2. Mágneses alapkísérletek

Tartalom

Kulcstartalmak 2
1. Permanens mágnes terének vizsgálata 3
a) Permanens (rúd)mágnes terének vizsgálata iránytűvel 3
b) Permanens (rúd)mágnes terének vizsgálata plexis fém-rudacska sokasággal 3
c) Mágneses erővonalak szemléltetése vasreszelékkel, rúd- és patkómágnes esetén 4
2. Egyéb kísérletek permanens mágnessel 5
a) Mágnes „kettétörése” 5
b) Felmágnesezés, mágnesség elvesztése 6
c) Mágneses megosztás 7
3. Az áram mágneses terének kimutatása 7
4. Áramjárta vezetők mágneses terének szemléltetése vasreszelékkel 9
a) Áramjárta egyenes vezető mágneses mezőjének demonstrációja 9
b) Áramjárta vezetőhurok mágneses mezőjének demonstrációja 10
c) Áramjárta kis menetszámú egyenes tekercs mágneses mezőjének demonstrációja 11
d) Áramjárta tekercs (külső) mágneses terének vizsgálata kis mágnestűvel, mint mérődipóllal 11
5. Áramjárta tekercs belsejében kialakuló mágneses tér mennyiségi jellemzése 12
a) Az áramerősségtől való függés vizsgálta 14
b) A menetszámtól való függés vizsgálata 15
c) A tekercs hosszától való függés vizsgálata 16
d) A tekercs átmérőjétől való függés vizsgálata 16
6. Mérőkeretre ható forgatónyomaték bemutatását szolgáló demonstrációs kísérlet állandó mágneses térben 16
a) A mérőkeret áramerősségétől való függés vizsgálata 19
b) A mérőkeret területétől való függés vizsgálata. 20

Kulcstartalmak

- Para-, dia-, ferromágnesség
- Mágneses indukció vektor, mágneses indukcióvonalak és tulajdonságaik
- Elemi / atomi mágnesek
- Áram mágneses hatása
- Áramjárta egyenes vezető és tekercs mágneses mezője
- Áramjárta vezetőkeretre ható forgatónyomaték, mágneses indukció definiciója

1. Permanens mágnes terének vizsgálata

A kísérlet célja

A diákok számára sokszor nehézséget okoz az elektromos és a mágneses mezők elkülönítése. Bár tényleg vannak hasonlóságok a két mező tulajdonságai között, a különbségek természetesen nagyon fontosak. A két fogalom tudatos szétválasztása érdekében fontos, hogy a mágneses mező tulajdonságait minél jobban megismerjék és rögzíthessék a diákok. Ebben a munkában nyújtanak hasznos segítséget a mágneses mező és jelenségek bemutatását célzó alábbi kísérletek.
Megjegyzés: a mágnesek sajnos sok esetben rosszul vannak festve!

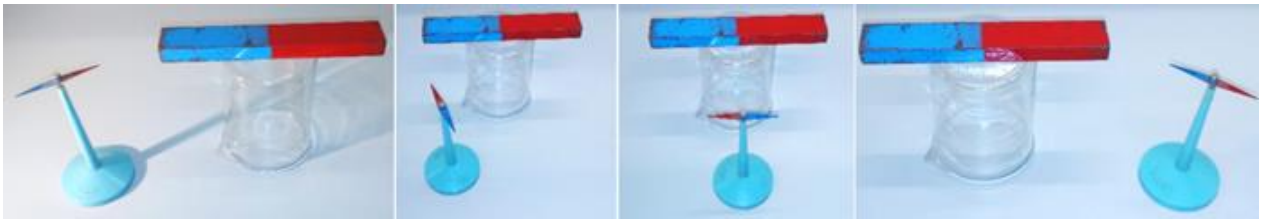
Szükséges anyagok, eszközök

- Tűn forgó iránytű, permanens rúd- és patkómágnes
- Üvegpohár (mint állvány)
- 4 db plexis fém-rudacska sokaság
- Üveglap, durva szemcsés vasreszelék, tölcsér és papírlap (visszatöltéshez)

a) Permanens (rúd)mágnes terének vizsgálata iránytűvel

Leírás

Az ábrán látható módon helyezzük el a rúdmágnest az üvegpohárra – így a mágnes optimális magasságba kerül az iránytűvel. Az iránytűt a mágneshez – nem túl – közel mozgassuk a mágnes körül. *Megjegyzés:* Ha az iránytű túl közel kerül a mágneshez, akár le is ugorhat a helyéről.



Permanens rúdmágnes mezőjének szemléltetése

Feladatok

- Figyeljük meg az iránytű irányítottságát a különböző helyzetekben. Mit állíthatunk ezekről az irányokról?

Elméleti és módszertani kérdések

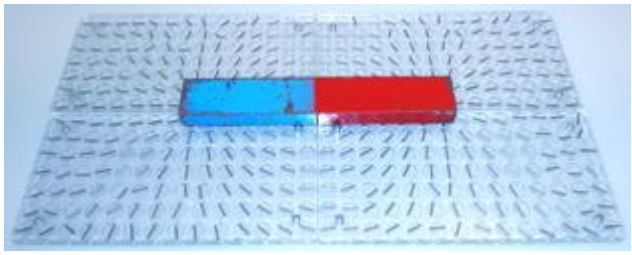
- Mit állíthatunk a Föld sarkain létrejövő mágneses pólusokról? Készítsen a Föld földrajzi és mágneses pólusait bemutató táblai ábrát!

b) Permanens (rúd)mágnes terének vizsgálata plexis fém-rudacska sokasággal

Leírás

A mágneses mező finomabb szemléltetésére használhatjuk a plexi lapok belsejében könnyen elmozduló is fém-rudacskák sokaságát. Kellő rázogatás után a kis fém rudak rendezetlenül állnak,

ám ha – kellően erős – rúdmágnest fektetünk rájuk, a kis fém-rudak a külső mezőnek megfelelően – a súrlódás miatt többé-kevésbé – rendeződnek. A rúdmágnes elvétele után vizsgálja meg a mágnes „alatti” mező képét is! • Ismételje meg a kísérletet patkómágnessel is! Mit tapasztal?



Elméleti és módszertani kérdések

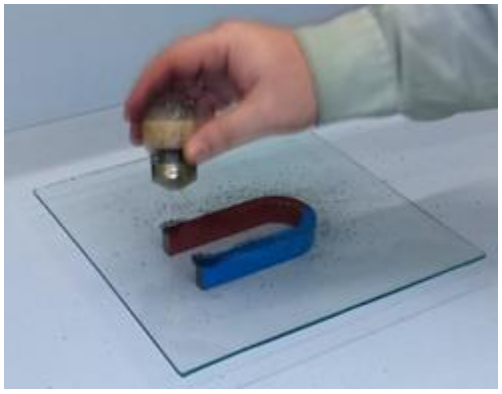
- A mágneses indukcióvonalak milyen tulajdonságait lehet ezzel a kísérlettel szemléltetni?
- Számítógépen is szemléltethetjük a mágneses mező tulajdonságait. Az egyik ilyen lehetőséget a linkre kattintva (vagy a QR kódot követve) érheti el. Link

c) Mágneses erővonalak szemléltetése vasreszelékkel, rúd- és patkómágnes esetén

Leírás

Rúd- vagy patkómágnesre helyezett üveglapra egyenletesen szórt, majd kicsit megrázogatott vasreszelék esetén is szépen kirajzolódnak a mágneses mező indukcióvonalai.

