Kísérletgyűjtemény II

EFOP 3.4.4-00006

Szerzők: Hömöstrei Mihály, Szakmány Csaba, Wiener Csilla, Jenei Péter

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Tartalom

Mechanika ... 7
1. Egyenes vonalú egyenletes mozgás megfigyelése ún. Mikola-csővel ... 7
2. A mozgások függetlenségének bemutatása kalapácsos ejtőgéppel ... 8
3. Lejtőn leguruló golyó mozgásának vizsgálata ... 9
4. A nehézségi gyorsulás értékének mérése deszka-ingával ... 9
5. Kísérletek a tehetetlenség törvényére ... 11
a) Papírlap kihúzása tárgyak alól ... 11
b) „Bűvésztrükk” ... 12
c) Érmetorony ... 12
6. Newton II. törvényének sztatikus erőfogalomra alapozott bevezetése ... 12
a) Sztatikus erőfogalom kísérleti megalapozása ... 12
b) Newton II. törvénye ... 13
7. A hatás-ellenhatás törvényének demonstrációs lehetőségei ... 15
a) Erőmérők ... 15
b) Lufis jármű ... 15
c) Szétlökődő kiskocsik ... 15
8. Súly és súlytalanság ... 16
a) Hasábok tömegének és súlyának mérése ... 16
b) A súly változtathatósága ... 16
c) Mérlegen állva liftben ... 17
9. Súrlódásos kísérletek ... 17
a) A súrlódási erő létének szemléltetése ... 17
b) A tapadási és a csúszási súrlódási erőt befolyásoló tényezők vizsgálata ... 18
c) Csúszási és tapadási súrlódási együttható mérése lejtőn ... 19
10. Az impulzus-megmaradás tétel érzékeltetése "ágyús" kiskocsival ... 19
11. Ütközési kísérletek ... 20
a) Rugalmatlan ütközés. Játékpisztoly-lövedék kezdősebességének mérése (Érettségi feladat) ... 20
b) Rugalmas ütközés. Ütközési kísérletek ingás golyósorral (Newton bölcsője) ... 21
c) Kiskocsikkal (impulzus-megmaradás szemléltetése) ... 22
12. Forgómozgás dinamikai vizsgálata abroncs-készülékkel (mérőkísérlet) ... 23
13. Kísérletek a centrifugális erőre ... 25
a) Rugalmas abroncs forgásakor fellépő deformáció bemutatása kézi forgatógéppel ... 25
b) Fordulatszám-szabályozó modell működtetése kézi forgatógéppel ... 25
c) Forgó pohárban kialakuló folyadékfelszín megfigyelése ... 26

d) Söröspohár függőleges síkú forgatása váll körül 27
14. Kísérletek az impulzusmomentum tételre 27
a) Csuklós-karos forgó eszköz tehetetlenségi nyomatéka és impulzusmomentuma közötti összefüggés demonstrálása. ("Piruett eszköz") 27
b) Forgózsámolyos kísérletek 28
15. Fonálinga lengésidejének vizsgálata 29
a) Az ingatest anyagának és tömegének függvényében 29
b) A lengésidő és az ingahossz összefüggésének vizsgálata 30
c) A nehézségi gyorsulástól való függés illusztrálása 31
16. Egy harmonikus rezgőmozgást végző test és egy egyenletes körmozgást végző test árnyékának összehasonlítása 31
17. Csatolt rezgések bemutatása inga-párral 32
18. Rezgéscsatolás bemutatása Wilberforce ingával 33
19. Kényszerrezgés és rezonanciajelenség bemutatása. ("Rezonancia kocsi".) 33
20. Rezonancia trükkös bemutatása ingákkal 34
21. Rezgések összegzése: két, hanggenerátorral keltett rezgés összegzése oszcilloszkóppal (egyirányú és egymásra merőleges rezgések.) 35
22. A fizikai inga lengésidő-formulájának illusztrálása 36
23. Transzverzális és longitudinális hullámterjedés modellezése 38
a) „Lépcsőnjáró” rugóval 38
b) TANÉRT készlettel 39
24. Állóhullámok keltése szabályozhatóan (súlyokkal) feszített fonálon. 40
25. Állóhullámok keltése patkómágnes sarkai között kifeszített, váltóárammal izzított dróton 42
26. Húr ("monochord") rezgéseinek vizsgálata 44
27. Pálca (acélszalag), valamint változtatható átmérőjű abroncson rezgéseinek megfigyelése. 45
28. Lemezek rezgéseinek megfigyelése. 46
29. Hanglebegés jelenség előállítása két hangvillával. 47
30. Fáziskülönbséggel kibocsátott hanghullámok interferenciája. 47
31. A felületi feszültség anyagfüggésének demonstrálása 48
a) A vízrétegre cseppentett éter szétterülése 48
b) Az "éteres hajó"-kísérlet. 49
c) Kámfor a víz és az olaj felületén. 49
32. Kísérletek folyadékhártyákkal 49
a) A "drótkengyel" kísérlet 49
b) A hártya határán fellépő erők demonstrálása (cérnahurokkal) 50
c) Térbeli minimálfelületek létrehozása 51

d) Nagyméretű szappanbuborék előállítása. 51
e) Szappanhártyán kialakuló színek megfigyelése 52
33. Szappanhártyák görbületi nyomásának demonstrálása 52
a) Szappanbuborék túlnyomásának demonstrálása 52
b) A görbületi nyomás és a görbületi sugár kapcsolatának érzékeltetése 53
34. Szilárd fal közelében kialakuló folyadékfelület megfigyelése 53
a) A kapillaritás jelensége 53
b) Vízfelület üvegfal közelében 53
c) Sóoldat beszáradása 54
d) Viaszgolyó úszása 54
35. Mosószer-oldat felületi feszültségének mérése csepegtetéses módszerrel. 55
36. Nyomás nyugvó folyadékban 56
a) Vízi buzogány 56
b) Hidrosztatikai nyomás 56
c) Közlekedő edények egynemű (homogén) anyaggal 57
d) Közlekedő edények többnemű anyaggal 57
37. Kísérletek Arkhimédész törvényére 58
a) Az Arkhimédész-törvény bemutatása üres és tömör hengerrel. 58
b) A felhajtóerő ellenerejének bemutatása. 59
38. Kísérletek a légnyomásra 60
a) Magdeburgi féltekék. 60
b) Az atmoszferikus légnyomás magasságfüggésének kimutatása. 60
39. Bernoulli-törvényt szemléltető kísérletek 61
a) A tölcsér - labda kísérlet. 62
b) Két síklap között áramló levegő nyomása 62
c) Kísérlet két szárnyprofil lemezzel 62
d) Cérnaszálra függesztett pingpong labdákkal 62
e) Kísérlet tölcsérrel és gyertyalánggal 63
f) Szélcsatorna légáramában táncoló labda. 63
Elektromágnesség 63
1. Anyagok elektromos állapotba hozása dörzsöléssel (érintkezési, dörzsölési elektromosság) 63
2. Töltött testek között működő erőhatás kimutatása 63
3. Ellentétes töltések összegezése, az előjeles jelölésmód indoklása 64
4. Elektroszkóp feltöltése megosztással 65
a) Elektroszkóp feltöltése megosztással (töltött test segítségével) 65
b) Elektroszkóp feltöltése megosztással (két elektroszkóp és töltött test segítségével) 66

5. Az elektrofor működésének bemutatása ... 66
6. Vezetőre vitt töltés elhelyezkedésének vizsgálata ... 67
a) Vezetőre vitt töltés elhelyezkedésének vizsgálata Kolbe-féle testtel ... 67
b) Vezetőre vitt töltés elhelyezkedésének vizsgálata sűrű szövésű drótháló val ... 68
7. Kísérletek a csúcshatásra ... 69
a) Gyertyaláng elfújása elektromos széllel ... 69
b) Elektrosztatikus Segner kerék működtetése ... 69
c) Elektroszkóp feltöltése csúcshatással ... 70
8. Kísérletek Faraday-kalitkával és Faraday-pohárral ... 70
a) Faraday-kalitka ... 70
b) Faraday-pohár ... 71
9. Töltött testek körül kialakuló erővonalrendszer modellezése olajba szórt darával, dipólláncok kialakulása ... 72
10. A kapacitás fogalmának kialakítására szolgáló alapkísérlet bemutatása ... 73
a) Elektroszkóp lánccal ... 73
b) Kondenzátor kapacitása ... 74
c) Kondenzátor kapacitásának változása szigetelőanyag hatására ... 74
11. Hajfelállítás ... 75
12. Feszültség és áramerősség mérése ... 76
13. Ohm-törvény mérése ellenállással és izzószállal ... 77
14. Soros- és párhuzamos kapcsolás feszültség- és áramerősség-viszonyainak mérése ... 78
a) Soros kapcsolás ... 79
b) Párhuzamos kapcsolás ... 80
15. Hőfejlődés vizsgálata áramjárta vezetőkön ... 81
a) Sorba kapcsolt ellenállásokon ... 81
b) Párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon ... 82
c) A hőfejlődés különböző vezetőkből készült láncon ... 82
d) A hőfejlődés és a vezető alakja közötti összefüggés bemutatása ... 83
16. A mágneses tér áramra gyakorolt hatásának kimutatása ... 83
17. A mozgási indukció jelenségének bemutatása ... 84
18. A nyugalmi indukció jelenségének bemutatása ... 85
19. A transzformátor és áttételi viszonyainak mérése ... 86
20. Zárási- és nyitási jelenség bemutatása induktív tagot tartalmazó áramkörben ... 87
a) A bekapcsolási jelenség demonstrálása párhuzamosan kapcsolt ohmos, ill. induktív tagot tartalmazó ágak zsebizzóinak megfigyelésével ... 87
b) A kikapcsolási jelenség demonstrálása vasmagos tekerccsel párhuzamosan kapcsolt glimmlámpa felvillanásával (FIGYELEM: A kísérlet veszélyes lehet!) ... 89
21. Kondenzátor töltése és kisütése ohmos ellenálláson át ... 90

a) A töltő- és a kisütőáram irányának és időfüggésének demonstrálása 91
b) HÉT KÍSÉRLETE: A kisütőáram időfüggésének mérése és grafikus ábrázolása..... 92
22. Az elektrolitikus vezetés szemléltetése sóoldattal, zsebizzóval..... 94
24. Az ionsúrlódási jelenség bemutatása..... 94

Mechanika

1. Egyenes vonalú egyenletes mozgás megfigyelése ún. Mikola-csővel

A kísérlet célja

Az egyenes vonalú egyenletes mozgás bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- Mikola-cső
- kréta
- metronóm
- stopper (ill. saját telefon)
- mérőszalag vagy vonalzó

Leírás

A Mikola cső az egyenes vonalú egyenletes mozgás bemutatására szolgáló eszköz.
A Mikola-cső egy kb. 1 m hosszú, 1 cm átmérőjű cső, amely általában vízzel van feltöltve úgy, hogy legyen benne egy néhány cm-es buborék. A cső Bunsen-állványhoz van rögzítve úgy, hogy dőlésszöge forgatással változtatható legyen. A döntés szögének beállítását szögmérő segíti. A Mikola-csőben a buborék egy adott dőlésszög esetén egyenes vonalú egyenletes mozgást végez.
Ennek demonstrálására a következő lehetőségek adódnak:

1. Állítsuk be a metronómot, hogy 1 másodperces periódusidővel kattogjon! Állítsuk a Mikola-csövet 20°-os dőlésszögre! A metronóm kattanásaira jelöljük meg krétával a buborék elejének helyét a lécen! Legalább öt pontot vegyünk fel! Mérjük meg az egyes szakaszok hosszát mérőszalaggal vagy vonalzóval!
2. Osszuk fel a cső hosszúságát 4-5 egyforma hosszúságú szakaszra (pl. 15-15 cm). Állítsuk a Mikola-csövet 20°-os dőlésszögre! Telefon stopperének ún. köridő funkcióját használva mérjük meg az egyes szakaszok megtételéhez szükséges időtartamokat!

Feladat

- A mérési adatokat foglalja táblázatba!
- Készítse el a mozgás út-idő, sebesség-idő és gyorsulás-idő grafikonját a mért adatok alapján!
- Igazolja, hogy a buborék valóban egyenes vonalú egyenletes mozgást végez!

Szorgalmi feladat (akkor ajánlott, ha a többi kísérlet már elvégzésre került)

- Végezze el a metronómos mérést 10°-os dőlésszögtől 90°-os dőlésszögig, 10°-os lépésekben! Ábrázolja a buborék sebességét a dőlésszög függvényében! Adjon magyarázatot a görbe alakjára!

2. A mozgások függetlenségének bemutatása kalapácsos ejtőgéppel

A kísérlet célja

A mozgások függetlenségének bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- kalapácsos ejtőgép
- 2 db fagolyó

Leírás

Helyezzen két golyót az ábra szerint a kalapácsos ejtőgépbe! Az egyiket a lemezrugó a nyílás fölé szorítja, a másik golyó vízszintes alátéten nyugszik, a lemezrugó éppen érinti.
A kalapácsot kissé kitérítve majd elengedve, üsse meg a lemezt!
Figyelje meg a két golyó földet érésének egyidejűségét!

Feladat

- Milyen mozgást végez az egyik illetve a másik golyó?

