

3. Az elektromágneses indukció

Tartalom

Kulcsfogalmak	2
1. A mágneses tér áramra gyakorolt hatásának kimutatása.....	3
2. A mozgási indukció jelenségének bemutatása	4
3. A mozgási indukció mennyiségi viszonyainak érzékeltetése	4
4. A nyugalmi indukció jelenségének bemutatása	6
5. Lenz-törvény szemléltetése ún. abroncs-készülékkel	6
6. Lenz törvényének szemléltetése csőben leeső mágnessel.....	8
7. A Lenz-törvényt demonstráló Thomson-féle gyűrűkísérlet bemutatása	9
8. Az örvényáramok hatásának bemutatása Waltenhofen-féle ingával.....	10
9. Az örvényáramok „kézzelfogható” hatásának érzékelése elektromágnes pólusai közé suhintott fémlémezzel	11
10. A dia-és a paramágneses tulajdonság demonstrálása	12

Kulcstartalmak

- Áramok mágneses tere
- Mágneses tér áramra gyakorolt hatása
- Lorentz-erő és iránya (nagysága)
- Mozgási és nyugalmi indukció jelensége, magyarázata, mennyiségi viszonyai
- Lenz-törvény
- Örvényáramok
- Elektromos motorok és generátorok felépítése, működési elve

1. A mágneses tér áramra gyakorolt hatásának kimutatása

A kísérlet célja

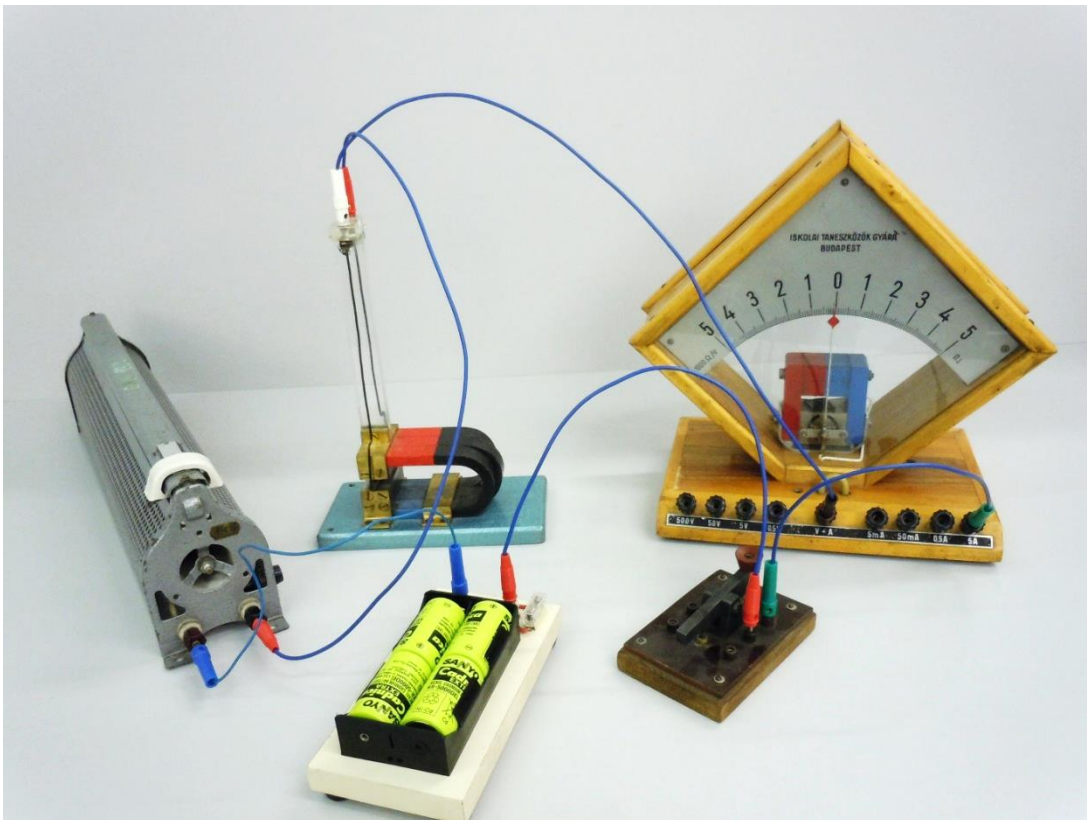
A mágneses tér áramra gyakorolt hatásának kimutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- Patkómágnes, szárai közé ingaszerűen belógatott drótkengyellel
- Röpszinórok
- Tolóellenállás, 13 Ω
- Akkumulátor-telep vagy 4,5 V-os zsebtelep
- Demonstrációs V/A mérő, középállású
- Morse-kapcsoló