Megjegyzés: Fontos, hogy a mágnes és a reszelék végig az üveglap különböző oldalán legyenek, különben nehéz és időigényes a mágnesről a reszeléket leszedegetni. A kísérlet végeztével a vasreszeléket papírlapra érdemes szórni, mert úgy egyszerűen vissza lehet a tárolóba juttatni.



Vasreszelék szórása a mágnesre helyezett üveglapra

Feladatok

- Végezze el a következő 4 összeállítás esetén az indukcióvonalak szemléltetését: rúdmágnes, patkómágnes, két rúdmágnes azonos, valamint ellentétes pólusai egymástól 1-2 cm távolságra. Készítsen az összeállításokban bemutatott mezőkről táblai ábrákat!

2. Egyéb kísérletek permanens mágnessel

A kísérletek célja

A mágnesség és a mágneses mező egyéb fontos tulajdonságait szemléltetése egyszerű kísérletekben.

Szükséges eszközök

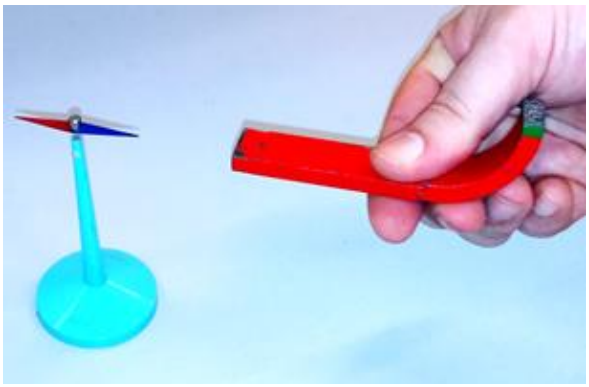
- Törött mágnes, rúdmágnes, iránytű
- Üvegpohár, (ferromágneses) kulcs
- Erős mágnes (esetleg neodímium, külön tárolva, laborvezetőtől kell kérni)
- Fa állvány

a) Mágnes „kettétörése”

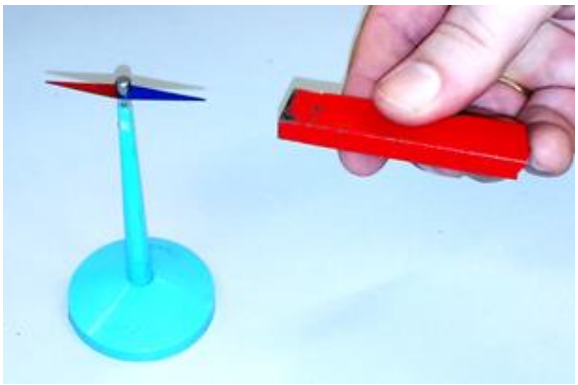
Leírás

Rúdmágnes kettétörésével a mágneses pólusokat nem lehet kettéválasztani, hiszen nem létezik mágneses monopólus. A kettétört mágnes darabjait egyenként közelítse az iránytűhöz, és határozza meg a darabok polarizációját!

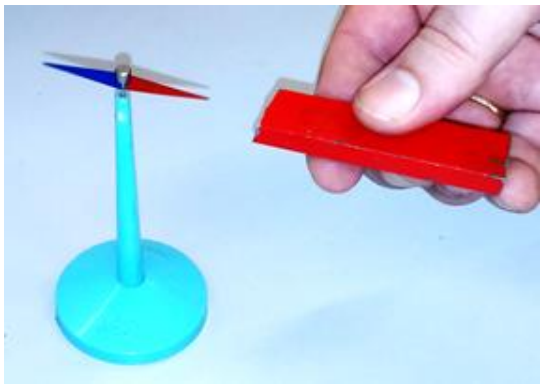
Az iránytűk festése néha kissé véletlenszerű



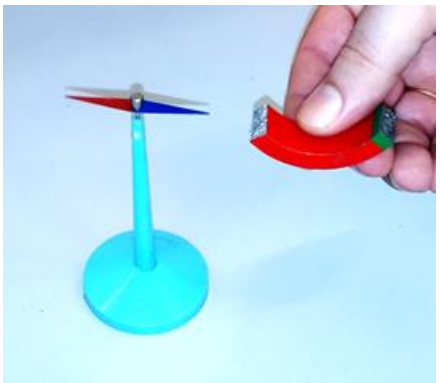
„Egész” mágnes



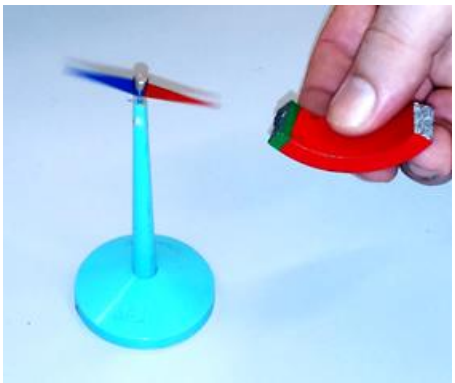
Az egyenes mágnes „ép” vége



Az egyenes mágnes „törött” vége



Görbe mágnes „törött” vége



Görbe mágnes „ép” vége

Elméleti és módszertani kérdések

- Definiálja az északi és déli pólusok fogalmát! Táblai ábrán szemléltesse és magyarázza, egy széttört, de összeillesztett mágnes indukcióvonalai segítségével a mágnesdarabok polaritását!

b) Felmágnesezés, mágnesség elvesztése

Leírás

Helyezzünk egy vasból készült (ferromágneses) kulcsot az üvegpohárra, egy iránytű közelébe – a iránytűhöz ne túl közel, hogy ne vonzza jelentősen vasat –. Ekkor az iránytű továbbra is észak felé mutat. Ezután a kulcsot elemelve, rajta erős (neodímium) mágnest többször azonos irányban végig húzva, a kulcs atomi mágnesei – bizonyos mértékben – rendeződnek, s így a kulcs felmágneseződik. A kulcsot az üvegpohárra visszahelyezve az iránytű kitér a felmágnesezett kulcs felé. Végül a kulcsot néhányszor ütögesse kemény felületnek – pl. az asztalhoz. Ha ezután visszahelyezzük a kulcsot a pohárra, az iránytű ismét északi felé mutat, mert a kulcs elvesztette mágneses tulajdonságát.