3. Lejtőn leguruló golyó mozgásának vizsgálata

A kísérlet célja

Galilei történelmi kísérletének bemutatása; a négyzetes úttörvény szemléltetése, igazolása

Szükséges anyagok, eszközök

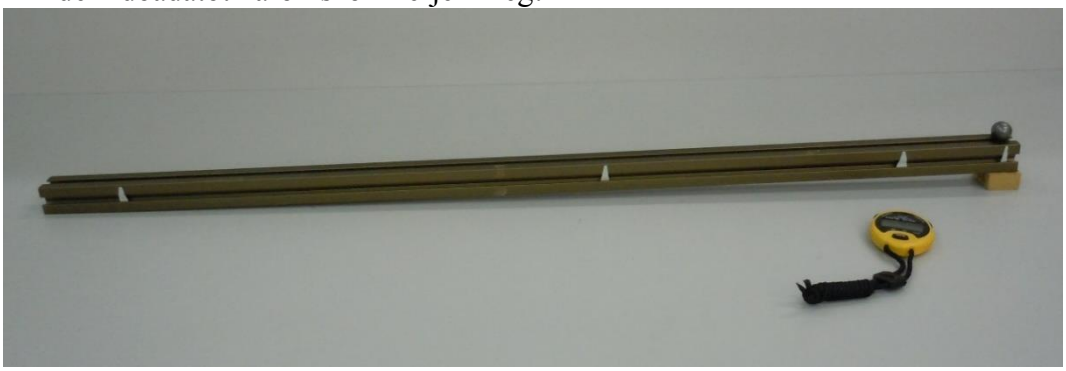
- fémrúd, középen végig vályúval, rajta jelölések 1, 4, 9, 16 hosszegységnél
- acélgolyó
- stopper (ill. saját telefon)
- fahasáb alátétnek

Leírás

Támassza fel a fahasábra néhány cm magasságra a sínnek azt a végét, melyen egymáshoz közel helyezkednek el a jelölések!
A kezdőpontból indítva mérje meg, hogy mennyi idő alatt érkezik a golyó az egyes jelölésekhez! Ennek lehetőségei:

- A golyó végiggurul a lejtőn, a stopper köridő funkcióját használva megmérhető a jelölésekhez való érkezés ideje → egy mérésben mérjük az összes adatot.
- A golyót elindítva mindig csak a vizsgált jelöléshez való érkezés időtartamát mérjük → egyszerre csak egy adatot mérünk.

Minden időadatot háromszor mérjen meg!



Feladat

- A mérési adatokat foglalja táblázatba!
- A táblázat utolsó oszlopában számítsa ki az egyes távolságok megtételéhez szükséges idő négyzetét is!
- Ábrázolja grafikonon a megtett utat az eltelt idő függvényében! Milyen alakú a függvénygörbe? Hogyan értelmezhető?
- Ábrázolja grafikonon a megtett utat az eltelt idő négyzetének függvényében! Milyen alakú a függvénygörbe? Hogyan értelmezhető?
- Az egyenes vonalú egyenletesen gyorsuló mozgás mely jellemzőjét igazoltuk így? Miért és hogyan következik ebből, hogy a golyó egyenletesen gyorsuló mozgást végez?

4. A nehézségi gyorsulás értékének mérése deszka-ingával

A mérés célja

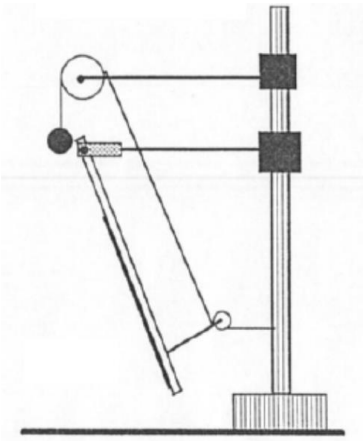
A nehézségi gyorsulás értékének közelítő meghatározása méréssel

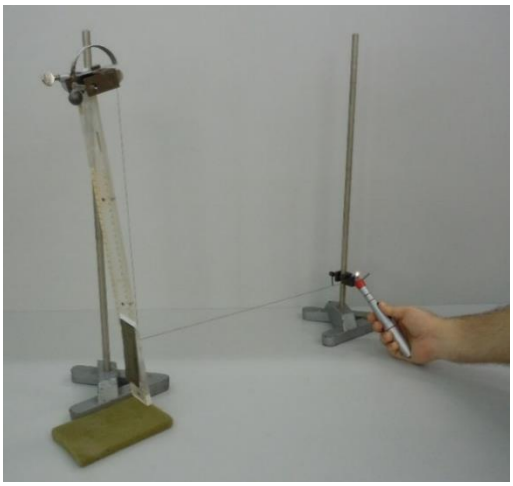
Szükséges anyagok, eszközök

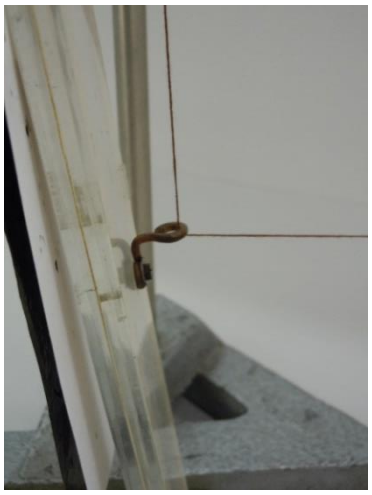
- deszka-inga (Whiting-féle)
- Bunsen-állvány, csavarral
- szivacslap
- fonál
- gyufa vagy gázgyújtó
- acélgolyó akasztóval
- papírlapok
- indigó
- cellux

Leírás

A Whiting-féle deszka-inga egy vízszintes tengellyel felfüggesztett, kb. fél méter hosszúságú, 5 cm széles léc.
A kitérített és magára hagyott deszka fizikai ingaként lengéseket végez T periódusidővel. Mérjük meg ezt a periódusidőt, 10 lengés átlagát számolva!
A deszka külső felének alsó egyharmadára papírlapot, erre indigópapírt kell ragasztani (a festékes részével a papírlap felé).
Fűzzünk át kb. 1 méter hosszú cérnát a deszkán az ábra szerint! Az átfűzött fonál egyrészt kitéríti a deszkát nyugalmi helyzetéből, másrészt egy golyót tart felfüggesztve. Kössük meg úgy a cérnát, hogy a deszka kb. 20°-os szögben térjen ki, a golyó pedig éppen a tengellyel egy vonalban legyen! A golyó leesési helyére helyezzünk szivacslapot!







Égessük el a cérnát a befogási pont közelében! (Így ugyanez a cérna felhasználható a későbbi mérésekben is.) Figyeljük meg, hogy ebben a pillanatban a golyó leesik, a deszka kilendül, majd a deszka elüti a golyót. Eddig a pillanatig a deszka éppen negyed periódust tett meg egy lengéséből.
A golyó az ütközés miatt nyomot hagy a papíron. Mérjük meg ennek a pontnak a forgástengelytől való távolságát! Ez a szabadon eső golyó által megtett út.

Feladat

- A mért adatokból számítással határozza meg a nehézségi gyorsulás közelítő értékét!

5. Kísérletek a tehetetlenség törvényére

A mérés célja

Egyszerű demonstrációs kísérletek bemutatása a tehetetlenség törvényére

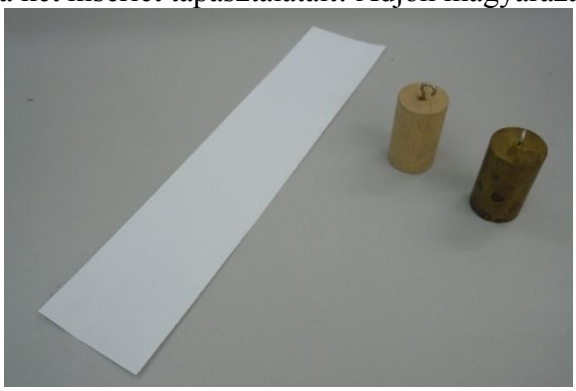
Szükséges anyagok, eszközök

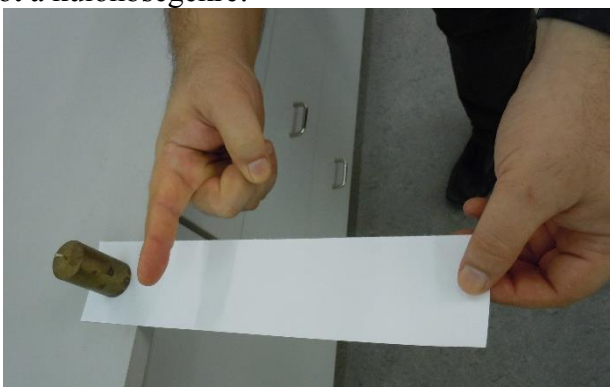
- hosszú, keskeny papírlap (kb. 5x30 cm)
- fahenger
- vashenger
- főzőpohár (250 cm^3-es), kibélelve papírtörlővel
- kartonlap
- 6 db 100 Ft-os érme
- vonalzó
- labordoboz
- szivacs

a) Papírlap kihúzása tárgyak alól

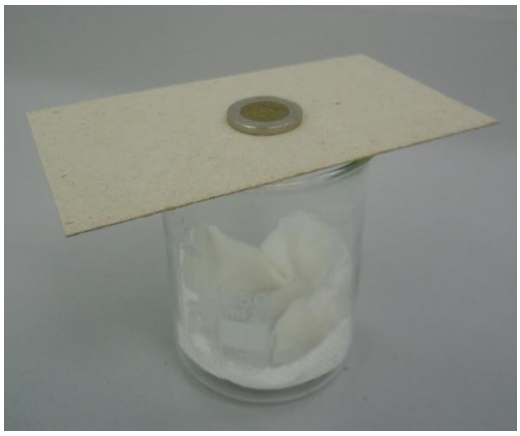
Leírás

Fektessen kb. 30 cm hosszú, 5 cm széles papírlapot az asztalra, úgy, hogy a vége túllógjon az asztal szélén! Ezt a végét fogja a kezében, másik végére helyezzen vashengert! Húzza lassan a papírlapot le az asztalról! Figyelje meg, hogy a vashenger a papírlappal együtt mozog!
Ezután rántsa ki hirtelen a papírlapot a henger alól! Ezt a legcélszerűbben úgy tudja megtenni, ha a papírlap egyik végét egyik kezében fogja, másik kezének vízszintesen tartott mutatóujjával rácsap a papírlapra. Figyelje meg, hogy a vashenger (jóformán) a helyén maradt! Végezze el ez utóbbi kísérletet is ugyanekkora méretű (azaz kisebb tömegű) fahengerrel is és hasonlítsa össze a két kísérlet tapasztalatait! Adjon magyarázatot a különbségekre!





b) „Bűvésztrükk”

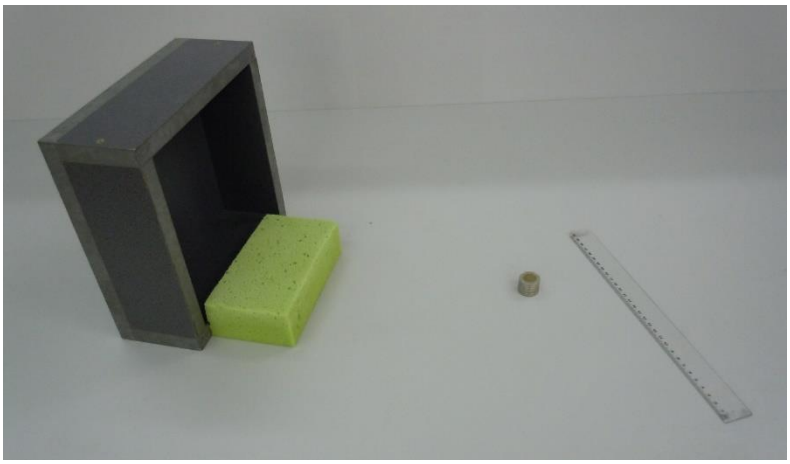


Leírás

Egy papírtörlővel bélelt főzőpohár szájára fektessen kartonlapot, helyezzen erre pénzérmét! A kartonlap elpöckölésével juttassa a pénzérmét a főzőpohárba! Találjon ki hangzatos feladatot, amivel „bűvésztrükk-szerűvé” teszi a diákoknak a feladatot!

c) Érmetorony

Leírás



Állítson egymásra 6 db 100 Ft-os pénzérmét az asztal széléhez közel! A vonalzót vízszintesen az asztal lapja mentén mozgatva üsse ki a mindenkori alsó pénzérmét a szivacs felé! Figyelem! A kísérlet elvégzése előtt teremtsen az asztalon olyan körülményeket, hogy az elütött érméket könnyen és maradéktalanul megtalálja!

6. Newton II. törvényének sztatikus erőfogalomra alapozott bevezetése

A mérés célja:

Az erőfogalom sztatikus bevezetése és ennek segítségével Newton II. törvényének kísérleti igazolása

a) Sztatikus erőfogalom kísérleti megalapozása

Szükséges anyagok, eszközök:

- Bunsen-állvány, befogva tükörskála
- rugó (viszonylag laza)
- alkoholos filctoll
- egyforma tömegű nehezékek (50 g-os súlysorozat)

Leírás:

Bunsen-állvány diójára akasszon rugót és a mögé rögzített papíron jelölje be a rugó aljának helyét! Akasszon ezután egyforma tömegű nehezékeket egymás után a rugóra! Minden ráakasztás után jelölje meg a papíron a rugó aljának helyét!
Figyelje meg, hogy a szakaszok, vagyis a rugó egyes megnyúlásai egyforma hosszúságúak! Az erő alakváltoztató hatásának demonstrálása mellett ezzel a módszerrel erőmérő eszközt készítettünk, vagyis megadtuk az erő mérésének módját. Ez egyenértékű a definíció megadásával, helyettesíti azt.
Rugós erőmérő segítségével tehát meg tudjuk adni egy testre ható (gyorsító)erő nagyságát, ezt fel tudjuk használni mérőkísérletekben.