Leírás és feladatok

A patkómágnes szárai közé belógatott drótkengyellel kapcsoljunk sorosan egy 13 Ω -os tolóellenállást, egy 5 A méréshatárra állított középállású árammérőt és egy Morse-kapcsolót, majd kössük 4,5 V-os zsebtelephez! A tolóellenállást állítsuk be úgy, hogy az áramkörben 4 A áram folyjék. Figyeljük meg a kapcsoló zárásakor a drótkengyel viselkedését! Fordítsuk meg az áram irányát! Hasonlítsuk össze a tapasztalatot az előzővel!



Elméleti és módszertani kérdések

- Adjon magyarázatot a drótkengyel viselkedésére! A magyarázat során térjen ki a kétféle áramirány esetre!
- Hogyan tudná egy osztályteremben minden diák számára jól láthatóvá tenni a kísérletet?

- Miért nagyobb a drótkengyel kezdeti kilendülése, mint ahol később nyugalomban marad?

2. A mozgási indukció jelenségének bemutatása

A kísérlet célja

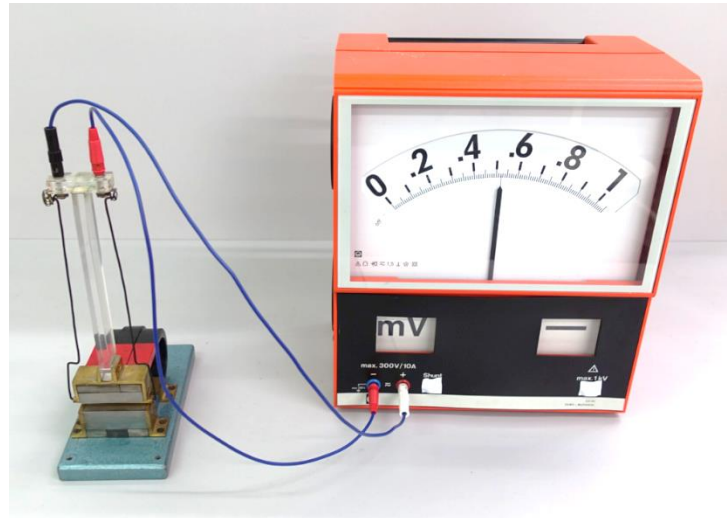
A mozgási indukció jelenségének bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- patkómágnes, szárai közé ingaszerűen belógatott drótkengyellel
- röpszinórok
- demonstrációs V/A mérő, Leybold

Leírás és feladatok

A patkómágnes szárai közé belógatott drótkengyelt kapcsoljuk Leybold-féle demonstrációs mérőműszerre. Az egységnek válasszunk mV-ot, a skálát rakjuk 1-re, a mutatót forgassuk be középállásig. Térítsük ki a kengyelt a mágnesbe befelé, majd engedjük el! Figyeljük meg az feszültségmérő mutatójának viselkedését! Figyeljük meg, hogyan függ össze a mutató mozgásának iránya a kengyel mozgásának irányával! Hasonlítsuk össze az előző kísérlet tapasztalataival! Adjon magyarázatot a műszer mutatójának viselkedésére!



Elméleti és módszertani kérdések

- Mi a mozgási indukció jelensége? Adjon magyarázatot az indukált feszültség és indukált áram létrejöttére, középiskolások számára is érthető módon!
- Miért szükséges a legkisebb méréshatárra állítani a feszültség mérőt?
- Hol alkalmazzák a mozgási indukció jelenségét a gyakorlatban?