Felmágnesezett kulcs iránytű közelében

Felmágnesezés előtte, vagy ütögetés utáni kulcs iránytű közelében

Elméleti és módszertani kérdések

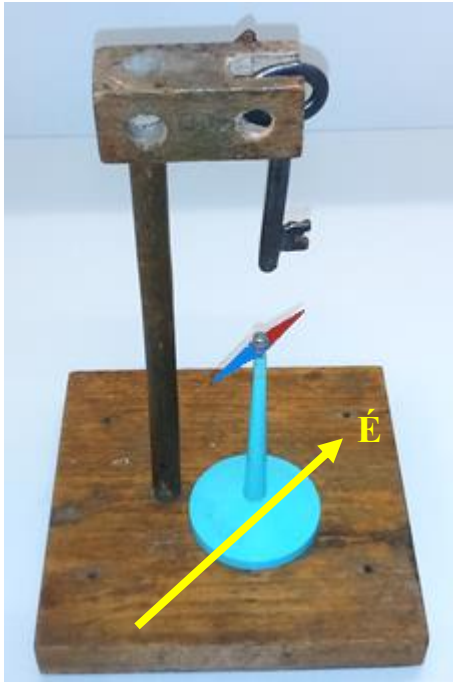
- Vázlatpontokba szedve röviden mutassa be a felmágnesezés és a mágnesezettség elvesztésének folyamatát!

- Az ütögetés mellett milyen más hatás következtében veszteheti el mágneses tulajdonságát egy ferromágneses anyag?

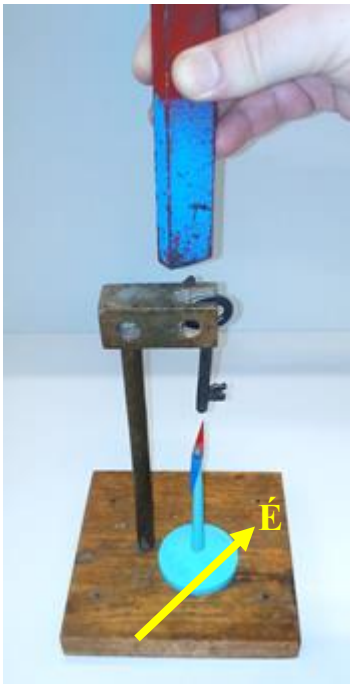
c) Mágneses megosztás

Leírás

Nem mágneses ferromágneses anyagból készült testek akkor is mutathatnak ideiglenes mágneses tulajdonságokat, ha a hozzájuk csak közelítünk egy mágnest. Ennek demonstrálására helyezzünk a fa állványba egy nem mágneses kulcsot, s alá – nem túl közel – egy iránytűt, mely ilyenkor észak felé mutat. Ekkor felülről, hogy az iránytűt direkten ne zavarjuk meg jelentősen, közelítsünk lassan kulcshoz egy – nem túl erős – állandó mágnessel. A külső mágneses mező hatására a ferromágneses anyag atomi mágnesei – részben – rendeződnek, így a külső mágneses mező jelenlétéig – jelen esetben a kulcs – mágnesként viselkedik, így a mágnes a kulcs felé kitér. Amint elvesszük az állandó mágnest a kulcs felől, a mágnes újra északi irányba áll be. A kísérletet végezze el úgy is, hogy a kulcshoz a permanens mágnes déli, és úgy is, hogy az északi pólusával közelít!



Alapállapot



Mágneses megosztás demonstrációja

Elméleti és módszertani kérdések

- Készítsen egyszerű táblai ábrát a jelenség magyarázatához!

3. Az áram mágneses terének kimutatása

A kísérlet célja

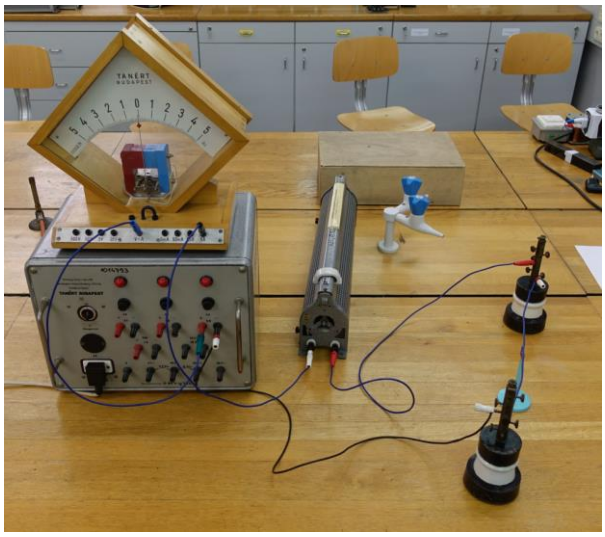
Az áram mágnesre gyakorolt hatásának kimutatása, Oersted történelmi kísérletének modellezése

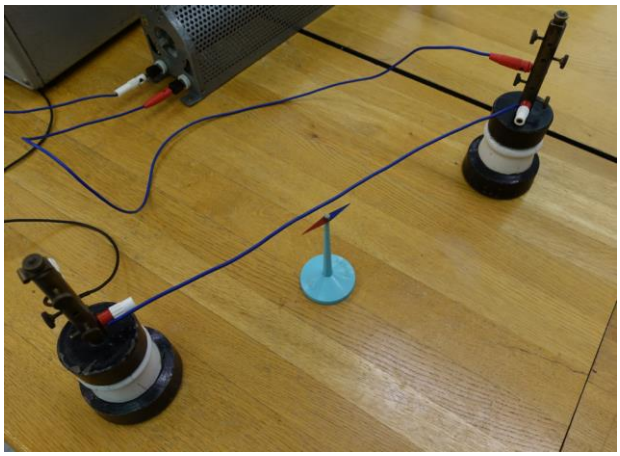
Szükséges anyagok, eszközök

- drótközpont, 2 db
- röpzsinórok
- iránytű, emelvénnyel
- tolóellenállás, 13 Ω
- Tápegység (Tanért 1, egyen- és váltóáramú forrás)
- demonstrációs V/A mérő

Leírás

Szorítsuk egy kb. 20-30 cm hosszúságú röpzsinór végeit egy-egy drótközpontba! Érdemes a drótközpont alsó lyukait használni, hogy a kábel alacsonyan fusson. A zsinórt feszítsük ki és állítsuk be a mágneses észak-déli irány mentén! (A kép alapján látható, hogy mi az észak-déli irány a laborban. Ha a mágnestű döntően másfelé áll, akkor lehet, hogy valami állandó mágnes, vagy ferromágneses anyag zavarja. Ekkor ellenőrizni kell a fiókokat, vagy át kell helyezni a kísérleti összeállítást.) A befogott zsinórt kapcsoljuk a 4 V-os egyenfeszültségre és kapcsoljunk vele sorba egy árammérőt (maximális, 5 amperes méréshatáron) és egy 13 Ω-os tolóellenállást. A tolóellenállást állítsuk be úgy, hogy az áramerősség 4 A legyen, majd kapcsoljuk ki a tápegységet.