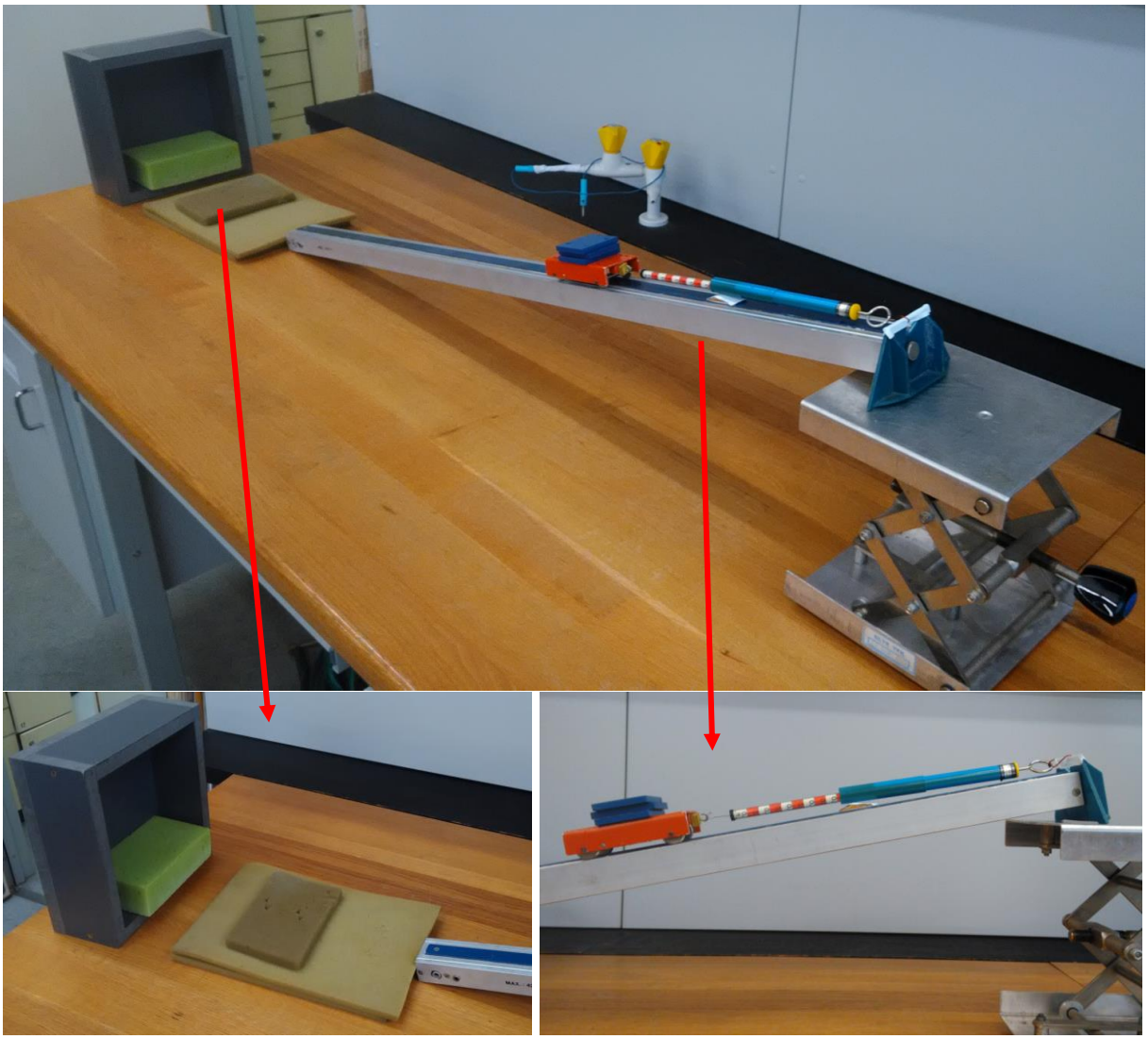
b) Newton II. törvénye

Szükséges anyagok, eszközök

- Sín leejtőnek
- Laborlift
- kiskocsi (súlyokkal)
- Rugós erőmérő (1 N méréshatárú)
- Erőmérő alá kis fa ék
- stopper (ill. saját telefon)
- mérőszalag

Leírás

A laborliftet csavarja maximális magasságra! Támassza fel a sín egyik oldalát, hogy lejtőt alkosson! A rugós erőmérő fix oldalát akassza be a feltámasztott oldalon lévő kampóba! Helyezze a sínre könnyen gördülő kiskocsit (rakja rá a bele illő három kék súlyt) és csatlakoztassa a rugós erőmérőhöz, majd tegye a fa éket az erőmérő alá a képen látható módon.



(Figyeljen oda, hogy a kiskocsi a sínben fusson!) Olvassa le az erőt! A súrlódás miatt az erő kissé bizonytalan. A kocsi lökdösésével más-más egyensúlyi helyzet beállítása lehetséges. A kocsi mozgatásával nézzük meg, hogy melyik az a pont, amikor csak a rugós erőmérő tartja a kocsit!

Ezután határozzuk meg a kiskocsi gyorsulását! Ehhez az adott lejtőn, ismert hosszúságú szakaszon engedje legurulni a kiskocsit és mérje meg az ehhez szükséges időt! A négyzetes úttörvény segítségével kiszámítható a gyorsulás. Nagyon fontos a fenti kép bal oldalán látható „kifutó megépítése". Ez biztosítja, hogy a kocsit ne kelljen megfogni, de ne is sérüljön túlzottan a kísérlet során.

Feladatok

- Végezze el a fent leírt mérést 4 különböző hajlásszög esetén! (A laborlift legmagasabb és legalacsonyabb állása között még két kb. egyenlő lépésben)
- Ábrázolja a kiskocsi gyorsulását a gyorsító erő függvényében!
- Határozza meg a grafikonról a kiskocsi tömegét és vesse össze mérleggel való mérés eredményével!

7. A hatás-ellenhatás törvényének demonstrációs lehetőségei

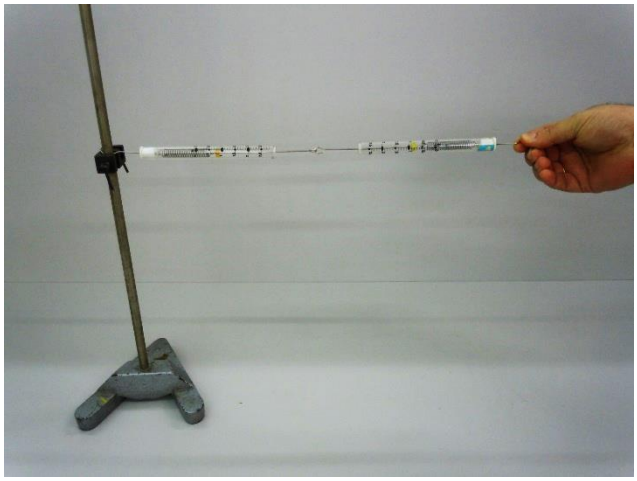
A mérés célja

Egyszerű kísérletek bemutatása Newton III. törvényének szemléltetésére

Szükséges anyagok, eszközök

- Bunsen-állvány
- 2 db rugós erőmérő
- lufis jármű
- 2 db kiskocsi
- fonál
- laprugó
- gyufa vagy gázgyújtó

a) Erőmérők



Leírás

Egy erőmérő felső kampóját akassza Bunsen-állvány függőleges rúdjába, másik végébe akasszon egy másik erőmérőt, tartsa őket vízszintesen! Húzással fejtsen ki egyre nagyobb erőt a második erőmérőre! Figyelje meg, hogy mindkét erőmérő egyforma értéket mutat!

b) Lufis jármű

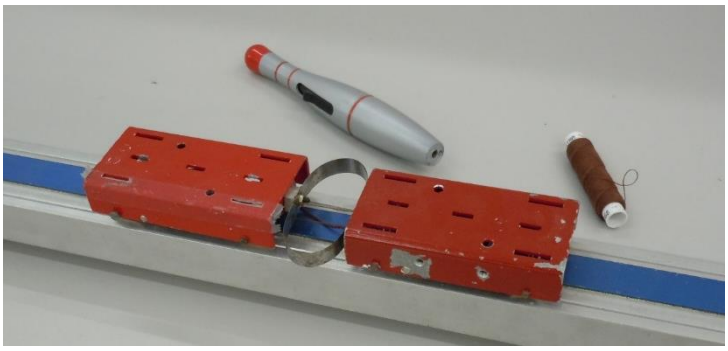
Leírás

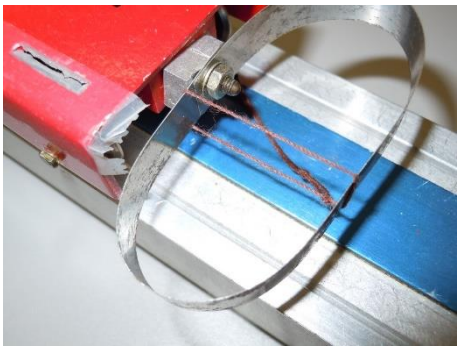
Működtessen felfújt lufival működő járművet! Magyarázza meg a működését!

c) Szétlökődő kiskocsik

Leírás

Egy kiskocsira rögzítsen kör alakban meghajlított laprugót! Fonálhurok segítségével nyomja össze a rugót! Állítson mellé egy másik, ugyanekkora tömegű kiskocsit! Gyufa vagy gázgyújtó segítségével égesse el a fonalat! Figyelje meg, hogy mindkét kiskocsi egyforma mértékben hátralökődik!





8. Súly és súlytalanság

A mérés célja

Egyszerű kísérletek bemutatása a súly mérésére, változtathatóságára és a súlytalanság állapotának bemutatására.

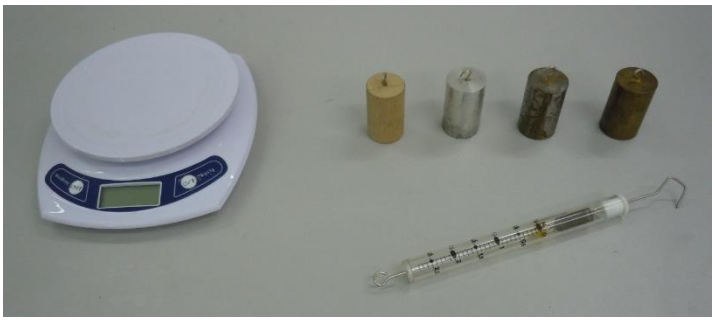
Szükséges anyagok, eszközök

- egyforma méretű fa, alumínium, vas és réz hasáb
- rugós erőmérő
- mérleg (a 4. mérőhelyen találtahó)
- szobamérleg (analóg kijelzővel)
- 2 db könyv
- papírlap

a) Hasábok tömegének és súlyának mérése

Leírás

Mérje meg mérleggel a különböző anyagból készült, egyforma méretű hasábok tömegét, erőmérővel pedig a súlyukat! A mért adatokat foglalja táblázatba, állapítsa meg a kettő közti összefüggést!



b) A súly változtathatósága

Leírás

Akassza az alumíniumból készült hengert az erőmérőre, és olvassa le az erőmérő által mutatott értéket nyugvó állapotban! Gyorsítva emelje fel a hengert az erőmérőnél fogva, figyelje meg az erőmérő mutatójának elmozdulását! Gyorsítva süllyessze a hengert az erőmérőnél fogva, figyelje meg az erőmérő mutatójának elmozdulását!

c) Mérlegen állva liftben

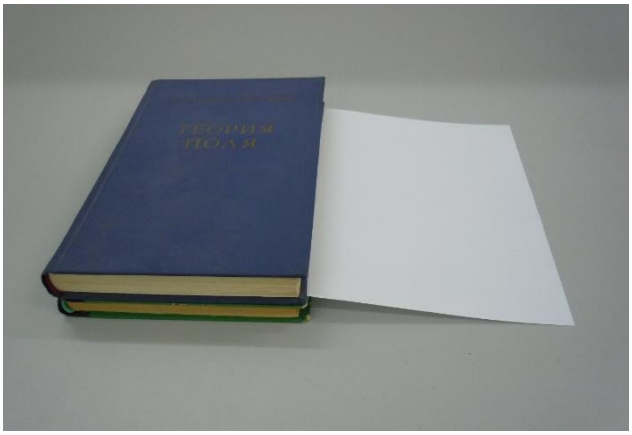
Leírás

Liftben szobamérlegre állva jegyezze fel a mérleg által mutatott értéket, amikor a lift

a) nyugalomban van
b) felfelé indul
c) felfelé egyenletesen halad
d) fékez felfelé
e) elindul lefelé
f) lefelé egyenletesen halad
g) fékez lefelé!

Magyarázza meg, miért mutat a mérleg a nyugalmi helyzetben mérttől eltérő értéket bizonyos esetekben!

d) Könyvek között papírlap



Leírás

Két nehéz könyv közé fektessen papírlapot úgy, hogy kilógjon kissé! Próbálja meg kihúzni a lapot a könyvek közül, figyelje meg, hogy ehhez mekkora erőre van szükség!

Helyezze vissza a papírlapot a könyvek közé, kilógó végét fogja két ujja közé, a könyveket pedig ejtse le! Figyelje meg, hogy különösebb erőkifejtés nélkül kihúzható a papírlap! Magyarázza meg a jelenséget!