3. A mozgási indukció mennyiségi viszonyainak érzékeltetése

A kísérlet célja

A mozgási indukció mennyiségi viszonyainak érzékeltetése

Szükséges anyagok, eszközök

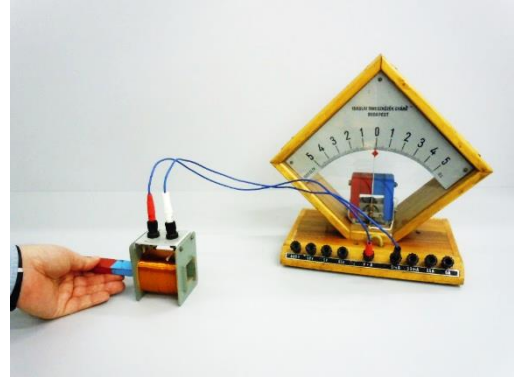
- tekercsek: 300 menetes, 600 menetes, 1200 menetes
- rúd mágnesek, 2 db

- röpszinórok
- demonstrációs V/A mérő, középállású

Leírás és feladatok

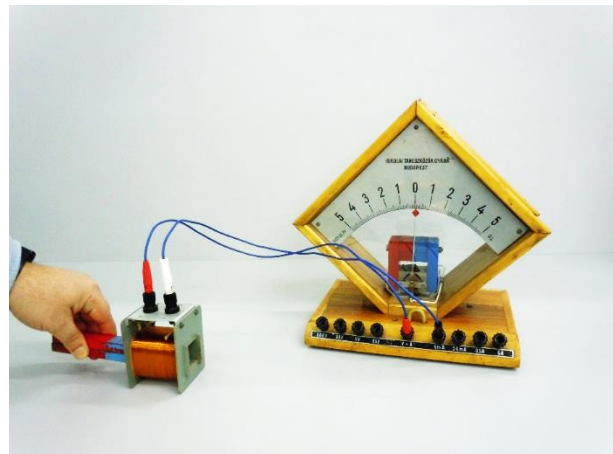
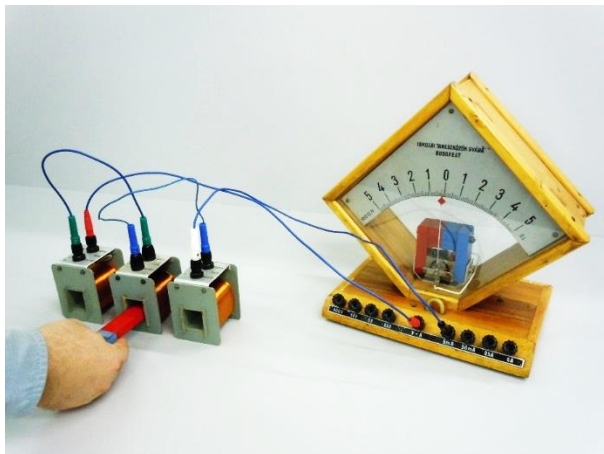
Az 1200 menetes tekercset kapcsoljuk a legkisebb méréshatárra állított középállású árammérőhöz! Először mutassuk be ezzel a kísérleti összeállítással is a mozgási indukció jelenségét! Ehhez egy db rúd mágnest használva végezzük el az alábbi kísérleteket! Figyeljük meg közben az árammérő mutatóját!

- A rúd mágnest kék felét a tekercsbe toljuk.
- A rúd mágnest kék felét a tekercsből kihúzzuk.
- A rúd mágnest piros felét a tekercsbe toljuk, majd kihúzzuk onnan.
- A rúd mágnest nyugalomban tartva a tekercset húzzuk rá, majd róla le.
- A rúd mágnest a tekercsbe tesszük, és együtt mozgatjuk őket.



Ezután a mozgási indukció mennyiségi viszonyainak érzékeltetésére végezzük el az alábbi kísérleteket! Figyeljük meg közben az árammérő mutatóját!

- A rúd mágnest egyik felét lassan toljuk be a tekercsbe! Toljuk be ezután nagy sebességgel a mágnest a tekercsbe!
- Toljuk be a rúd mágnest egyik felét a tekercsbe! Fogjunk össze ezután két mágnest, azonos polaritással és toljuk ezeket együtt, az előzővel megegyező sebességgel a tekercsbe!
- Kapcsoljuk sorba a 300 menetes, a 600 menetes és az 1200 menetes tekercset az árammérőhöz! Mindegyik belsejébe sorban egymás után toljuk be a rúd mágnest egyik felét, mindegyik esetben azonos sebességgel!



Kapcsolja össze a kísérlet eredményeit a fizikai háttérismeretekkel, középiskolások számára is érthető módon!