Állítsunk a kifeszített zsinór alá, a zsinór közvetlen közelébe iránytűt! Szükség esetén tegyünk alá kis emelvényt, hogy a mágnestű nagyon közel legyen a zsinórhoz.

Figyelem!

A 4 A áramerősséget a tolóellenállás minimális állásánál lehet elérni. Ekkor már érzékeny a műszer (kis mozdításra is nagyot ugrik az áramerősség), ezért óvatosan kell beállítani.

Feladat

- Kapcsoljuk be a tápegységet és figyeljük meg, hogy az iránytű kissé kimozdul eredeti helyzetéből!
- Fordítsuk meg az áram irányát! Figyeljük meg most is az iránytű viselkedését!

- Adjon magyarázatot az iránytű elfordulására! A magyarázat során térjen ki a kétféle áramirány esetére!

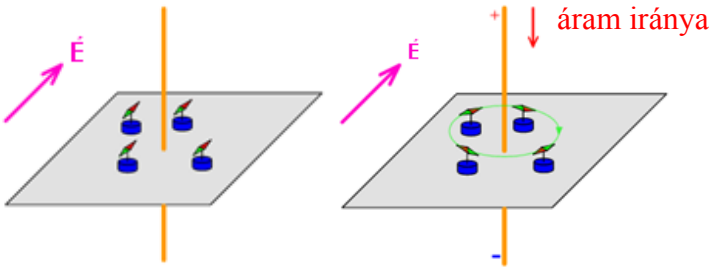
Elméleti és módszertani kérdések

- Hogyan tudná egy osztályteremben minden diák számára jól láthatóvá tenni a kísérletet?
- Miért szükséges viszonylag nagy (kb. 4 A) erősségű áram a kísérlet sikeréhez?

4. Áramjárta vezetők mágneses terének szemléltetése vasreszelékkel

A kísérletek célja

A mágnesesség a permanens mágnesek mellett az áramok fontos tulajdonsága is. A jelenség alapjainak egyszerű és jól érthető bemutatásához szolgálnak az alábbi kísérletek. A jelenségek magyarázatának alapja szinte minden esetben visszavezethető az áramjárta hosszú egyenes vezető mágneses terének modelljére.



Áramjárta hosszú egyenes vezető mágneses terének szemléltetése

Szükséges eszközök

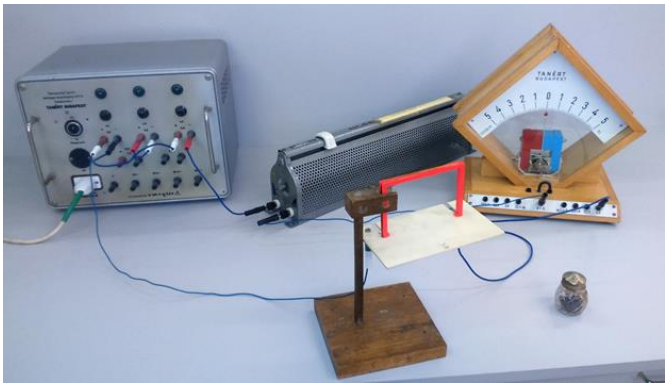
- Áramforrás (Tanért 1, egyen- és váltóáramú forrás)
- Röpzsinórok
- Tolóellenállás (13 Ω)
- Állvány (fa/fém)
- Műanyag lapra merőleges szögletes tekercs, hurok és ritka menetű tekercs
- 1 db fehér és fekete vezetékekkel (2x48 menet) ellátott tekercs (ún. csévetest) 28 cm hosszúsággal és 12 cm átmérőjű, 1 db állvány
- Vasreszelék, tölcsér, papír
- Középállású áramerősségmérő műszer (Tanért)
- Műanyag tálca

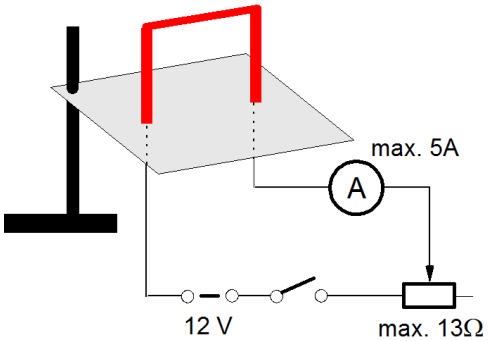
a) Áramjárta egyenes vezető mágneses mezőjének demonstrációja

Leírás

Egy műanyag lapon átszúrt egyenes vezetőn, ha kellően nagy áramerősségű áramot vezetünk, akkor a lapra szórt vasreszelék a vezető körüli körkörös mintázatot vesz fel. Mivel ehhez egyszerű vezető esetén veszélyesen nagy áramot kellene keresztül vezetni, ezért többszörösen feltekercselt egyenes vezeték szakaszt használunk, mert így jóval kisebb – 2-3 A erősségű – áram is elegendő.
A kísérleti összeállításhoz az ábrán látható módon állítsuk össze az áramkört a változtatható feszültségű tápegységből (12V egyenfeszültségen), áramerősségmérő műszerből (maximális, 5 amperes méréshatáron) változtatható tolóellenállásból (max. 13 Ω), és tartóállványba rögzített áramjárta keretből. Ha az áramerősségmérő műszer a tolóellenállás beállítása után kb. 3 A értéket

mutat, szórjon – relatív – durva szemcsés vasreszeléket a műanyag lapra. A lap finom ütögetése mellett kialakul a fent leírt mintázat, mely jól szemlélteti az egyenes vezető mágneses mezőjét.
Megjegyzés: A tolóellenállás kezdetben középállásban legyen! A műanyag lap alá helyezzünk műanyag tálcát, hogy a vasreszelék ne szóródjon szét az asztalon





Kísérleti összeállítás képe és kapcsolási rajza áramjárta „egyenes” vezetővel (szögletes tekercs)

Elméleti és módszertani kérdések

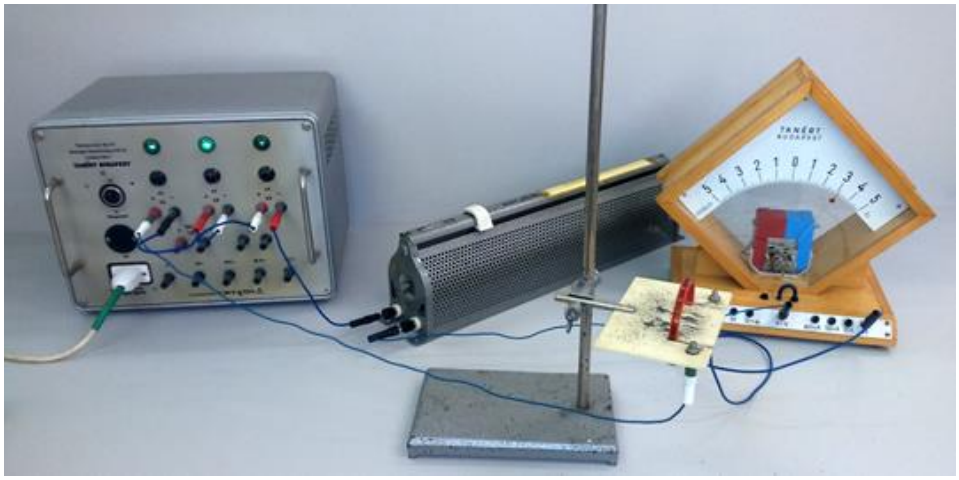
- Készítsen táblai ábrát az áramjárta egyenes vezető mágneses mezőjének bemutatásához! Mitől függ a mágneses indukció nagysága az áramjárta egyenes vezető körül? Válaszát képlet segítségével és annak értelmezésével adja meg!

b) Áramjárta vezetőhurok mágneses mezőjének demonstrációja

Leírás

Az előző mérési összeállításban cseréljük le a vezetőkeretet egy hurokra, s szórjuk az előzőleg használt vasreszeléket a hurok körüli műanyag lapra.