9. Súrlódásos kísérletek

A mérés célja

A tapadási és súrlódási erő létének bemutatása; nagyságukat befolyásoló tényezők vizsgálata

Szükséges anyagok, eszközök:

- könyv
- fahasáb (egyik oldala filces), benne kampó
- rugós erőmérő
- vashenger nehezéknek
- deszka, mint lejtő

a) A súrlódási erő létének szemléltetése

Leírás

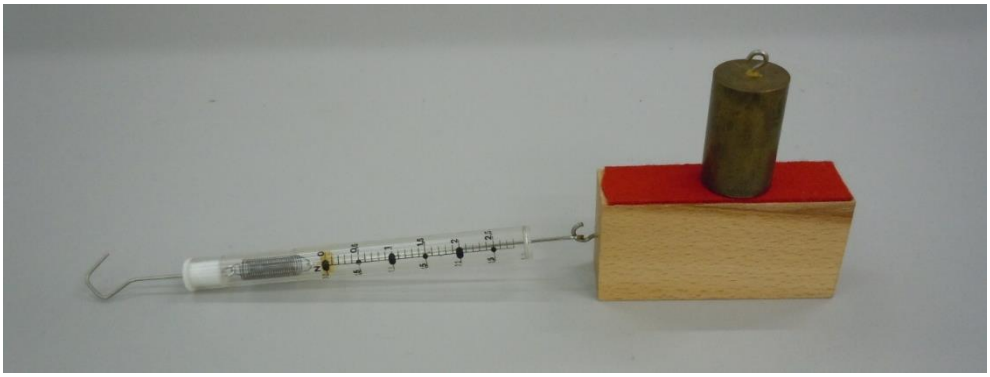
Végezze el az alábbi kísérleteket:

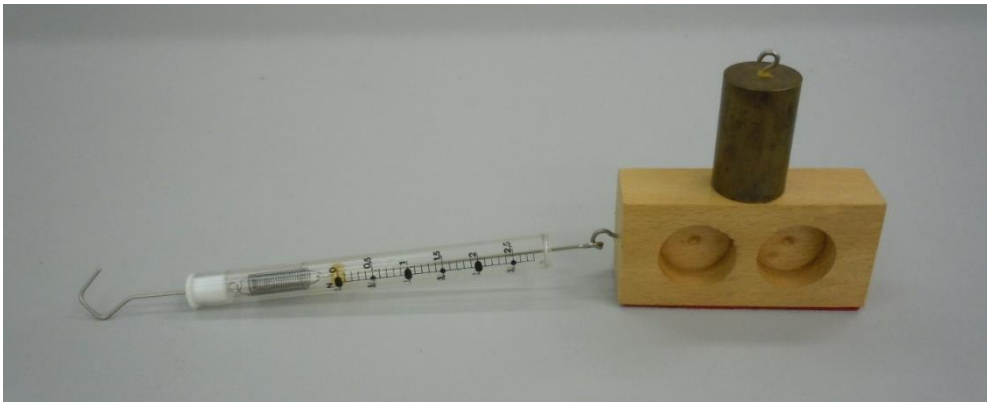
- Csúsztasson el könyvet/fahasábot az asztalon! → A hasáb/könyv egy idő után megáll. Newton I. és II. törvénye értelmében ez csak akkor lehetséges, ha valamilyen erő hat a testre mozgás közben, ez a csúszási súrlódási erő.
- Húzzon egyre nagyobb erővel könyvet/fahasábot az asztalon rugós erőmérő segítségével, amíg el nem indul! → A könyv/fahasáb csak egy adott húzóerő hatására mozdul meg, előtte nyugalomban marad. Newton I. törvénye értelmében ez csak akkor lehetséges, ha valamilyen erő hat a testre mozgás közben, ez a tapadási súrlódási erő.
- Húzzon állandó sebességgel egy könyvet/fahasábot az asztalon erőmérő segítségével! → A könyv/fahasáb egyenletes mozgatásához is erő szükséges. Newton I. és II. törvénye értelmében ez csak akkor lehetséges, ha valamilyen erő hat a testre mozgás közben, ez a csúszási súrlódási erő.

b) A tapadási és a csúszási súrlódási erőt befolyásoló tényezők vizsgálata

Leírás

a) Húzzon fahasábot erőmérő segítségével az alábbi paraméterek szerint, olvassa le az erőmérő által mutatott értéket a jelzett pillanatban!





terhelés van/nincs	vizsgált pillanat	hasáb oldala	mért erő
nincs	megmozdítás	sima	
van	megmozdítás	sima	
van	megmozdítás	filces	
nincs	egyenletes húzás	sima	
van	egyenletes húzás	sima	
van	egyenletes húzás	filces	

A mérési adatok alapján fogalmazza meg, milyen tényezőktől függ a tapadási és a csúszási súrlódási erő nagysága!

b) Tegyen terhelést a sima oldalára fordított hasábra! Húzza egyre nagyobb erővel, amíg meg nem mozdul, majd mozgassa egyenletesen a hasábot!

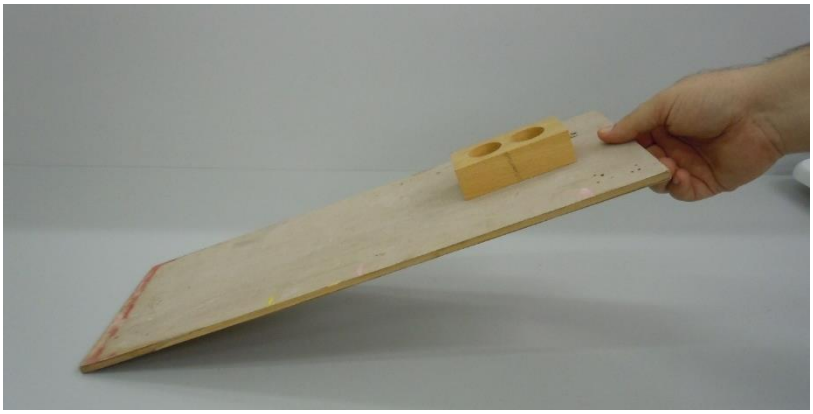
- Mit tapasztal az erőmérő mutatójával kapcsolatosan?
- Mit állíthatunk azonos körülmények esetén a tapadási és a csúszási súrlódási erőről (együtthatóról)?

c) Csúszási és tapadási súrlódási együttható mérése lejtőn

Leírás

i) Tapadási súrlódási együttható mérése

Helyezzen egy fahasábot deszkára, mint lejtőre! Folyamatosan növelve a lejtő hajlásszögét, keresse meg azt a pontot, amikor a fahasáb éppen megindul a lejtő mentén! Ebből a hajlásszög értékből állapítsa meg a fahasáb és a lejtő közti tapadási súrlódási együttható értékét!



ii) Csúszási súrlódási együttható mérése

Helyezzen egy fahasábot deszkára, mint lejtőre! Folyamatosan növelve a lejtő hajlásszögét, keresse meg azt a pontot, amikor a fahasáb éppen megindul a lejtő mentén, ekkor csökkentse a lejtő hajlásszögét, hogy a hasáb egyenletesen csússzon lefelé! Ebből a hajlásszög értékből állapítsa meg a fahasáb és a lejtő közti tapadási súrlódási együttható értékét!
Megtalálhatja ezt a hajlásszöget úgy is, ha a lejtő emelése közben időről időre oldalirányban elmozdítja a hasábot, míg le nem csúszik egyenletesen a lejtőn.

10. Az impulzus-megmaradás tétel érzékeltetése "ágyús" kiskocsival

A kísérlet célja

Külső erők hiányában, egy pontrendszer összimpulzusát csupán a belső erők nem változtatják meg. Ennek érzékletes szemléltetésére használhatjuk az alábbi összeállítást.

Szükséges anyagok, eszközök

- ágyú és lövedék (acélhenger)
- spárga vagy cérna
- gyufa vagy elektromos öngyújtó (lsd. ábra)
- céltábla a lövedék felfogásához

Leírás

Egy mechanikai rendszer impulzusának idő szerinti deriváltja egyenlő a rendszerre ható külső erők eredőjével. Ha a külső erők eredője zérus, akkor a rendszer impulzusa nem változik: állandó marad. A tételt könnyen guruló kiskocsira szerelt rugós játékágyú segítségével szemléltessük.
Feszítsük meg a játékágyú rugóját, rögzítsük spárgával, töltsük be a lövedékként szolgáló acélhengert, tegyük a kocsit a földre és égessük e1 a spárgát! A 1övedék kirepül, s a kocsi el1enkező irányba gördül. Figyeljünk a kilövésnél, hogy a kiskocsi, vagy a lövedék ne találjon el senkit, és ne kerüljön be valami alá. A rugó megfeszítése nem egyszerű. Kezdetben a hátsó rögzítő csavart csavarjuk be teljesen. Húzzuk hátra a rugót és kössük össze a csavar végén látható kampóval. Ezt követően a csavar kicsavarásával lehet a rúgót megfeszíteni.

„Vicces" és/ de szemléletes videók a témában

Ágyú és lövedék

Kezdő sportlövő

11. Ütközési kísérletek

a) Rugalmatlan ütközés. Játékpisztoly-lövedék kezdősebességének mérése (Érettségi feladat)

A kísérlet célja

Ballisztikus inga segítségével határozza meg a játékpisztoly-lövedék sebességet! Ehhez mérje meg, hogy a lövést, majd a rugalmatlan ütközést követően mennyire lendül hátra az inga a rátapadt lövedékkel, és mekkora az együttes lengésidejük!

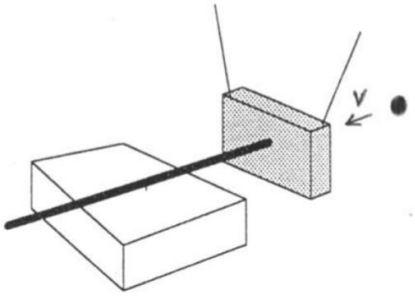
Szükséges anyagok, eszközök

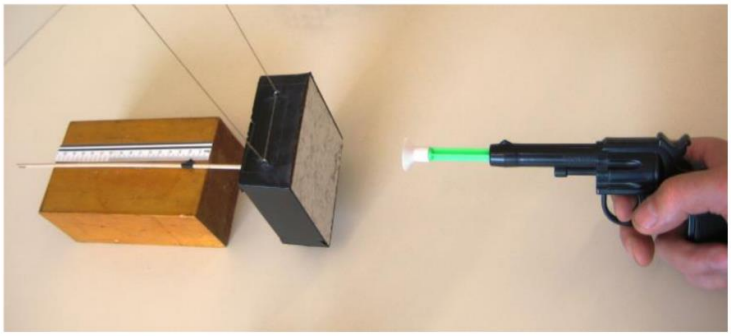
- tapadókorongos műanyag játékpisztoly (a lövedék tömege adott)
- ismert tömegű, fényes felületű vastag bútorlapból készült inga, hosszú zsineggel bifilárisan állványra felfüggesztve
- hurkapálca ráragasztott vékony szigetelőszalag csíkkal elmozdulásának méréséhez
- megfelelő magasságú támasz (fahasáb), amin a hurkapálca akadálytalanul elcsúszhat, és amelyre mm-es beosztású papír mérőszalagot ragaszthatunk
- stopper.

Leírás

A tapadókorongos játékpisztoly-lövedék — ha sima felületű tárgynak ütközik — rendszerint a tárgyra tapad. Ekkor a lövedék és a tárgy ütközése rugalmatlan. A lövedék sebességét ballisztikus ingának kialakított eszközzel könnyen megmérhetjük. Esetünkben ballisztikus

ingaként egy bifilárisan felfüggesztett, *M* tömegű fahasáb szolgál. A kísérleti összeállítást az ábra mutatja.





A bifilárisan (két szállal) felfüggesztett inga mögé néhány cm távolságba rakja le a támaszt, és erre fektesse a hurkapálcát úgy, hogy az hátulról éppen érintse az ingatest középpontját. A játékpisztollyal elölről, az inga lapjára merőlegesen lőjön, a hasáb közepét (tömegközéppontját) megcélozva. (A célzáskor a pisztolyt tartsa távolabb az ingától, mint amilyen hosszú a tapadókorongos lövedék szára!) Jó célzás esetén a tapadókorong megtapad az ingán, és az inga hátra lendül anélkül, hogy közben billegne.

Feladatok

- Mérje le, mennyire tolta hátra a kilendülő ingatest a hurkapálcát a támaszon! A mérést ismételje meg háromszor, az átlaggal számoljon a továbbiakban!
- Stopperrel mérje meg az inga 10 lengésének idejét (a rátapadt lövedékkel együtt) és határozza meg a lengésidőt!
- A lengésidő és a maximális kilendülés mért értékeinek felhasználásával határozza meg a harmonikus lengés maximális sebességét! (A csekély mértékben kilendülő inga mozgása harmonikus rezgőmozgásnak tekinthető.)
- A rugalmatlan ütközésre érvényes lendületmegmaradási törvényt felhasználva számítsa ki a tapadókorongos lövedék sebességét az ütközés előtt!

b) Rugalmas ütközés. Ütközési kísérletek ingás golyósorral (Newton bölcsője)

A kísérlet célja

Impulzus-megmaradás egyszerű, de mégis érzékletes bemutatása ingasorral. Az eszköz alapvetően demonstrációs célokra alkalmas, de lelkes diákkal videóelemzéssel akár mérőkísérleteket is végezhetünk vele.

Szükséges anyagok, eszközök

- ingás golyósor (Newton bölcsője)
- cellux

Leírás

Testek (abszolút) rugalmas ütközése esetén az impulzusmegmaradás tétel mellett a kinetikai energia megmaradásának tétele is érvényben van. Ennek szemléltetésére bifilárisan felfüggesztett acélgolyókból álló öttagú ingasort használunk.

Feladat

- Térítsük ki a balszélső ingát, és ütköztessük az ingasorral! Térítsünk ki együtt baloldalra két (vagy három, vagy négy) ingát és ütköztessük a többivel! Fogalmazzuk meg a tapasztalatokat.
- Celluxszal ragasszunk össze két golyót nagyon szorosan és ütköztetünk a többivel. Fogalmazza meg és magyarázza a különbséget az előző kísérlethez képest!

c) Kiskocsikkal (impulzus-megmaradás szemléltetése)

A kísérlet célja

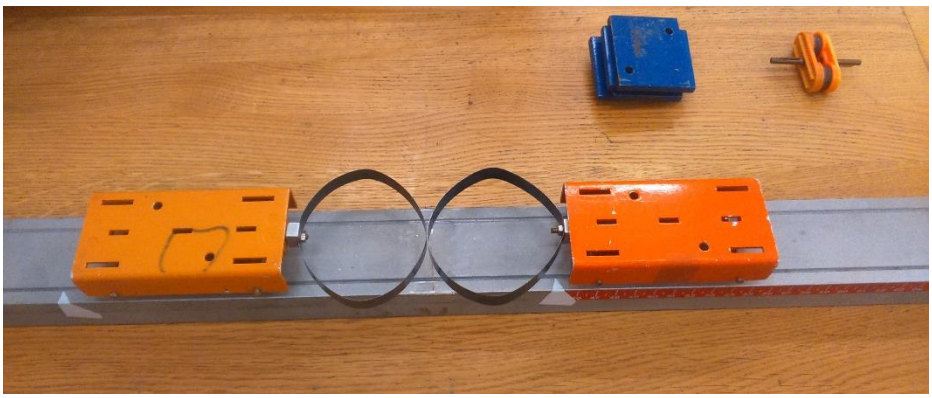
Az ingasornál talán gyakorlatiasabb és több helyütt megtalálhatók a sínen futó kiskocsik. Különböző tömegű mozgó és álló, rugókkal, ill. mágnesekkel felszerelt kiskocsik segítségével szemléltesse az impulzus–megmaradás törvényét.

