popište přitahování kancelářských sponek ke všem třem tělesům. Zapište hodnoty B pro každé těleso s přiloženým magnetem a pak i remanentní magnetickou indukci B_r . Sondu přikládejte k tomu konci těles, kde byl přiložený magnet. K vrtáku přikládejte magnet pólem, který je označen písmenem V.

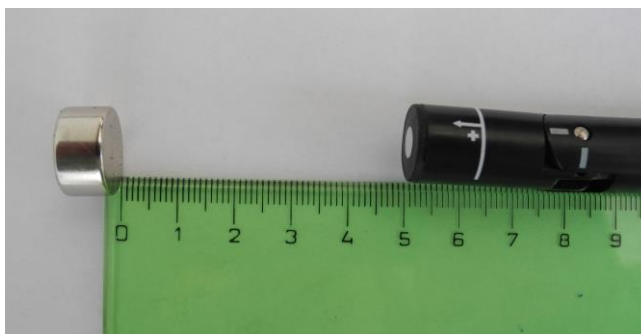
Úkol č. 3: Proměřte jak závisí velikost magnetické indukce na vzdálenosti od magnetu. Sestrojte graf závislosti velikosti magnetické indukce na vzdálenosti od magnetu. Klesá indukce nepřímo úměrně se vzdáleností?

Teorie 3: Je známo, že magnetické pole ve větší vzdálenosti od magnetu je slabší. Magnetická indukce při vzdalování od magnetu může měnit nejen velikost, ale i směr. Pokud budeme měřit magnetickou indukci ve směru rotační osy válcového magnetu, bude se měnit pouze velikost B , nikoli směr (obr. 3).



Obr. 3 Magnetické pole tyčového magnetu

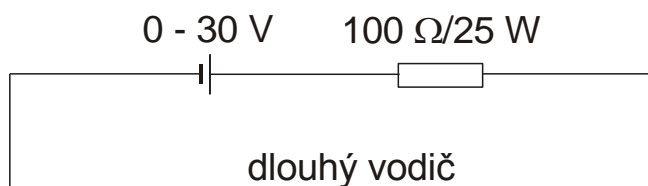
Postup 3: Podél pravítka umístíme sondu magnetického pole, na které nastavíme rozsah 6,4 mT a teslametr vynulujeme (*Senzory – Vynulovat – Teslametr*), abychom se zbavili vlivu magnetického pole Země. Pak přiložíme k pravítku magnet (obr. 4). Nastavíme vzdálenost 3 cm a zapíšeme B . Vzdálenost zvětšujeme po 1 cm až do 14 cm a do tabulky zapisujeme vzdálenost a magnetickou indukci. Z naměřených údajů sestrojíme graf: Závislost magnetické indukce na vzdálenosti od magnetu.



Obr. 4 Umístění magnetu a sondy magnetického pole podél pravítka.

Úkol č. 4: Zkoumejte magnetické pole kolem vodiče s proudem. Změřte magnetickou indukci přímého vodiče, cívky s hustě vinutými závitů a cívky s řídko vinutými závitů.

Postup 4: Zapojíme elektrický obvod, ve kterém bude zdroj napětí PS 302A v sérii s rezistorem $100\ \Omega$. Jeden vodič bude dlouhý (Obr 5). **Před připojením druhého vodiče ke zdroji napětí je třeba požádat vyučujícího o kontrolu zapojení!**

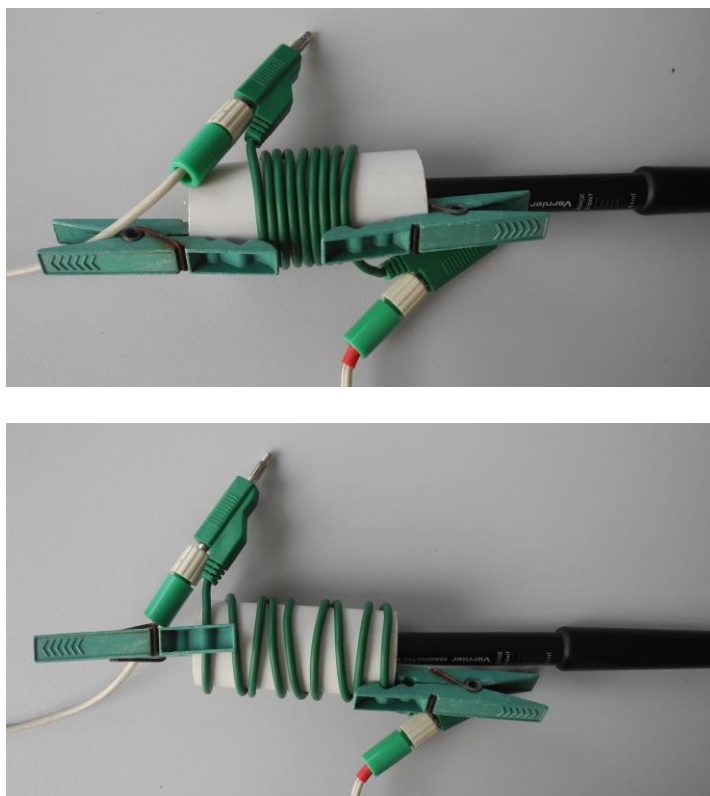


Obr 5 Schéma elektrického obvodu se zdrojem napětí PS 302A.

Otočným knoflíkem zvětšíme napětí zdroje na maximum (přepínač zdroje PS 302A je v horní poloze), čímž dosáhneme maximálního proudu. Sondu přepneme na rozsah 0,32 mT a přiložíme ji těsně k přímému vodiči. Jakou magnetickou indukci B_1 naměříme?