Elméleti és módszertani kérdések

- Hogyan építené fel a kísérlet bemutatását és az elméleti háttérismeretek megtanítását deduktív illetve induktív módon középiskolásoknak?

4. A nyugalmi indukció jelenségének bemutatása

A kísérlet célja

A nyugalmi indukció jelenségének bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- U alakú vasmag, záró vasmaggal
- tekercs, 600 menetes, 2 db
- röpszinórok
- demonstrációs V/A mérő, középállású
- Morse-kapcsoló
- 4,5 V-os zsebtelep

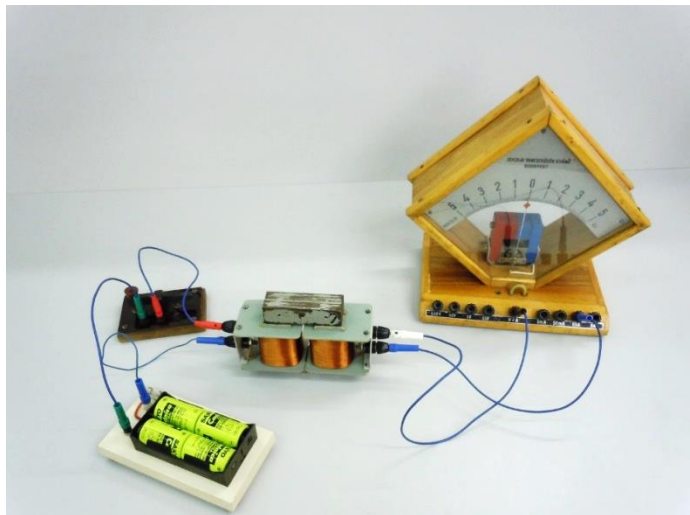
Leírás és feladatok

A két tekercset húzzuk az U alakú vasmagra, tegyük fel a záró-vasmagot is! Az egyik tekercshez kössük az árammérőt megfelelő méréshatárral. Ez az áramforrás nélküli áramkör a kísérleti összeállításnak tehát megegyezik azzal, amit a mozgási indukciónál használtunk. Az árammérő méréshatárát kezdetben állítsuk a maximális 5 A-re, majd csökkenthető, ha nem látszik jól az effektus. A másik tekercset egy Morse-kapcsoló közbeiktatásával kössük a telephez! Így két áramkört hoztunk létre, melyek nincsenek összeköttetésben.

Végezzük el az alábbi műveleteket és figyeljük meg a műszer mutatójának viselkedését!

- a. A kapcsolót zárjuk
- b. A kapcsolót tartósan (de csak néhány másodpercre!) zárva tartjuk
- c. A kapcsolót nyitjuk
- d. A kapcsolót tartósan nyitva tartjuk

Adjon magyarázatot a műszer mutatójának viselkedésére!



Elméleti és módszertani kérdések

- Hasonlítsa össze a nyugalmi indukciót és a mozgási indukciót az elméleti ismeretek és az elvégzett kísérletek szintjén!
- Hol alkalmazzák a nyugalmi indukció jelenségét a gyakorlatban?
- A kísérleti összeállításból és tapasztalatokból kiindulva hogyan vezetné be a diákok számára a transzformátor működését?