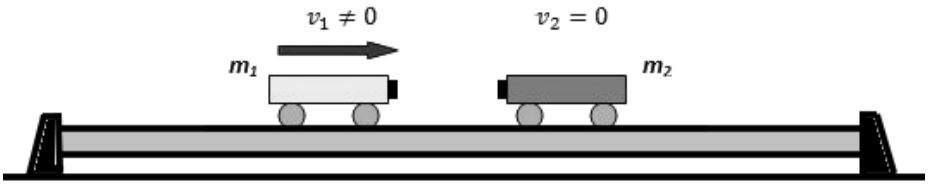
Szükséges anyagok, eszközök

- 2 kiskocsi
- sín
- súlysorozat kiskocsikhoz (kék testek, a kocsikra helyezve rögzülnek)
- mágnesek (kis dugóval a kocsikhoz csatlakoztatható)
- laprugók (kis dugóval a kocsikhoz csatlakoztatható).

Leírás és feladatok

Két, egymás vonzó mágnessel ellátott, azonos tömegű kiskocsit helyezzen el a sínen. Az egyiket álló helyzetben állítsa a sín közepére, míg a másik kiskocsit lökje neki az állónak. Figyelje meg a jelenséget! Változtassa a kiskocsik tömegét – további súlyok ráhelyezésével – 1:2 és 2:1 ill. 1:3 és 3:1 arányban és ismételje meg a kísérletet. Figyelje meg és magyarázza a tapasztalt megfigyeléseit!





Az egyik kiskocsit laprugóval ellátva helyezze álló helyzetbe a sín közepére. A másik – mágnes és rugó nélküli – kiskocsit lökje neki az állónak. Ismételje meg a kísérletet 1:2 és 2:1 arányú tömegekkel is. Figyelje meg és magyarázza a megfigyeléseit!

12. Forgómozgás dinamikai vizsgálata abroncs-készülékkel (mérőkísérlet)

A kísérlet célja

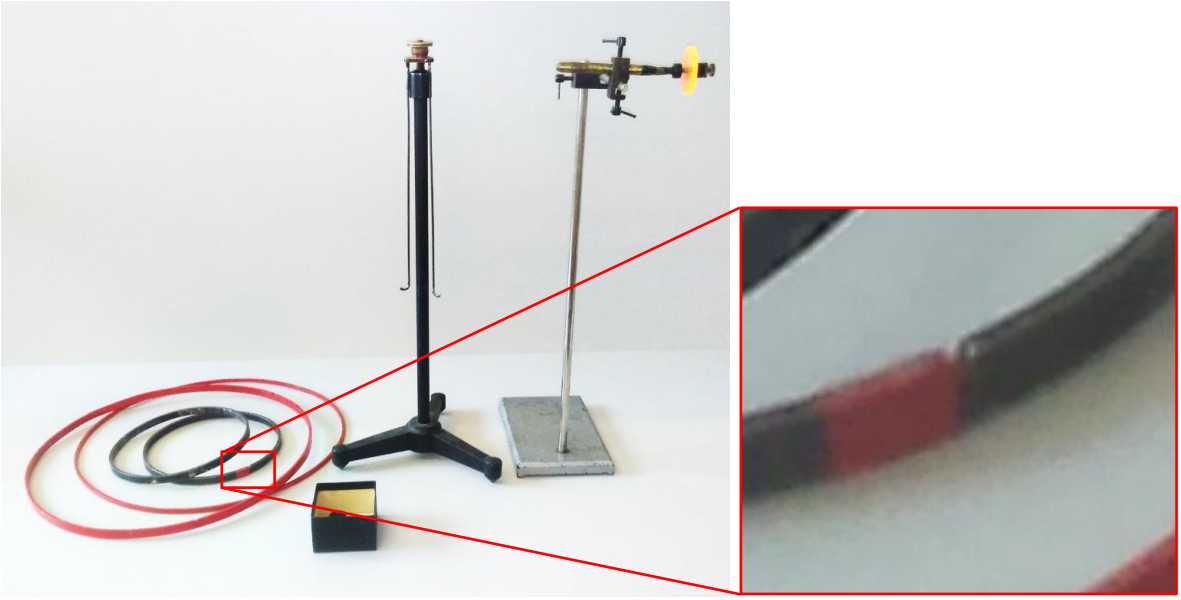
A kísérlet több céllal is rendelkezik. Egyszerűbb esetekben jól szemléltethetjük a forgatónyomaték gyorsító hatását különböző tehetetlenségi nyomatékú testeken. Összetettebb mérési kísérlethez is használhatjuk az összeállítást, ha mért és számított tehetetlenségi nyomaték értékeinket hasonlítjuk össze.

Szükséges anyagok, eszközök

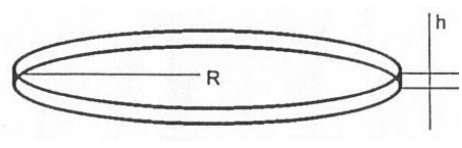
- 4 darab különböző sugarú és tömegű abroncs (kis bevágásokkal)
- háromlábú állvány (tetején tengellyel)
- orsó 3 küllővel, cérnával
- állvány rögzített, könnyen forgó állócsigával
- súlyok (50 g)

Leírás

Az abroncskészülék függőleges tengely körül forgatható egyszerű szerkezet. Állványrúdjának tetején süllyeszték van, ebbe kúposra esztergált végű hengeres, *r* sugarú orsó ültethető. Az orsó peremére három, egymáshoz 120°-ra eltolt, csuklósan rögzített könnyű küllő csatlakozik. A küllőkre abroncs helyezhető.

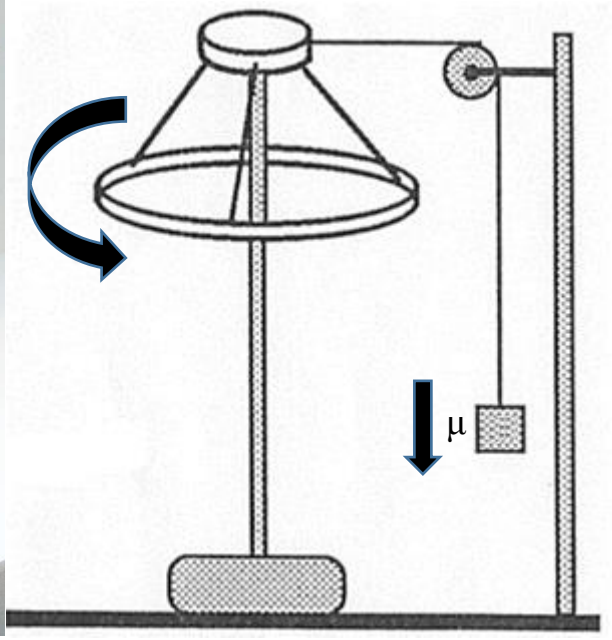


Az eszközhöz négy, azonos vastagságú laposvasból készített abroncs tartozik, melyeken a nagyított ábrán is láthatóan kis bevágások találhatók a küllők beakasztásához. Az abroncsok *R* sugarát, *h* szélességét, ezekből számítható *m* tömegét és *Θ* tehetetlenségi nyomatékát az alábbi táblázat foglalja össze.



	Sugár	Szélesség	Tömeg	Tehetetlenségi nyomaték
1. sz. abroncs	R	h	m	Θ
2. sz. abroncs	2R	h/2	m	4Θ
3. sz. abroncs	2R	h	2m	8Θ

A hengeres orsóra tekert, csigán átvetett fonálra akasztott, μ tömegű test ("nehezék") hatására az abroncs a függőleges tengely körül forgómozgást végez.



Kiegészítés:
Az abroncsok belső- ill. külső átmérőjének különbsége kicsi az átmérőhöz képest, ezért szimmetriatengelyükre számított tehetetlenségi nyomatékuk a $\Theta = mR^2$ képlettel határozható meg.

Mérési feladatok

- Helyezzük az R sugarú abroncsot a küllőkre! Terheljük az r sugarú korsóra tekert fonál csigán átvetett végét y tömegű testtel, pl. 50 grammos nehezékkel! A nehezék szemmel láthatóan gyorsuló mozgással süllyed, az abroncs gyorsulva forog.
- Mutassuk meg, hogy a nehezék mozgása egyenletesen gyorsuló (ezáltal az abroncs forgása is egyenletesen gyorsuló)! Ehhez a nehezéket – ideális esetben négy – a laboron kettő különböző s magasságból indítjuk. Egyik magasság legyen a csigától az asztalig, másik a földig. Magasságonként háromszor megmérjük a süllyedés t idejét, átlagolunk és kiszámítjuk az s/t^2hányadost. Ezek jó közelítéssel egyenlők, mely alátámasztja azt az ésszerű munkahipotézist, hogy a mozgás egyenletesen gyorsuló, a gyorsulás $a = 2s/t^2$. Az adatokat célszerű az alábbi táblázathoz hasonlóan kezelni.

	s (m)	t (s)			$t_{átlag}$(s)	$t^2_{átlag}$ (s^2)	$a = \frac{2s}{t^2}\left(\frac{m}{s^2}\right)$	$a_{átlag}\left(\frac{m}{s^2}\right)$
		1	2	3				
1								
2								

- Számítsuk ki az abroncs tehetetlenségi nyomatékát! Képezzük a gyorsulás átlagértékét! ($a_{átlag}$) Ez egyben az r sugarú (méréssel határozható meg) orsó peremének a kerületi gyorsulása is. Ezért az orsó és a vele együtt forgó abroncs szöggyorsulása:

$$\beta = \frac{a}{r}.$$

A fonál végére akasztott nehezék μ tömegéből, az a gyorsulásból a fonalat feszítő F erő, továbbá az orsó r sugarának ismeretében a rendszerre ható M forgatónyomaték - ha a súrlódási erő fékező nyomatékától eltekintünk - kiszámítható:

$$F = \mu(g - a) ill. M = F \cdot r.$$

Végül a forgómozgás dinamikai alapegyenletének felhasználásával az abroncs tehetetlenségi nyomatékát mérési adatinkból kiszámíthatjuk:

$$\Theta = \frac{M}{\beta} = \frac{\mu(g - a)r^2}{a}.$$

Végül mérjük meg az abroncs tömegét és sugarát! Számítsuk ki ezekből az abroncs tehetetlenségi nyomatékát! Hasonlítsuk össze a dinamikai úton kapott eredménnyel!

- Cseréljük ki az abroncsot a 2-es, majd a 3-as számúra! Igazoljuk, hogy a tehetetlenségi nyomatéka a 2-esnek 4-szeres, a 3-asnak 8-szoros. Ehhez elég egy magasságon a süllyedési időket lemérni!

13. Kísérletek a centrifugális erőre

A kísérlet célja

Az alábbiakban egyszerűen szemléltethetjük a gyorsuló vonatkoztatási rendszerekben felírható centrifugális erő hatását. Fontos megjegyezni, hogy a diákok sokszor már kialakultnak hitt képpel rendelkeznek a centrifugális erőről, ezért nagyon fontos, hogy nagy figyelemmel oszlassuk el esetleges tévképzeteiket és alkossuk meg a helyes képet.

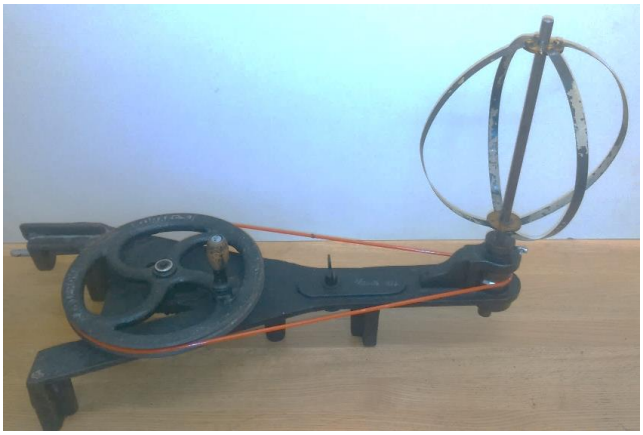
a) Rugalmas abroncs forgásakor fellépő deformáció bemutatása kézi forgatógéppel

Szükséges anyagok, eszközök

- kézi forgatógép
- rugalmas abroncs

Leírás

Rögzítsünk kézi forgatógépbe rugalmas abroncsot, és forgassuk meg! Az abroncs belapul. Az egyes tömegelemekre ható centrifugális erők ugyanis addig deformálják az abroncsot, amíg ennek következtében fellépő rugalmas erők a centrifugális erőkkel egyensúlyt nem tartanak. (A magyarázathoz együtt forgó" koordináta-rendszert választottunk.)



Feladat

- Demonstrálja a leírásban bemutatott jelenséget!

b) Fordulatszám-szabályozó modell működtetése kézi forgatógéppel

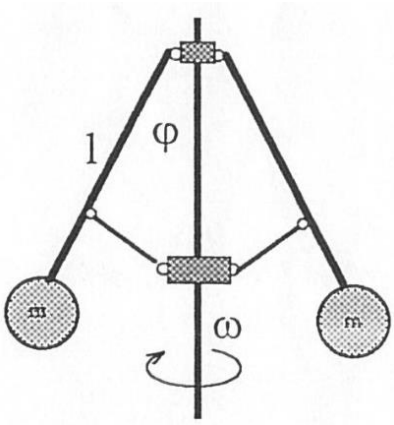
Szükséges anyagok, eszközök

- kézi forgatógép

- fordulatszám-szabályozó

Leírás

A forgatógépbe rögzített ω szögsebességgel forgó "centrifugál-szabályozó" modell l hosszúságú könnyű rúdjai akkora φ szöget zárnak be a tengellyel, amely mellett az m tömegű golyókra ható erők $mg \cdot \mathrm{tg}\varphi$ eredője a golyók körpályán mozgásához szükséges $m\omega^2 \cdot l \cdot \sin\varphi$ centripetális erővel lesz egyenlő. (A leírást most nyugvó koordinátarendszerből adtuk meg.)