Megjegyzés: Ez esetben csak egyszeres vezető lévén, a jelenség az előzőnél valamelyest gyengébb.



Kísérleti összeállítás áramjárta tekerccsel

Elméleti és módszertani kérdések

- Készítsen a mágneses mezőt bemutató táblai ábrát!

c) Áramjárta kis menetszámú egyenes tekercs mágneses mezőjének demonstrációja

Leírás

Az előző mérési összeállításban cserélje le a vezetőkeretet egy kis menetszámú tekercsre, s szórja az előzőleg használt vasreszeléket a hurok körüli lapra.

Kísérleti összeállítás áramjárta hosszú tekerccsel

Elméleti és módszertani kérdések

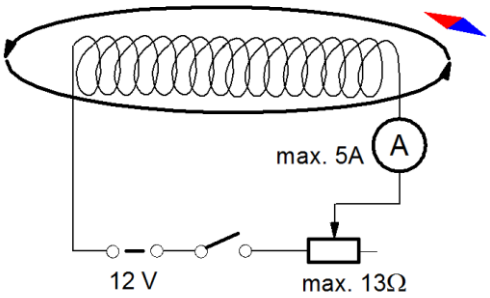
- Készítsen a mágneses mezőt bemutató táblai ábrát!
- Milyen mennyiségek befolyásolják a tekercs belsejében létrejött mágneses indukció nagyságát? Válaszát az idevágó képlet analízisével adja meg!

d) Áramjárta tekercs (külső) mágneses terének vizsgálata kis mágnestűvel, mint mérődipóllal

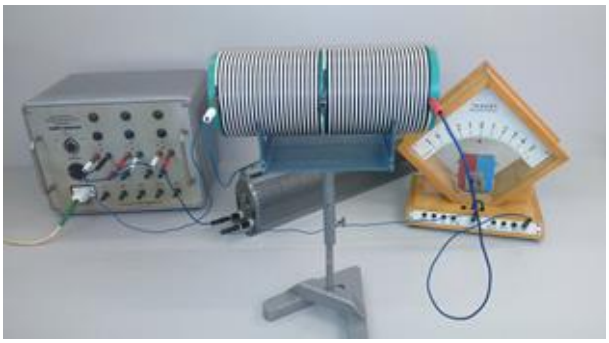
Leírás

Tegyünk a képen látható tekercset állványra. A tekercs egyik menetsorát (pl. fehér) kössük az előbb összeállított áramkörre – 12 V egyenfeszültség, 13 Ω tolóellenállás, max. 5 A áramerősségű árammérő –, s állítsuk a tolóellenállást úgy, hogy kb. 3 A áramerősség folyjon a tekercsben. Mozgassa a tekercs körül a kézben tartott mágnestűt!

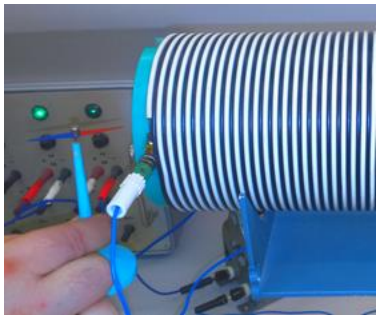
Megjegyzés: A 3 A áramerősséget néhány másodpercnél hosszabb ideig ne lépjük túl, az 5 A áramerősséget pedig egyáltalán ne.



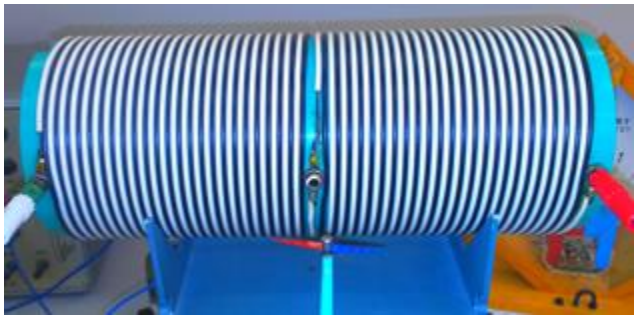
Az összeállítás elvi ábrája (kapcsolási rajza)



A kísérleti összeállítás



Iránytű a tekercs végénél



Iránytű a tekercs oldalában

Feladatok

- Határozza meg a jobb kéz-szabály és a kísérlet segítségével a tekercs északi és déli pólusát! Ábrán szemléltesse gondolatmenetét!

Elméleti és módszertani kérdések

- Soroljon fel módszereket a tekercs körüli mágneses mező nagyságának növelésére!

5. Áramjárta tekercs belsejében kialakuló mágneses tér mennyiségi jellemzése

A kísérletek célja

A mágneses kölcsönhatások során a fellépő erőhatások sokszor forgatónyomatékot is eredményeznek. Mivel a forgatónyomaték jól mérhető, így segítségével könnyen vonhatunk le következtetéseket a mágneses mező nagyságáról. A méréshez torziós ingát használunk, melynek elfordulásából jól következtethetünk a forgatónyomaték, és így a mágneses indukció nagyságára és akár irányára.

Feladatunk annak megállapítása, hogy a tekercs belsejében kialakuló (homogén) mágneses mező indukciója hogyan függ a tekercs adataitól (hossz, menetszám, átmérő) és a tekercsen átfolyó áram erősségétől.

A kérdés eldöntésére három – esetleg négy – méréssorozatot végzünk. Minden sorozatban a vizsgált mennyiségen kívül a többi mennyiséget változatlanul tartunk. A mérésekhez a torziós inga szigetelő befogójába helyezett kis mágneses dipólt (kis rúdmágnest) használunk.