5. Lenz-törvény szemléltetése ún. abroncs-készülékkel

A kísérlet célja

A Lenz-törvény egyszerű szemléltetése

Szükséges anyagok, eszközök

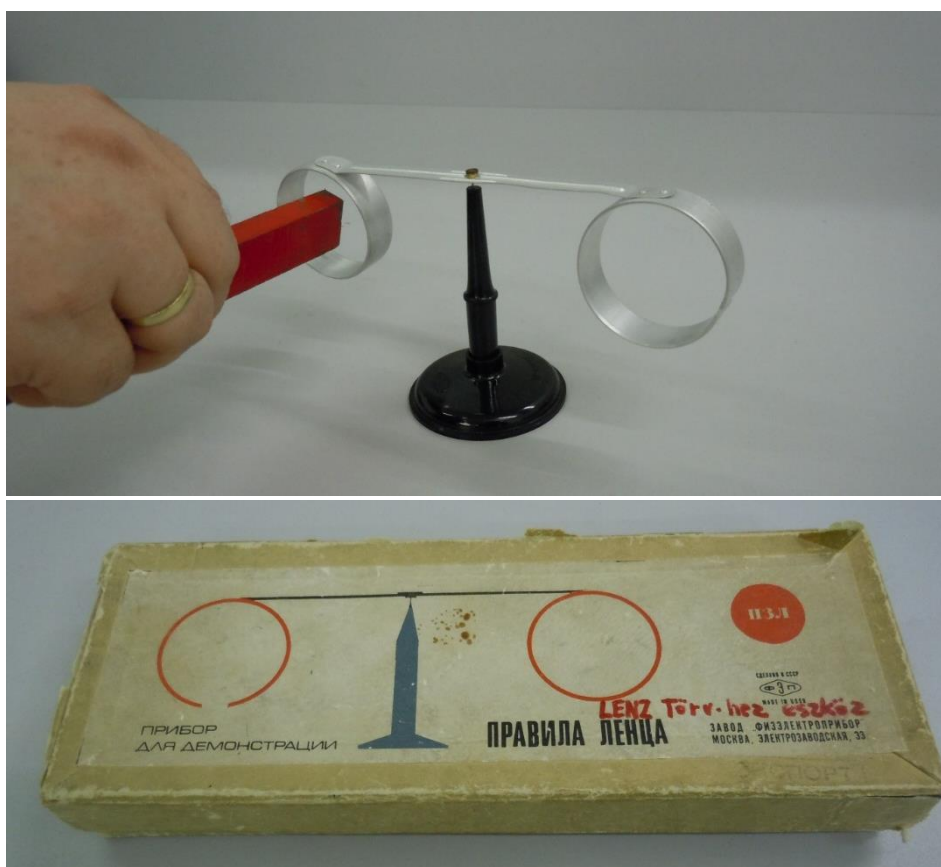
- iránytűtálp
- Lenz-törvény szemléltetésére való kettős abroncs (egy zárt és egy nyitott karika)

Leírás

Helyezzük az iránytűtálp tűjére a kettős abroncsot! Figyeljük meg, hogy az egyik egy „folytonos”, zárt karika, a másik pedig „felhasított”, nyitott!

Végezzük el az alábbi kísérleteket:

- Egy rúd mágnes egyik pólusát toljuk be a zárt karikába!
- Húzzuk ki ezt a pólust a zárt karikából!
- Toljuk be a mágneset a nyitott karikába, majd húzzuk ki belőle!
- Fordítsuk meg a mágneset, és a másik pólusával is végezzük el a fenti kísérleteket!



Feladat

- Figyeljük meg és magyarázzuk meg a karikák viselkedését az egyes esetekben!
- Mi történik mikroszkopikus szinten a nyitott és a zárt karika esetén? Mi a hasonlóság és mi a különbség?
- Készítsen ábrát, amin fel vannak tüntetve:
 - a mágnes pólusai
 - a mágnes mozgásának iránya
 - az indukált áram iránya!

Tippek és trükkök

- Amennyiben a zárt karika esetén sem tapasztalunk változást, használjunk erősebb mágneset vagy két mágneset, azonos pólusaikkal összefogva!
- Megoldás az is, ha gyorsabban toljuk be vagy húzzuk ki a mágneset (ld. mozgási indukció mennyiségi viszonyai). Ilyenkor azonban vigyázzunk, nehogy a légáramlat hozzon létre effektust!
- A kettős abroncs házilag is elkészíthető. A készítésnél fontos szempont, hogy nem mágnesezhető és kis sűrűségű anyagból készüljön! Az alumínium erre megfelelő. Alumíniumlemezről vagy akár üdítő (sörös) dobozból is elkészíthetjük. Az alátámasztásnál figyeljünk arra, hogy a kettős abroncs vízszintes legyen és könnyen el tudjon fordulni!

6. Lenz törvényének szemléltetése csőben leeső mágnessel

A kísérlet célja

Lenz törvényének egyszerű, látványos szemléltetése

Szükséges anyagok, eszközök

- rézcső
- neodímium mágnes (akkora, hogy a csőbe beférjen)
- vasdarab (akkora, hogy a csőbe beférjen)
- mágneses tér kimutatására szolgáló lap

Leírás

Tegyünk az asztalra egy vékony szivacsot vagy összehajtogatott rongyot! Állítsuk fölé függőlegesen a rézrudat, az asztaltól kb. 10 cm-re!