Feladat

- Demonstrálja a leírásban bemutatott jelenséget!

c) Forgó pohárban kialakuló folyadékfelszín megfigyelése

Szükséges anyagok, eszközök

- kézi forgatógép
- befogóval rendelkező pohár

Leírás

A szimmetriatengelye körül forgó pohárban lévő víz felszíne forgási paraboloid alakot vesz fel. Ez abból következik, hogy a forgó koordináta-rendszerben nyilvánvalóan nyugalomban lévő folyadék felszínének mindenütt merőlegesnek kell lennie a rá ható erők (a nehézségi- és a centrifugális erők) eredőjére.

Feladat

Demonstrálja a leírásban bemutatott jelenséget!

d) Söröspohár függőleges síkú forgatása váll körül

Szükséges eszközök

- műanyagpohár
- valamilyen veszélytelen folyadék (pl. víz)

Leírás

A műanyagpohárba töltsön kb. negyedéig vizet. Fogja meg a pohár száját öt ujjal felülről, majd a lehető legnagyobb sebességgel forgassa meg a poharat tartó karját a válla körül függőleges síkban – természetesen a pohárral együtt! A műveletet egy fizikakedvelő diák szemlélteti az alábbi videón, melyet a mellékelt QR-kód segítségével is be lehet tölteni. Ha minden jól sikerült, a kezdeti víz teljesen a pohárban maradt.

Fontos! *A biztonság kedvéért (hogy semmi ne legyen vizes) a kísérletet a folyosón végezze el, és a lehető leggyorsabban forgassa a karját!*

14. Kísérletek az impulzusmomentum tételre

A kísérlet célja

A impulzus (lendület) mellett legalább annyira fontos és látványos az impulzusmomentum (perdület) megmaradásának bemutatása.

Egy mechanikai rendszer **N** impulzusmomentumának idő szerinti deriváltja a rendszerre ható külső erők forgatónyomatékának **M** eredőjével egyenlő:

$$\mathbf{M} = \frac{d\mathbf{N}}{dt}$$

Amennyiben a rendszerre ható külső erők eredő forgatónyomatéka zérus, úgy a rendszer összimpulzusmomentuma (perdülete) állandó. Ennek bemutatására használhatjuk az alábbi eszközöket és kísérleteket.

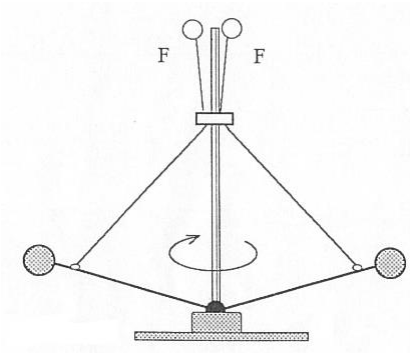
a) Csuklós-karos forgó eszköz tehetetlenségi nyomatéka és impulzusmomentuma közötti összefüggés demonstrálása. ("Piruett eszköz")

Szükséges anyagok, eszközök

- „Piruett eszköz”

Leírás és feladat

Az impulzusmomentum megmaradásának törvényét egyszerű csuklós karos forgó eszközzel („piruett eszköz”) meggyőzően érzékeltethetjük. Tartsuk az F fonalat függőlegesen, feszítsük lazán, úgy, hogy a két kar vízszintes legyen, majd gyenge mozdulattal lökjük meg az egyik kart! Az eszköz lassan forog. Húzzuk most felfelé a fonalat! A karok végén lévő nehezékek a forgástengelyhez közelebb kerülnek, a rendszer tehetetlenségi nyomatéka csökken, következésképpen szögsebessége nő. A nehezékeket lejjebb süllyesztve a szögsebesség csökken.



b) Forgózsámolyos kísérletek

Szükséges anyagok, eszközök

- forgózyámoly
- 2 kg tömegű súlyok
- bicilikerék

Leírás

A tételt forgózsámolyos kísérletekkel is szemléltethetjük. A forgózsámolyos kísérletek balesetveszélyesek.

Figyelem

Csak a gyakorlatvezető, vagy laboráns segítségével szabad elvégezni!

Feladatok

- A kísérletező személy vegyen kézbe egy-egy 2 kg-os súlyt és üljön fel a forgózsámolyra. Tartsa a súlyokat szorosan a testéhez. Kérje meg a gyakorlatvezetőt, hogy hozza forgásba a zsámolyt, vagy gyengéden lökje el magát. Ha ezután a súlyokat tartó karjait kinyújtja, akkor forgása lelassul. A súlyokat behúzva forgásának szögsebessége nő.
- A nyugalomban lévő forgózsámolyon ülő személy egyik kezében testéhez húzott 2 kg-os súlyt tart. Ha most karját előre nyújtja, majd vízszintes körív mentén oldalra lendíti, akkor a zsámollyal együtt a lendítés irányával ellentétesen elfordul. A súlyt behúzva, majd szorosan teste mellett eredeti helyzetébe hozva, az eljárás többszöri ismétlésével - csupán belső erők segítségével - akár körbe is foroghat.
- Tartson a forgózsámolyon ülő kísérletező függőleges tengelyű biciklikereket a kezében. Ha most a kereket megforgatja, akkor a zsámollyal együtt ellentétes irányú forgásba jön. A kerék forgását megállítva a zsámoly forgása is megszűnik. Vízszintesen tartott

tengelyű kereket megforgatva a zsámoly nyugalomban marad. A ferdén tartott tengelyű forgó kerék impulzusmomentumának csak a függőleges komponense érvényesül.

- Adjunk a zsámolyon ülő személy kezébe függőleges tengely körül forgó kereket! A zsámoly - ha előzőleg nyugalomban volt - nyugalomban marad. Ha most a kísérletező a kerék tengelyét 180°-ka1 átfordítja, akkor a kerék forgásával egyező értelmű forgásba jön. A kereket visszafordítva a forgás megáll.

15. Fonálinga lengésidejének vizsgálata

A kísérlet célja

A fonálinga vékony fonálon függő kisméretű test. Egyensúlyi helyzetéből kiterítve, majd magára hagyva – lassan csökkenő amplitúdóval – periodikus mozgást végez. Mozgását csak kis szögkitérések esetén tekinthetjük harmonikus rezgőmozgásnak. Ilyenkor az inga T lengésidejére (jó közelítéssel) érvényes:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

formula kísérleti vizsgálatakor elvi fontosságú, hogy a szögkitérés 15-20°-nál ne legyen nagyobb. Az alábbi kísérletek célja, a fenti összefüggés méréssel történő igazolása!

Megjegyzés: Fontos, hogy az inga hossza jól definiált legyen! A fonalat függőleges síkú befogó lemezpár közé kell szorítani! A lemezpárt rögzítő rudat hosszú Bunsen állványra kell erősíteni. Az állvány ne mozogjon a kísérlet során! Ingatestként célszerű kisméretű, kettőskúp alakú testet használni.

a) Az ingatest anyagának és tömegének függvényében

Szükséges anyagok, eszközök

- Állvány
- Dió
- Befogó állítható lemezpárral
- Fonalak
- Különböző anyagú és tömegű nehezékek
- Vonalzó

Leírás

Függesszünk fel vízszintes rúdra egymás mellé három egyenlő hosszúságú ingát! Legyen az ingatestek alakja és mérete egyforma, de anyaga különböző, pl. réz, vas és fa.
Indítsuk egyszerre a három ingát: még sok lengés után is azonos periodusidővel lengenek. (Az egyszerre indítás úgy történik, hogy a három ingát együtt - pl. egy vonalzóval - kitérítjük, majd szabadon engedjük.)

Az ábrán az 1. feladat különböző részeihez szükséges eszközök láthatóak – dobozzal együtt.

Feladat

- Fogalmazza meg középiskolai szinten a tapasztaltakat és az abból levonható következtetést! (Figyelem, a tapasztalat és a következtetés nem ugyanaz!)

b) A lengésidő és az ingahossz összefüggésének vizsgálata

Szükséges anyagok, eszközök

- Állvány
- Dió
- Befogó állítható lemezpárral
- Fonál
- Súly

Leírás

Mérjük meg 4 különböző fonálhosszúságú inga lengésidejét, a mérési adatokat táblázatba foglaljuk és grafikusan kiértékeljük. Ügyeljen arra, hogy a kitérések minden esetben nagyjából azonosak legyenek, és ne legyenek 20°-nál nagyobbak.

Vizsgált mennyiség	1. mérés	2. mérés	3. mérés	4. mérés
l (m)				
T (s)				
$T/\sqrt{l}$				

A mért eredményeket ábrázolja egy egyszerü *T*-*l*-diagrammon! Az egyszerű diagram azt sugallja hogy a lengésidő és az ingahossz közötti összefüggés egy

$$T = C \cdot \sqrt{l}$$

alakú hatványfüggvénnyel adható meg. A sejtés helyességének igazolására ábrázoljuk az összetartozó egy T-$\sqrt{l}$-diagrammon is! Látható, hogy a pontokra egyenes illeszthető, tehát a keresett összefüggés valóban a fenti függvénytípussal írható le.

Feladat

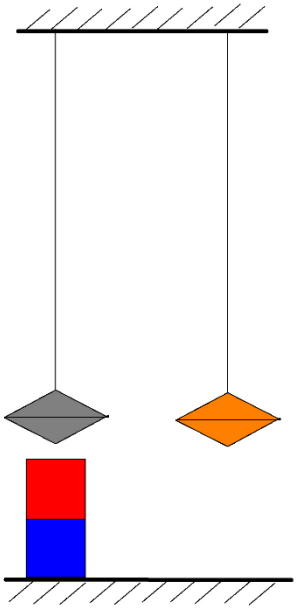
- Végezze el a mérési sorozatot!

- A kapott eredményeket foglalja táblázatba és számítsa ki a kért hányadost!
- Ábrázolja eredményeit kétfajta diagramban!

c) A nehézségi gyorsulástól való függés illusztrálása

Szükséges anyagok, eszközök

- Állvány
- Dió
- Befogó állítható lemezpárral
- Fonál
- Súly (vasból és rézből)
- Mágnes



Leírás és feladat

Fogjunk be egymás mellé két egyenlő hosszúságú ingát! Az egyik ingatest rézből, a másik vasból legyen! Indítsuk el az ingákat! Lengésidejük egyenlő. Állítsunk most a vas ingatest alá (lehetőleg széles) rúdmágnest, (ábra) és ismételjük meg a kísérletet! A vastestű inga lengésidője csökken. Ha a réz alá helyezzük, akkor nem történik változása a lengésidőben. (A nehézségi gyorsulás a Föld adott pontján állandó. Nagyságának változását csak szimulálni tudjuk: a testre a nehézségi erővel kb. egyező irányú többlet-erőt fejtünk ki. Ez mintegy "növeli" *g* értékét.)

16. Egy harmonikus rezgőmozgást végző test és egy egyenletes körmozgást végző test árnyékának összehasonlítása

A kísérlet célja

Annak bemutatása, hogy harmonikus rezgőmozgás megfeleltethető egy egyenletes körmozgás valamely vetületének. A kísérlet által bemutatott gondolatmenet komolyabb matematika nélkül teszi lehetővé a harmonikus rezgőmozgás összefüggéseinek levezetését.

Szükséges anyagok, eszközök

- „A” talpú állvány, befogóval
- Ólomgolyó
- Ping-pong labda elektromotorra erősítve, fordulatszám-szabályozó elektronikával
- Ledes fényforrás

Leírás

Vetítsük ernyőre a motorhoz erősített ping-pong labda árnyékát a körmozgás síkjába eső párhuzamos fénysugarakkal! A labda árnyéka egyenes vonal mentén, két szélső helyzet között ide-oda mozog. Mozgása a rugóra függesztett golyó mozgására - tehát harmonikus rezgőmozgásra- emlékeztet.
Állítsunk a vetítősugarak útjába egy rugón rezgő golyót is! Figyeljük a golyó árnyékának mozgását is! Ha a körpálya sugarát és középpontját a rezgő test amplitúdójával és nyugalmi, helyzetével összehangoljuk, valamint a motor fordulatszámát a golyó rezgésidejéhez igazítjuk, akkor a két árnyék együtt mozog. Tehát az egyenletes körmozgást végző test vetülete a kör síkjában fekvő egyenes mentén harmonikus rezgőmozgást végez.

Megjegyzés:
Az árnyékvetítés közelítőleg párhuzamos fénynyalábbal történjék! (A labda és a golyó a pontszerű izzólámpától messze, az ernyőhöz közel legyen! Lencsék használata felesleges!) A szemléletességet fokozza, ha a labda és a golyó kb. azonos méretű!