Napětí zmenšíme na nulu. Navineme dlouhý vodič hustě na plastovou trubku a zajistíme jej proti rozmotání dvěma kolíčky (obr 6 nahoře). Sondu vsuneme do středu cívky a napětí zdroje zvětšíme na maximum. Změříme B_2 při maximálním proudu.

Napětí zmenšíme na nulu a závitů cívky roztáhneme po celé trubičce (obr 6 dole). Proud opět zvětšíme na maximum a změříme B_3 .

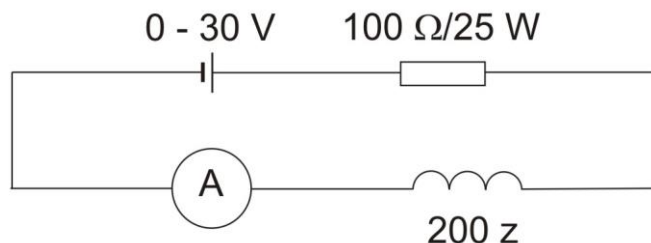


Obr 6 Cívka navinutá na plastové trubce s vloženou sondou magnetického pole. Nahoře hustě vinuté závitů, dole řídko vinuté závitů.

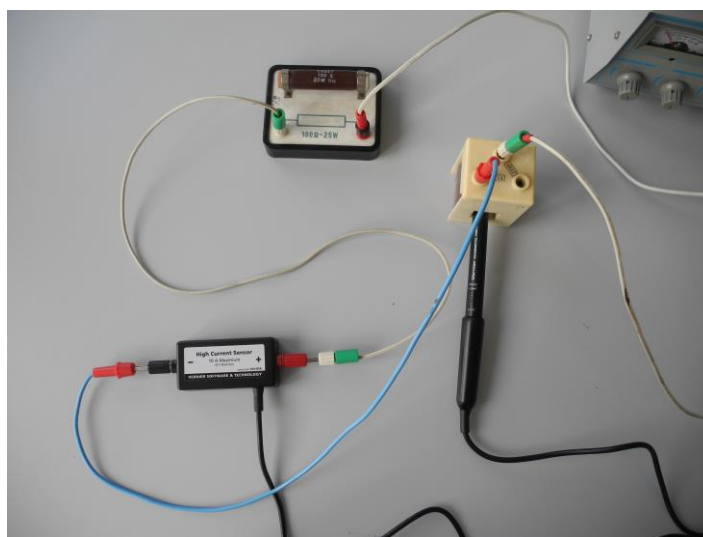
Varování: Rezistor se při průchodu maximálního proudu silně zahřívá. Není radno se jej dotýkat! Nezatěžujte jej zbytečně proudem, když neměříte.

Úkol č. 5: Změřte závislost magnetické indukce uprostřed dutiny v cívce na velikosti proudu procházejícího cívkou. Provedte pro cívky se 100 závitů a s 200 závitů. Do jednoho obrázku sestrojte oba grafy.

Postup 5: Elektrický obvod z obr. 5 upravíme připojením ampérmetru a cívky (obr. 7 a obr. 8). **Před připojením druhého vodiče ke zdroji napětí je třeba požádat vyučujícího o kontrolu zapojení!**



Obr 7 Schéma elektrického obvodu s cívkou 200 závitů.



Obr 8 Elektrické součástky a přístroje ze schématu na obr. 7.

Do LabQuestu jsou nyní zapojené dvě sondy – sonda magnetického pole (přepneme na rozsah 6,4 mT) a ampérmetr. V LabQuestu jsou připraveny dva grafy – měření B a měření I v závislosti na čase. Je třeba nastavit jeden graf, který bude mít na ose x elektrický proud a na ose y magnetickou indukci: *Kliknout na ikonu grafu (horní menu) – Graf – Ukázat graf, vybereme graf magnetické indukce I a u něj čas na ose x změníme na elektrický proud (kliknutím na popisek času)*. Nastavíme dobu měření na 20 s (*Senzory – Sběr dat*) a spustíme měření. Během dvaceti sekund zvětšíme napětí zdroje z minima na maximum, počkáme na konec měření a snížíme napětí na nulu (zahřívání). Z křivky přečteme hodnoty B a I nejméně 10 bodů a zapíšeme do tabulky.

Cívkou se 100 závitů zaměníme za cívkou s 200 závitů a postup zopakujeme. Sonda umístěná v dutině nesmí změnit polohu! Obě tabulky využijeme pro sestavení dvou grafů: Závislost B na I do jednoho obrázku.

Poznámka: Sondy měří magnetickou indukci kladnou nebo zápornou (jde o orientaci pólů) a také proud měří kladný nebo záporný. Nastavte si měření tak, aby indukce i proud byly kladné.

Závěr: Ke každému úkolu provedeme shrnutí, okomentujeme grafy.

Doplňkové úkoly:

1. Přitahují se mince k magnetu? Kolik jich magnet udrží zavěšených pod sebou?
2. Říká se, že člověk by neměl kompasem určovat světové strany v blízkosti železných předmětů. Vyzkoušejte, jak ovlivňují strelku kompasu železné zárubně dveří. Který pól strelky se přitahuje nahore a který dole? Dokážete to vysvětlit?
3. Póly magnetu nejsou označené. Jak určit severní pól, když nemáme sondu magnetického pole ani jiný označený magnet? Vyzkoušejte.