Szükséges eszközök

- Torziós inga, kis tükörrel, vizeskádas csillapítással
- Áramforrás (Tanért 1, egyen- és váltóáramú forrás)
- Áramerősségmérő (Tanért)
- Röpzsinórok
- max 13 Ω ellenállású tolóellenállás
- 12V váltófeszültségű lámpa, skálázott ernyővel állványon
- 2-2 db fehér és fekete vezetékekkel (2x 48 menet) ellátott tekercsek (ún. csévetestek) 28 cm hosszúsággal és 7 vagy 12 cm átmérővel, 2 db állvány

Megjegyzés:
A torziós inga – egyebek mellett – a mágneses tér mágnesdipólra, körvezetőre gyakorolt forgatónyomatékának, egyenes vezetőre gyakorolt erőhatásának kimutatására alkalmas. A mérleg elfordulását fénymutatóval figyelhetjük meg: Ehhez a mérlegtől 0,5-1,5 méterre elhelyezett 12 V-os lámpát helyezünk, s a torziósszálra helyezett kis tükröt úgy világítjuk meg, hogy a visszavert fény a rés-kivetítővel – azaz a lámpával – közös állványon található skálázott ernyő közepére essen. A torziós szál felső befogásánál található forgatható dob forgatásával állítsuk a dobot 0 állásba. A mérleg kitéréseit követő lengésének csillapítását a vizesedénybe merülő csillapító lapát biztosítja.

A mágneses tér hatására a fénymutató helyzete megváltozik. A mágneses tér jelenlétében ugyanis a mérődipólra (azaz a kis rúdmágnesek a torziós szál tartójában, vagy később a torziós szálra illesztett mérőkeretre) ható forgatónyomaték miatt a szál elcsavarodik, és a fénymutató elmozdul. A torziós fej (dob) ellentétes irányú elfordításával visszaállítjuk a kezdő helyzetet, és az elfordítás szögét leolvassuk. A jelenlévő mágneses tér térerőssége ezzel a szöggel arányos.

Figyelem: *A dobon levő szögbeosztás nem szabványos: a teljes szögnek kb. 300 egység felel meg!*

A készlethez tartozó csévetesteken két egymástól független (egy fehér és egy fekete) egymással párhuzamosan csévélt, 48 menetes tekercs van. A nagyobb tekercsek közepén (a 24-dik menetnél) banánhüvelyes csapolás található. ezzel a megoldással lehet pl. állandó menetszám mellett a tekercs hosszát felezni, vagy állandó tekercshossz mellett a menetszámot megkettőzni.

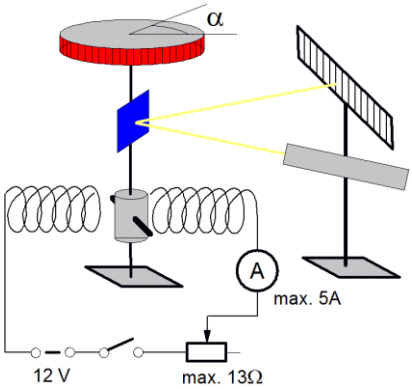
Ha a tekercs (szolenoid) belsejében térerősséget akarunk mérni, akkor a mérődipólt – vagy a mérőkeretet – a szolenoid belsejébe kell tenni. Ez úgy történik, hogy a dipólt – vagy a keretet – két sorba kötött szolenoid közé fogjuk. A mérődipól ill. a mérőkeretet síkjának normálisa – alaphelyzetben – a tekercs tengelyére merőleges legyen. Az áramot a szolenoidra – majd később az áramjárta mérőkeretre – árammérőn és megfelelő tolóellenálláson keresztül sorba kapcsoljuk. A szolenoid tekercs esetén max. 13 Ω, mérőkeret esetén max. 105 Ω ellenállású tolóellenállást használjunk!

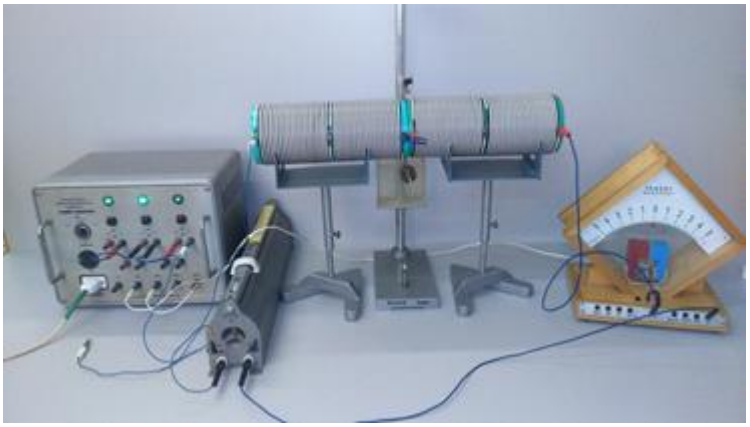
a) Az áramerősségtől való függés vizsgálta

Leírás

Toljuk össze a két d = 12 cm átmérőjű csévetestet, készítsünk ezekből pl. a fehér menet felhasználásával egy L = 56 cm hosszú, N = 96 menetes tekercset. Tartsuk ezt a három mennyiséget állandónak.

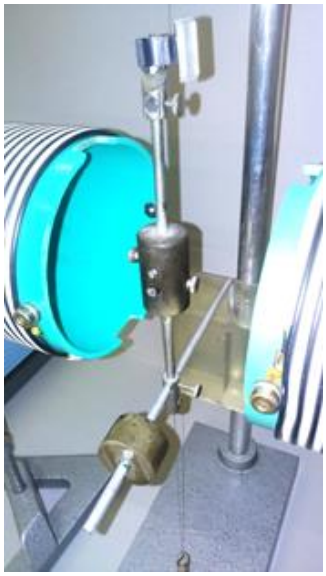
Kapcsoljunk a tekercsre – az előző kísérletekben már megszokott módon, 5 A-re biztosított, max. 13 Ω ellenállású tolóellenálláson és árammérő műszeren keresztül – 12 V egyenfeszültséget. Változtassuk a tekercs I gerjesztőáramát 0,5 A-től fél amperes lépésekben 4 A-ig. A fénymutató elmozdulásai után kompenzáljuk az elfordulást a torziós fej visszafordításával, s olvassuk le ezt a φ szöget.

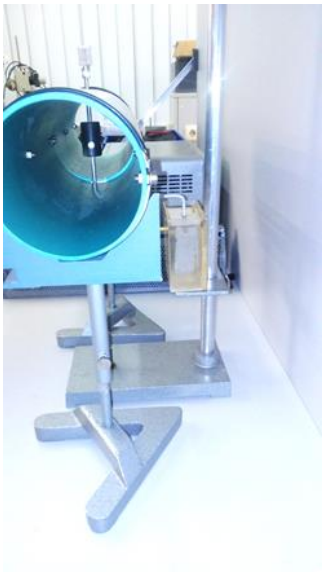




Kísérleti összeállítás kapcsolási rajza és képe

Kis mérődipólok





Torziós szál, vizeskádas csillapítás, kis mágnesrudak a középen levő „tartóban” elől és oldalnézetből

A tükör megvilágításának összeállítása – kikapcsolt állapotban

A tükör megvilágításának összeállítása – bekapcsolás után

Feladatok

- 0,5 A – 4 A áramerősség között fél amperes lépésekben mérje meg az elfordulás szögét, majd ábrázolja az elfordulás szögét az áramerősség függvényében!