Ajánlott videó

A kísérlet lassított felvétele

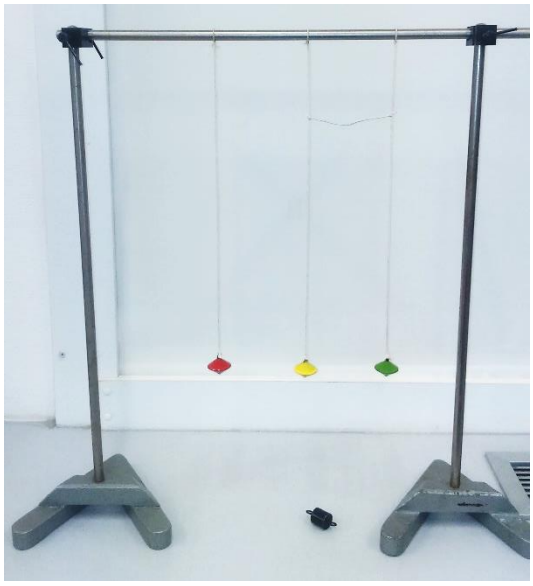
17. Csatolt rezgések bemutatása inga-párral

A kísérlet célja

Rezgések csatolásának és energiaátadásának demonstrálása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Állvány színes ingatestekkel
- Nehezék



Leírás

Kapcsoljunk össze könnyű fonállal (vagy hurkapálcával) két egyenlő lengésidőjű fonálingát. Hozzuk egyiket lengésbe. Rövid idő múlva a másik is lengésbe kezd. Lengésének amplitúdója egyre növekszik, maximumot ér el, ugyanekkor az első inga amplitúdója lassan zérusra csökken. Ezután az ingák szerepet cserélnek.

Az ingák közötti csatolást szorosabbá tehetjük, ha az összekötő fonalat nehezékkel látjuk el. Figyeljük meg, hogyan változik szoros csatolásnál az energiacseréhez szükséges idő!

Feladat

- Figyelje meg a jelenséget nehezékkel és anélkül, illetve az összekötéssel párhuzamos és arra merőleges kitérések esetén is! Fogalmazza meg tapasztalatit!

18. Rezgéscsatolás bemutatása Wilberforce ingával

A kísérlet célja

A rezgéscsatolás egy rendkívül látványos példán történő bemutatása. A jelenség során egy „test” különböző lehetséges rezgései közötti csatolást láthatjuk.

Szükséges anyagok, eszközök

- Tükrös állvány kémcsőbefogóval
- Dugós végű spirálrugó (a dugót kell a kémcsőbefogóba tenni)
- Wilberforce-ingatest

Leírás és feladat

A Wilberforce-inga egy lágy csavarrugóból és a ráakasztott testből áll. Olyan rugót kell azonban választani, amely a szokásos hosszanti rezgések mellett viszonylag nagy amplitúdójú forgási (csavarirányú) rezgésbe is hozható. (Ez úgy tehető meg, hogy a felfüggesztett rugót az ingatestnél fogva hosszának változtatása nélkül elcsavarjuk és elengedjük.) A Wilberforce-ingát úgy kell elkészíteni, hogy a hosszanti és forgási rezgés sajátfrekvenciája megegyezzék. Ebben az esetben a két rezgésforma csatolódik. A csavarás nélkül kitérített és elengedett test rezgései úgy csillapodnak, hogy közben egyre növekvő forgási rezgések jönnek létre. Ezután a folyamat fordított irányban ismétlődik.

19. Kényszerrezgés és rezonanciajelenség bemutatása. ("Rezonancia kocsi".)

A kísérlet célja

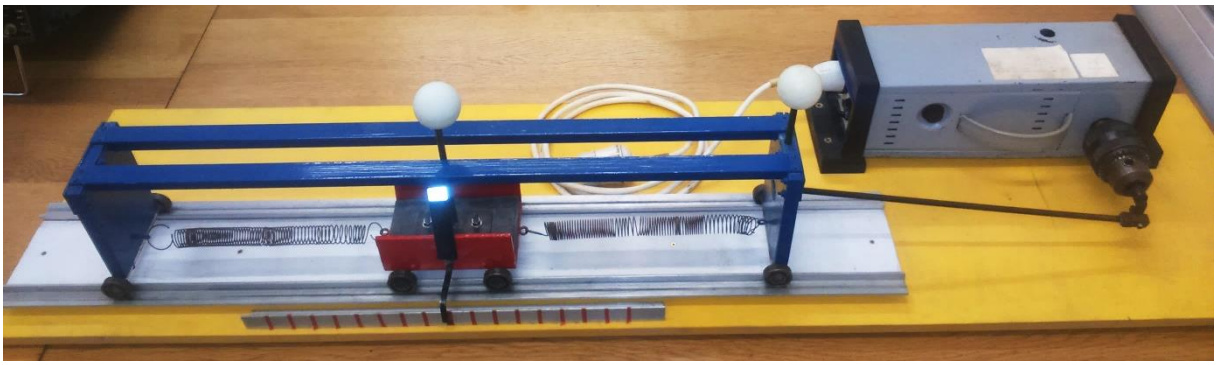
A rezonancia rendkívül érdekes látványos jelenség. A rezonancia létrejöttéhez szükséges feltételek megértéséhez rendkívül célszerű, de mégis egyszerű a „rezonancia kiskocsi”.

Szükséges anyagok, eszközök

- Rezonancia kocsi szett
- Nehezékek (szett része)

Leírás

Az ábra a kényszerrezgés és a rezonancia-jelenség bemutatására alkalmas egyik összeállítást mutatja. A sínre állított kocsi két rugóval egy ugyanazon a sínen gördülő kerethez van kikötve. A keretet változtatható fordulatszámú motor kis amplitúdójú rezgésbe hozza.



A kocsi és a keret rezgésének amplitúdója a skáláról leolvasható. A keret amplitúdója állandó, frekvenciája a motor fordulatszámával egyenlő. A keret rezgésre gerjeszti a kocsit.

Feladat

- Kezdetben a fordulatszám szabályozót állítsuk minimumra, majd kapcsoljuk be a motort. Figyeljük meg a kiskocsi rezgésének amplitúdóját, valamint a keret rezgéséhez képesti fázisát! Növeljük a motor fordulatszámát és figyeljük meg az amplitúdó változását. Egy idő után azt fogjuk tapasztalni, hogy a kocsi olyan nagy amplitúdóval rezeg, hogy szinte kiszakad a keretből (rezonancia katasztrófa). Ekkor hirtelen maximumra kell a fordulatszámot tekerni! Figyeljük meg ebben az állásban is a kiskocsi rezgésének amplitúdóját, valamint a keret rezgéséhez képesti fázisát!
- Bizonyítsuk be, hogy a kiskocsi amplitúdója akkor maximális, amikor a gerjesztő frekvencia megegyezik a kiskocsi saját frekvenciájával! Ehhez rögzített keret (álló motor) mellett térítsük ki a kiskocsit és stopperrel "mérjük" meg a kocsi rezgésének periódusidejét! Ezután keressük meg a motornak azt a fordulatszámát, melyen a kiskocsi kitérése maximális. Ekkor kapcsoljuk ki a motort. Sajnos a motorról nem lehet leolvasni közvetlenül a frekvenciát, azért a kocsit le kell csatlakoztatnunk a keretről, és stopperrel mérni a periódusidőt! A mért adatok alapján bizonyítsuk a feladat állítását!

20. Rezonancia trükkös bemutatása ingákkal

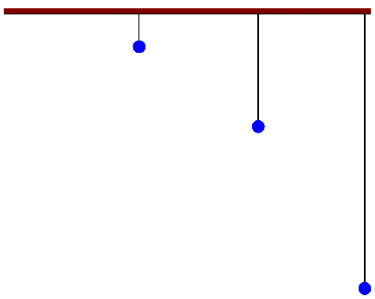
A kísérlet célja

A rezonancia jelenség és a matematikai inga alapvető tulajdonságait szemléltethetjük egy botra rögzített különböző hosszúságú ingákkal.

Szükséges anyagok, eszközök

- Botra rögzített különböző hosszúságú ingák.

Leírás



Függesszünk fel három különböző hosszúságú ingát egy rúdra az ábrának megfelelően. Érdemes körülbelül 1, 4 és 9 egység hosszúságú ingákat választani. Ha a rudat különböző frekvenciával rezgetjük a rúdra (és az inga fonalára) merőlegesen, akkor a frekvenciától függően más-más inga fog lengésbe jönni.

Feladat

- Magyarázza a jelenséget a rezonancia segítségével!

Kiegészítés

Bemutatása bűvész trükként: Kis gyakorlás után rá lehet hangolódni, hogy milyen frekvenciájú rezgetés mozgatja meg az egyes ingákat, anélkül, hogy a másik kettő lengésbe jönne. Kis ügyességet igényel, de az is megoldható, hogy a rúd mozgása észrevehetetlen legyen. Mutassuk be a kísérleti eszközt az osztálynak, vezessük fel úgy, hogy a gondolat erejével bármelyik ingát mozgásba tudjuk hozni. Ezt követően, kérjük meg a diákokat, hogy válasszák ki bármelyik ingát, amit lengetni szeretnének. Lengessük meg nekik néhányszor a kívánt ingát, majd magyarázzuk meg a jelenséget!

21. Rezgések összegzése: két, hanggenerátorral keltett rezgés összegzése oszcilloszkóppal (egyirányú és egymásra merőleges rezgések.)

A kísérlet célja

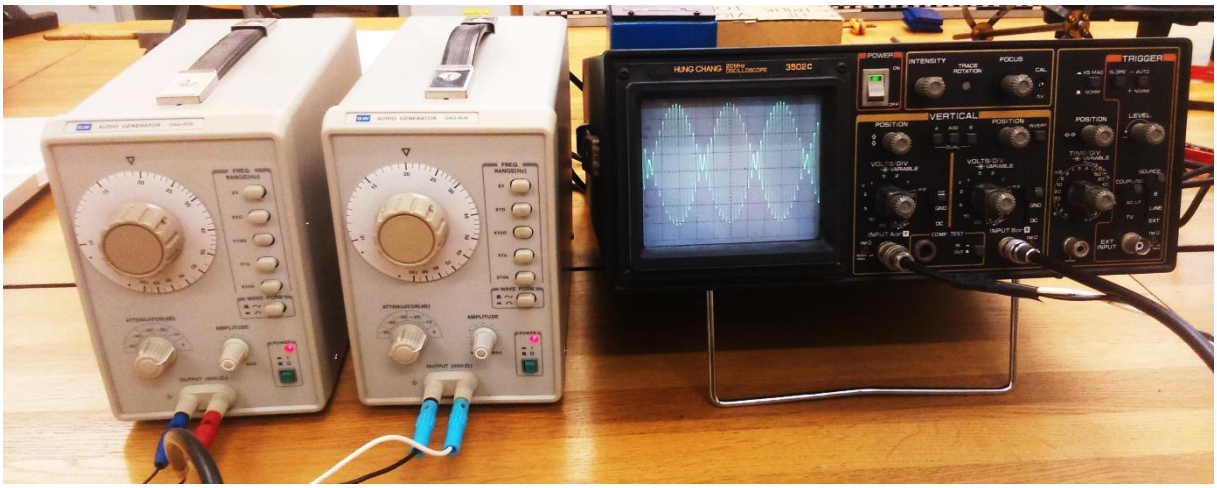
Oszcilloszkóp segítségével egyirányú és egymásra merőleges hullámjeleket is összegezhetünk.

Szükséges anyagok, eszközök

- Két darab szabályozható hanggenerátor
- Oszcilloszkóp
- Két darab oszcilloszkópra csatlakoztatható kábel

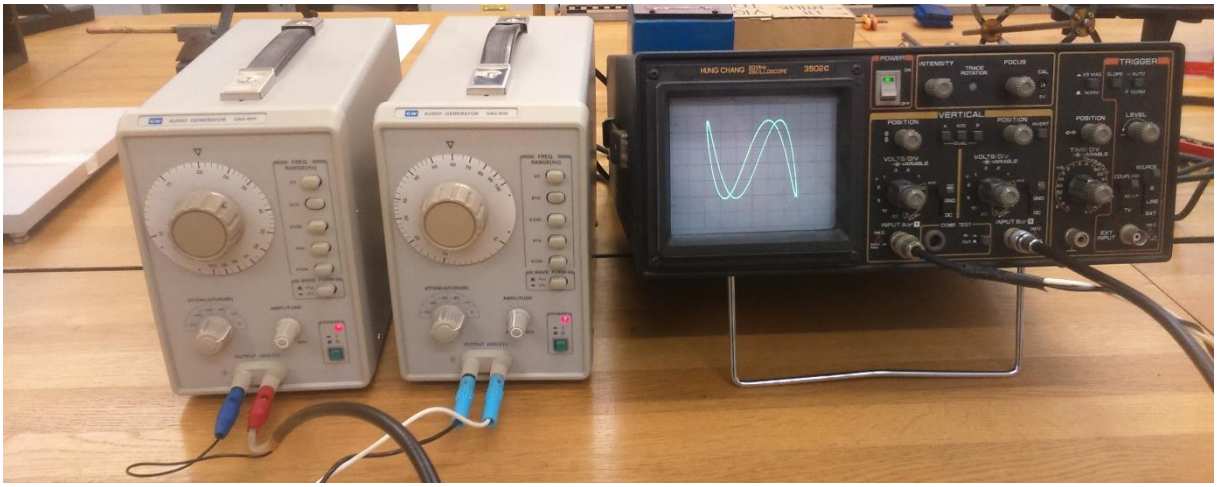
Leírás

Az egyirányú- és a merőleges rezgések eredőjét oszcilloszkópon is megfigyelhetjük. Az összegzendő rezgéseket hanggenerátor szolgáltathatja. (A hanggenerátor 20 Hz és 20kHz között folytonosan változtatható frekvenciájú szinuszos feszültségforrás. Jelének amplitúdója – (feszültsége) – megfelelő határok között – szabályozható.)
Vizsgáljuk először az egyirányú rezgések eredőjét! Adjuk előbb az egyik, majd a másik generátor -egymástól eltérő frekvenciájú jelét az oszcilloszkóp függőleges bemenetére!
(Amplitúdóikat úgy szabályozzuk be, hogy az eredő rezgés képe majd ráférjen a képernyőre!)



Kössük a két generátort az oszcilloszkópra és az ADD gombbal adjuk össze őket! Figyeljük meg az eredő rezgés feszültség - idő függvényének képét! Állítsunk be azonos amplitúdójú, azonos frekvenciájú összetevőket! Változtassuk az amplitúdók arányát azonos frekvenciák mellett! Csak kissé eltérő frekvenciájú rezgések összegzésekor lebegési jelenséget látunk.