Ejtsük bele a mágneset és mérjük meg az esési időt! Végezzük el ezután a kísérletet a vasdarabbal is! Hasonlítsuk össze az esési időket! Kövessük végig a mágnes leesését a mágneses tér kimutatására szolgáló lappal!

Feladat

- Magyarázza meg a jelenséget!

Elméleti és módszertani kérdések

- Hogyan mutatná be úgy a kísérletet, hogy az a diákok számára a lehető legizgalmasabb, legmotiválóbb legyen?

Tippek és trükkök

- A kísérlet bemutatható úgy is, hogy ugyanazt a mágneset először műanyag csőben, majd réz- vagy alumíniumcsőben ejtjük le.



- A kísérlet fordítottja is elvégezhető: egy függőleges, alul rögzített vékony farúdra helyezük a mágneset. A rézcsövet felülről ráhúzzuk, majd hirtelen mozdulattal függőlegesen fölfelé felrántjuk a csövet. A mágneset így fel tudjuk emelni!

7. A Lenz-törvényt demonstráló Thomson-féle gyűrűkísérlet bemutatása

A kísérlet célja

Lenz törvényének látványos szemléltetése

Szükséges anyagok, eszközök

- hosszú, egyenes, függőleges vasmag
- nagy menetszámú tekercs
- alumíniumkarika
- rézkarika
- elektromos hálózathoz csatlakozó tápkábel, banándugó kivezetéssel
- rögzítőcsapok
- kapcsoló

Leírás

A vasmagra húzzuk rá előbb a nagy menetszámú tekercset, majd tegyük rá a könnyű alumíniumkarikát! Kössük a tekercset egy kapcsolóval ellátott hosszabbítóhoz, mely hálózathoz van csatlakoztatva! Kapcsoljuk be a kapcsolót **egy pillanatra**, majd **rögtön** kapcsoljuk ki! Az alumíniumkarika hirtelen felugrik (kicsit fel is melegszik). Kapjuk el a levegőben, hogy leérkezve ne sérüljön, és ne guruljon el!



Feladat

- Magyarázza meg a kísérleti tapasztalatokat (a karika felemelkedését és felmelegedését)!
- Végezze el a kísérletet a rézgyűrűvel is! Majd végezze el a kísérletet úgy, hogy egymásra teszi a két karikát. Előbb alulra az alumíniumot és rá a rezet, majd fordítva! Magyarázza meg a tapasztalatokat!

Biztonsági tippek és trükkök

- Középiskolákban és kísérleti bemutatókon gyakran látható ez a kísérlet. Legtöbbször érintésvédelmileg aggályos módon csak banándugós kábellel csatlakoztatják a tekercset a konnektorhoz. A laboron használható eszköz teljesen hétköznapi elemekből van összerakva, de jól látható, hogy minden csatlakozás rögzített, és gondosan szigetelt. Javasoljuk a Thompson-ágyús kísérletet minden esetben ilyen gondosan előkészítve bemutatni.
- Ha a tekercs ellenállása nem elég nagy, akkor könnyen leverheti az elektromos biztosítékot. Érdemes sokmenetes tekercssel kísérletezni.

8. Az örvényáramok hatásának bemutatása Waltenhofen-féle ingával

A kísérlet célja

Az örvényáramok hatásának bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

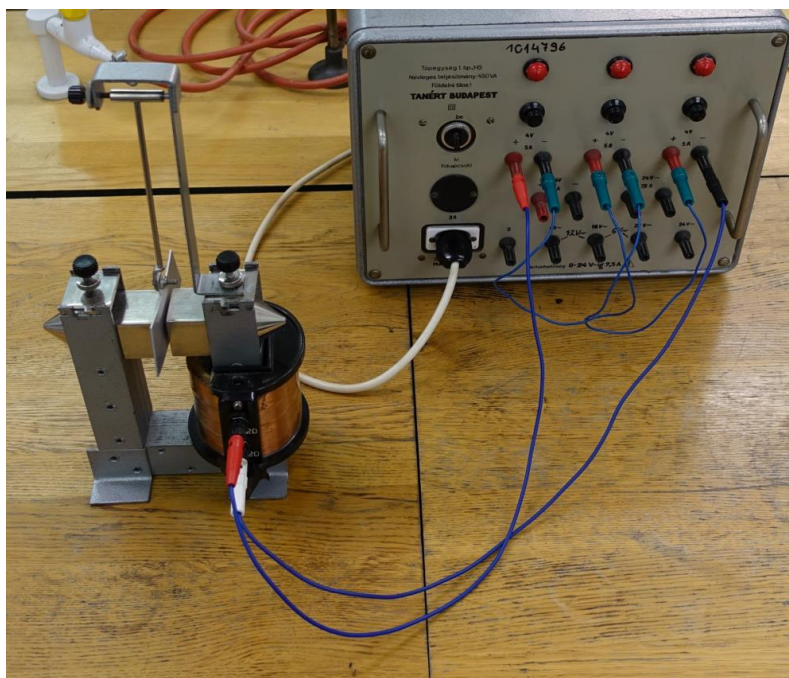
- Waltenhofen-féle inga (ld. ábra)
- folytonos és fésűszerűen befűrészelt lengőtest
- tápegység (Tanért 1)
- röpszinórok