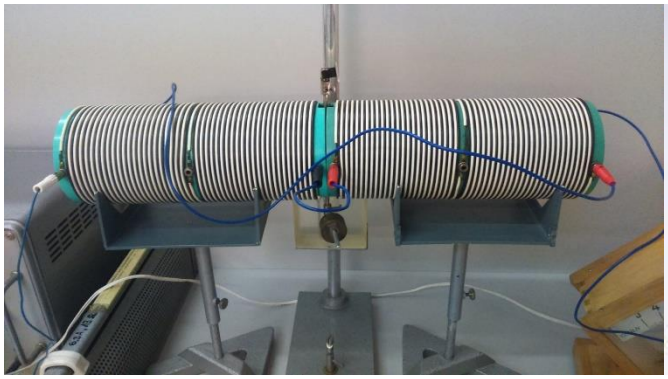
Elméleti és módszertani kérdések

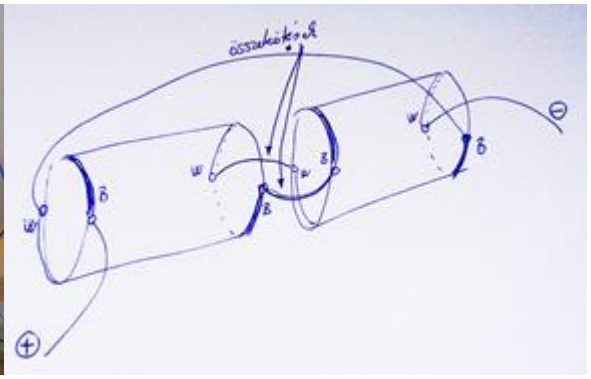
- Hogyan változnának a mérési eredményei, azonos hosszúságú, de erősebb mérődipólt használt volna?

b) A menetszámtól való függés vizsgálata

Leírás

Tartsuk az előző összeállítás átmérő és hosszúság adatát állandónak. A menetek átkötésével duplázzuk meg a menetszámot (N = 192) a következő ábrákon látható módon. Végezzük el az előző pontnak megfelelő mérési sorozatot.





A fehér és fekete menetek együttes bekötése – fotó és vázlatos ábra (B: black, W: white)

Feladatok

- Mérje meg az elfordulás szögét az átfolyó áramerősség függvényében! Eredményeit foglalja táblázatba, s az előző mérési sorozat eredményeivel összevetve fogalmazza észrevételét!

c) A tekercs hosszától való függés vizsgálata

Leírás

Használjuk ismét a két összetolt nagy átmérőjű tekercset. Kössük sorba ezek egyik (pl. csak fehér) menetsorát a tekercsek teljes hosszában – így $N = 96$, $L = 56$ cm lesz (ahogy az a) feladatrészben volt). A tolóellenállás segítségével állítsunk be 3 A áramerősséget és mérjük meg a szögelfordulást a szokott módon. A tekercs közép-kivezetéseit (és a fekete menetsort is) használva állítsuk be változatlan – $N = 96$ – menetszám mellett $L = 28$ cm-re a tekercs hosszát: kb. kétszeres szögelfordulást kapunk. Mindkét vezeték (fehér és fekete) bekötésekor az előzőknek megfelelően járjunk el.

Feladatok

- Méréssel ellenőrizze a mágneses indukció és a menetszám közötti munkahipotézisként használt összefüggést!

d) A tekercs átmérőjétől való függés vizsgálata

Leírás és feladat

Az a) feladatot ismételje meg a kisebb átmérőjű tekercsekkel! Mérési eredményeit feljegyezve és a korábbi eredményekkel összevetve fogalmazza meg észrevételeit!

Megjegyzés: A d) feladatrészt csak akkor érdemes elvégezni, ha már nincs más feladat, vagy előre láthatóan minden feladat elvégzésére van idő.

6. Mérőkeretre ható forgatónyomaték bemutatását szolgáló demonstrációs kísérlet állandó mágneses térben

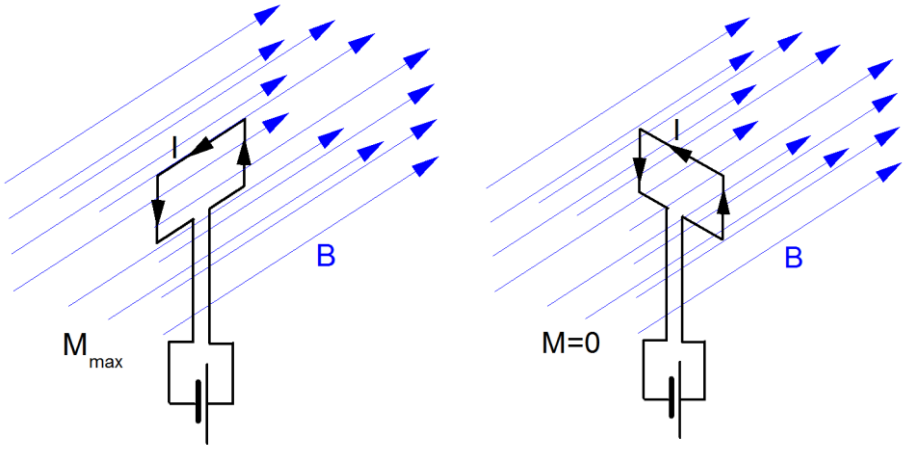
A kísérletek célja

A mágneses mező tulajdonságainak mérése egyáltalán nem triviális, ezért is foglalkozunk vele középiskolában csak az utolsó – fizikát normál tanterv szerint tanító – tanévben. A mágneses indukció mérésére alapvetően az áramjárta vezetőre ható erőhatáson alapuló forgatónyomatékos meghatározásokat használjuk.

Az áramjárta vezetőkeretre ható forgatónyomatékot az alábbi összefüggés segítségével számolhatjuk:

$$M = B \cdot I \cdot A \sin \alpha$$

ahol *M* az áramjárta keretre ható forgatónyomaték, *B* a mágneses indukció nagysága a keret körül, *I* a keretben folyó áramerősség, *A* a keret keresztmetszete, *α* pedig a keret felületének normálisa és az indukcióvonalak által bezárt szög. Az egyenlet *B*-re történő átrendezés esetén a megfelelő paraméterek (*I, A, M, α*) esetén az egyenlet megadja a tér adott részének mágneses indukciójának nagyságát.



Áramjárta vezető keret és a rá ható forgatónyomaték szemléltetésére használható táblai ábra

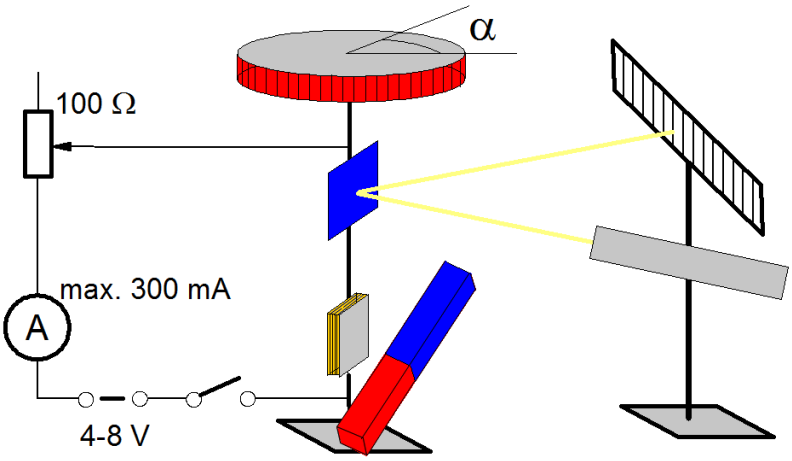
Szükséges eszközök

- Torziós inga, kis tükörrel, vizeskádas csillapítással
- Áramforrás (Tanért 1, egyen- és váltóáramú forrás)
- Áramerősségmérő (Tanért)
- Röpzsinórok
- Max 105 Ω ellenállású tolóellenállás
- 12V váltófeszültségű lámpa, skálázott ernyővel állványon
- Különböző keresztmetszetű vezetőkeretek, állandó rúdmágnesek

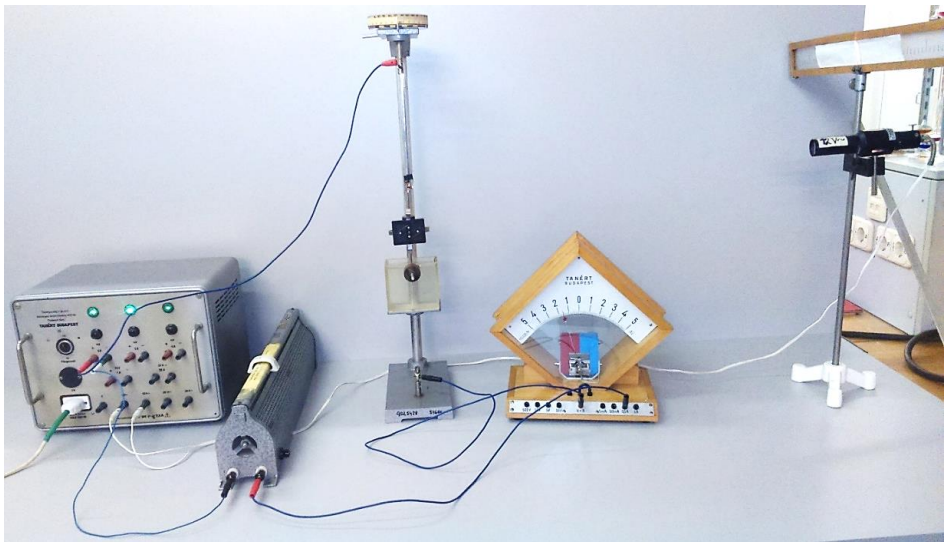
Mérőkeretek oldalnézetben

Mérőkeretek felülnézetben

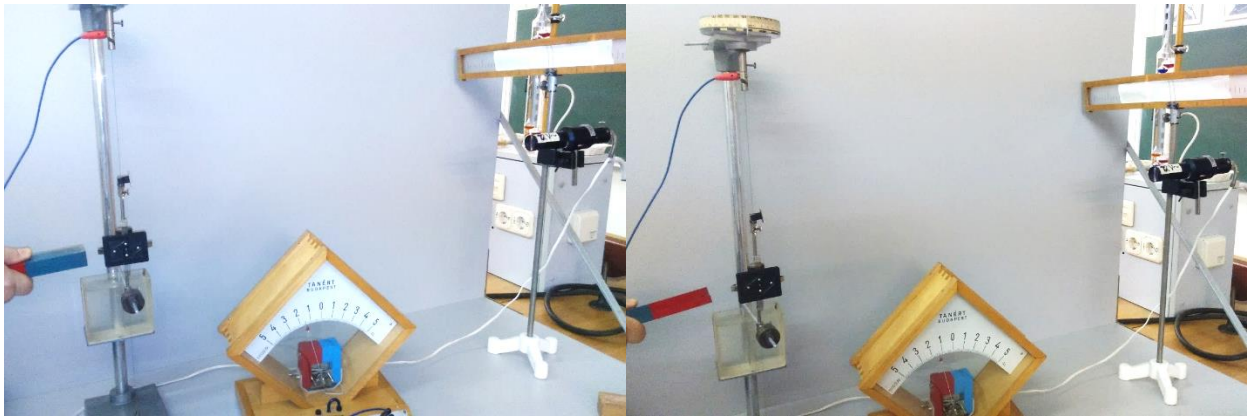
Megjegyzés:
A magnetométer készlethez három különböző keresztmetszetű, n = 150 menetszámú vezető keret tartozik, melyek területeinek aránya rendre 1:2:4. Ezzel a megoldással demonstrálható, hogy a – homogén – mágneses térbe helyezett, áram által átfolyt mérőkeretre (áramhurokra) ható forgatónyomaték arányos a mágneses térerősséggel, a keret területével, a keret áramának erősségével, illetve, hogy a kapott forgatónyomaték függ a mező indukcióvonalainak és a keret normálisának egymással bezárt szögétől. A bemutatást az egyszerűség kedvéért permanens rúdmágnesekkel végezzük, melyeket kb. állandó 5 cm távolságra tartsuk a keret síkjával párhuzamosan – így a keret körüli kapott mágneses mező „elfogadható” közelítéssel homogénnek tekinthető.



A kísérleti összeállítás vázlatos ábrája



A kísérleti összeállítás fényképe



Fénycsíkok különböző irányú elmozdulásai a közelített pólustól függően

a) A mérőkeret áramerősségétől való függés vizsgálata

Leírás

A bekapcsolt kísérleti összeállításban fokozatosan változtassa a tolóellenállás segítségével a mérőkereten átfolyó áram erősségét. A permanens rúdmágnest – esetleg két erősen összenyomott rúdmágnest – kb. azonos helyzetben tartva figyelje meg a fénycsík elmozdulását!

Elméleti és módszertani kérdések

- Készítsen értelmező táblai ábrát a mérőkeretre ható forgatónyomaték magyarázatához! (A mágneses mezőt az ábrán nyugodtan ábrázolja homogénnek!)
- Középiskolásoknak érthető módon fogalmazza meg a demonstrációs kísérlet tapasztalatait!

b) A mérőkeret területétől való függés vizsgálata.

Leírás

Az előző kísérletet végezze el a két másik mérőkeret esetén is! Jegyezze fel mindhárom esetben a tapasztalt kitérés – hozzávetőleges – értékét egy tetszőlegesen választott pl. 200 mA áramerősség és állandóan tartott mágnes-mérőkeret távolság esetén!

Elméleti és módszertani kérdések

- Mit tapasztalunk, ha a mágnest a mérőkeretek normálisával párhuzamosan közelítjük az áramjárta mérőkerethez? Válaszát indokolja!