Leírás és feladatok

Állítsuk össze az ingát az alkotókból, és a tekercsre kössünk 12 V-os, fix egyenfeszültséget (ezt 3 db 4 V-os kimenet sorbakötésével tehetjük meg). Használjuk először lengőtestként a folytonos lemezt! Lendítsük meg, figyeljük 1-2 perióduson keresztül az inga természetes csillapodását, majd kapcsoljunk be a tápegységet. Figyeljük meg, hogy (jó beállítás esetén) a lemez szinte azonnal megáll!



Végezzük el ezután a kísérletet a fésűszerűen befűrészelt lemezzel is! Figyeljük meg, hogy ez a lemez csak lényegesen később, néhány lengés után áll meg! Magyarázza meg a kísérlet eredményeit!



Elméleti és módszertani kérdések

- Hol van gyakorlati jelentősége az örvényáramoknak?

9. Az örvényáramok „kézzelfogható” hatásának érzékelése elektromágnes pólusai közé suhintott fémlemezzel

A kísérlet célja

Az örvényáramok „kézzelfogható” hatásának érzékelése.

Szükséges anyagok, eszközök

- Zeeman-féle elektromágnes (ld. ábra)
- tápegység
- röpszinórok
- alumíniumlemez (kb. tenyérfényi), nyéllel illetve anélkül

Leírás

Mozgassuk az elektromágnes pólusai között az alumíniumlemezt! Kapcsoljunk a Zeeman-féle elektromágnesre kb. 30 V egyenfeszültséget a piros gomb megnyomásával! A lemez mozgása érzékelhető módon nehezebb lesz, ellenállást érzünk.

A kapcsoló benyomott állapotában ejtsük be az alumíniumlemezt a mágnespofák közé! A szabadesésnél lényegesen lassabban esik le. Magyarázza meg a jelenséget!



Elméleti és módszertani kérdések

- Nézzen utána és foglalja össze röviden, középiskolások számára is érthető módon, hol és mire alkalmazzák ezt a jelenséget a gyakorlati életben!

10. A dia- és a paramágneses tulajdonság demonstrálása.

A kísérlet célja

Dia- és paramágneses anyagok viselkedésnek bemutatása inhomogén mágneses térben.

Szükséges anyagok, eszközök

- Zeeman-féle elektromágnes (ld. ábra)
- tápegység
- röpszinórok
- bifilárisan felfüggesztett bizmut és alumínium golyó közös állványon

Leírás és feladat

Lógassunk a nagy elektromágnes kónuszos pólusai közé (bifilárisan felfüggesztett) kis bizmut golyót (diamágneses anyag), és kapcsoljunk a mágnesre (a 9. feladatnál leírtak szerint) kb. 30V feszültséget! Figyeljük meg a golyó kilökődését a nagy térerőségű tartományból!



Végezzünk kísérletet paramágneses anyagból (pl. alumínium) készült golyóval is! Függesztjük az Al golyót az inhomogén tér kisebb térerősségű tartományába, és kapcsoljuk be a gerjesztő áramot! Figyeljük a golyó mozgását: Először kijjebb lendül, azután behúzódik a nagy térerősségű tartományba. Magyarázzuk meg a jelenséget!

Megjegyzés

Ez a kísérlet tematikusan a 2-es, mágneses alapkísérletek témakörbe illeszkedik. Csupán technikai okok miatt lett ide helyezve.

Elméleti és módszertani kérdések

- Definiáljuk a dia- és paramágnesesség fogalmát (középiskolás szinten)!