Merőleges rezgések összetételekor az egyik összetevőt (függvénygenerátort) a vízszintes, a másikat a függőleges bemenetre adjuk. A képen látható kapcsolót állítsuk X-Y állásba! Összegezzünk l:l, l:2, 2:3, stb. frekvencia-arányú rezgéseket! Állítsunk elő más Lissajous görbéket is!



Figyelem!

- Ha bizonytalan az eszközök kezelésébe, akkor kérje a laborvezetők, vagy a laboráns segítségét!
- Az oszcilloszkóp kikapcsolása előtt a TIME/DIV kapcsolót állítsa vissza pl. 5 ms állásba (így nem ég ki az oszcilloszkóp közepe hosszú távon sem).

22. A fizikai inga lengésidő-formulájának illusztrálása

A kísérlet célja

A matematikai ingától különböző, de ahhoz sokban mégis hasonlító fizikai inga alapvető tulajdonságainak szemléltetése.

Szükséges anyagok, eszközök

- Tartódeszka
- 2 kg-os nehezék
- Satu
- Fém tengely
- Piros-fehér pálca
- Henger alakú lyukas nehezékek
- Tűk

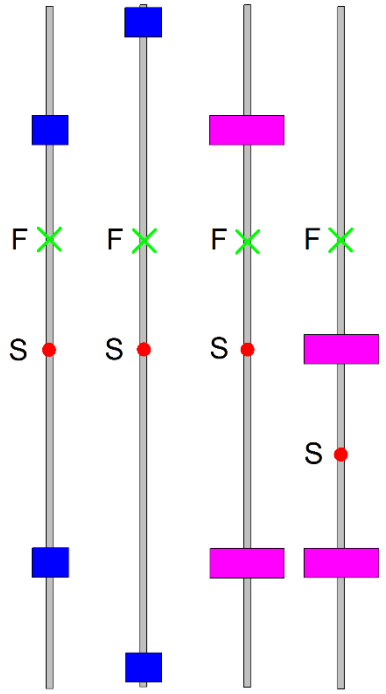
Leírás

A fizikai inga lengésideje

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\Theta}{mgs}}$$

ahol Θ az inga forgástengelyre vonatkozó tehetetlenségi nyomatéka, m a tömege, s a tengely és a súlypont egymástól mért távolsága, g a nehézségi gyorsulás.

A formula helyességének igazolására szolgáló eszköz – a Pócza féle inga – egy könnyű pálcából, két egységtömegű és két kétszeres tömegű fémhengerből áll. A pálcán – egyenlő távolságokban – hét furat van, ide lehet a hengereket vékony huzaldarabbal (vagy gombostűvel) rögzíteni. A pálcával és a hengerekkel különböző tömegű, súlyponttávolságú és tehetetlenségi nyomatékú fizikai inga készíthető. Az inga vastag acéltű-tengely körül lenghet.



Θ	10	20	20	20
m	2	2	4	4
s	1	1	1	2
T	T_0	$\sqrt{2}T_0$	T_0	$T_0/\sqrt{2}$

Készítsük el az ábrán vázolt ingákat! (Az ábrán F a forgástengelyt, S a súlypontot jelöli.) Mérjük meg az ingák lengésidőit! Foglaljuk a mért időket táblázatba! Foglaljuk táblázatba az önkényes egységekkel számított lengésidőket is! Végül hasonlítsuk össze a mért lengésidők arányát a számított lengésidők arányával! .

A lengésidő g-től való függését csak szimulálni tudjuk. Ha az inga a vízszintessel szöget bezáró tengely körül leng, akkor lengésideje nagyobb úgy, mintha g értéke lecsökkent volna.

Összeállított eszköz

Forgási tengely

Súly befogása

Tengely tartó satuval történő rögzítése a deszkához

A deszkát a helyén tartó nehezék

23. Transzverzális és longitudinális hullámterjedés modellezése

a) „Lépcsőnjáró” rugóval

A kísérlet célja

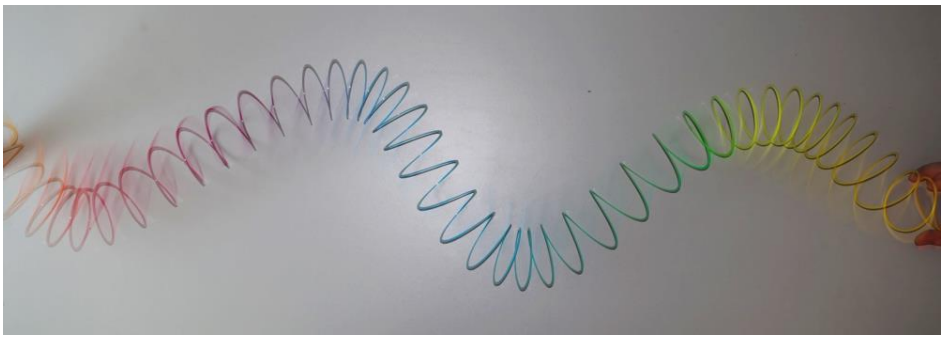
A hullámterjedés két fajtájának szemléletes bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

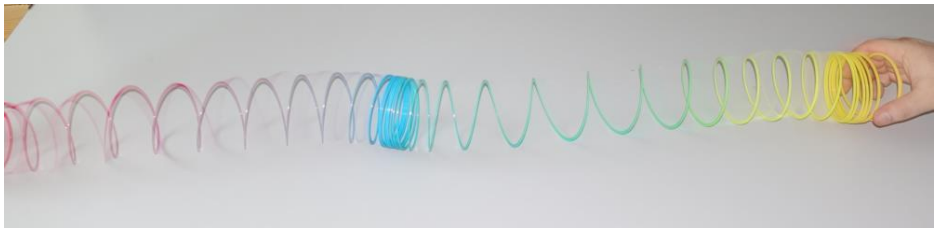
- „Lépcsőnjáró” rugó

Leírás

Ha a kifeszített „lépcsőnjáró” rugót (ami egy nagy átmérőjű, laza csavarrugó) egy gyors mozdulattal merőlegesen kitérítünk és vissza, akkor az így létrehozott domb végigfut az egész rugón. Amikor az egyik végét gyors mozdulattal meglökjük, majd visszahúzzuk, akkor a rugó csavarmenetein sűrűsödés és ritkulás vonul végig. A jelenség lényege, hogy a csavarrugó kitérített része valamekkora késéssel maga után húzza a mellette levő, rugalmasan hozzákapcsolt szomszédját és ez vonul végig a teljes testen.
Ha folyamatosan keltjük ezeket a hullámokat, akkor azt figyelhetjük meg, hogy az egyes részecskék egy egyensúlyi hely körül rezegnek, de az egyes részek fáziskülönbsége miatt ezt úgy érzékeljük, hogy a rugón hullámhegyek és völgyek, avagy ritkulások és sűrűsödések futnak végig.
Ha a részecskék rezgése merőleges a terjedés irányára, akkor beszélünk transzverzális hullámról.



Amennyibe a részecskék rezgési iránya egybeesik a terjedés irányával, akkor longitudinális hullámról beszélhetünk



Feladatok

- Feszítse ki a két kezével a rugót! Keltsen transzverzális és longitudinális hullámot és figyelje meg a tulajdonságait!

b) TANÉRT készlettel

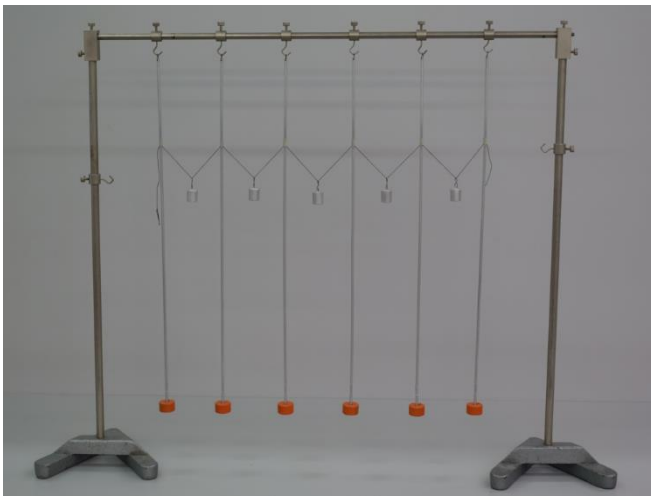
A kísérlet célja

Transzverzális és longitudinális hullám kialakulásának bemutatása. Annak modellezése, hogy a hullám terjedési sebessége hogyan függ az anyagi minőségtől.

Szükséges anyagok, eszközök

- Tanért készlet hullámmozgás demonstrálásához.
- Stopper

Leírás



Mechanikai hullámok keletkezésénél, terjedésénél a közeg részecskéi, térfogatelemei között fellépő rugalmas erők játszanak szerepet. A mechanikai hullámban a rezgésállapot /a rezgés fázisa/ és vele a rezgési energia az, ami terjed. A mechanikai hullámok jellegzetességeit, elsődlegesen keletkezésüket és terjedésüket lazán kapcsolódó ingák sorozatából alakított hullámgépünk modellezi. Egyik szélső ingájának merőleges kitérítésével tranzverzális, hosszanti kitérítéssel longitudinális hullámzásba hozható.

Tranzverzális hullámok esetén hegyek és völgyek, longitudinálisok esetén sűrűsödések és ritkulások váltják egymást. A hullámgép ingáinak lengő tömegei a rugalmas anyag részecskéinek egy sorát (egyenként a térfogategységben foglalt tömeg, vagyis a sűrűséget) jelképezik. Az ingákat összekötő fonálon lógó kis nehezéket a tömegrészecskéket összekötő rugalmas erőket, közvetve tehát a közeg rugalmassági moduluszát képviselik. Ha az ingák lengő tömegeit és a fonálon lógó kis nehezékeket változtatjuk, kísérletileg szemlélhetjük, hogy

a) a rezgés annál rövidebb idő alatt terjed végig az ingasoron, minél nagyobb a részecskéket összekötő rugalmas erő, azaz minél nagyobb a közeg rugalmassági modulusza;
b) annál lassabban terjed a rezgés a pontsoron, minél nagyobbak a lengő tömegek, vagyis a közeg sűrűsége;

Feladatok

- Térítsük ki az egyik oldalsó ingát merőlegesen (legalább 10 cm-es amplitúdóval), azaz indítsunk transzverzális hullámot! Mérjük meg mennyi idő szükséges, hogy az utolsó inga is lengésbe kezdjen!
- Az ingákat összekötő alumínium súlyokat cseréljük nagyobbakra (növeljük a rugalmassági moduluszt) és ismételjük meg a mérést!
- Az ingák végén található narancssárga súlyok mellé fűzzünk fel még egyet (növeljük a sűrűséget) és ismételjük meg a mérést!
- A mérés alapján fogalmazzuk meg a rugalmassági modulusz és a sűrűség kapcsolatát a terjedési sebességgel!
- Végezzük el a kísérleteket longitudinális hullámmal is! (figyeljünk, hogy a kezdő amplitúdó olyan legyen, hogy az ingák közvetlenül ne ütközzenek).

24. Állóhullámok keltése szabályozhatóan (súlyokkal) feszített fonálon.

A kísérlet célja

Állóhullámok tulajdonságainak megfigyelése. A feszítő erő és a hullámhossz közötti kapcsolat bemutatása

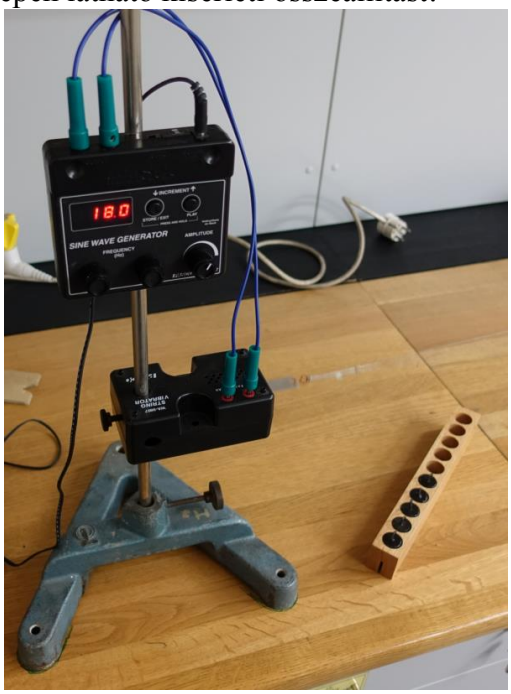
Szükséges anyagok, eszközök

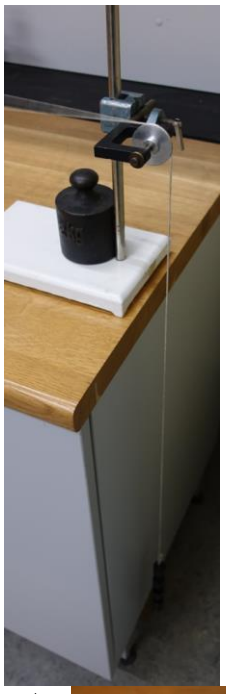
- Függvény-generátor (Pasco)
- Zsinor rezgető (vibrátor, Pasco)

- Hosszú rugalmas kötél (5 m)
- Súlysorozat (9 db, 50 g-os)
- 2db Bunsen állvány
- Állványba fogható állócsiga (befogáshoz egy dió)
- 2 kg-os súly (a csigát tartó Bunsen-állvány leszorításához)

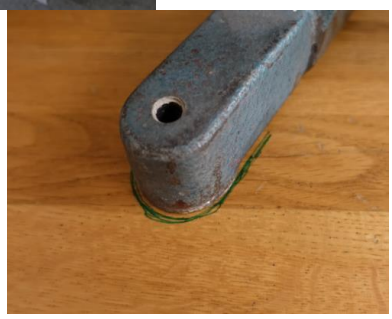
Leírás

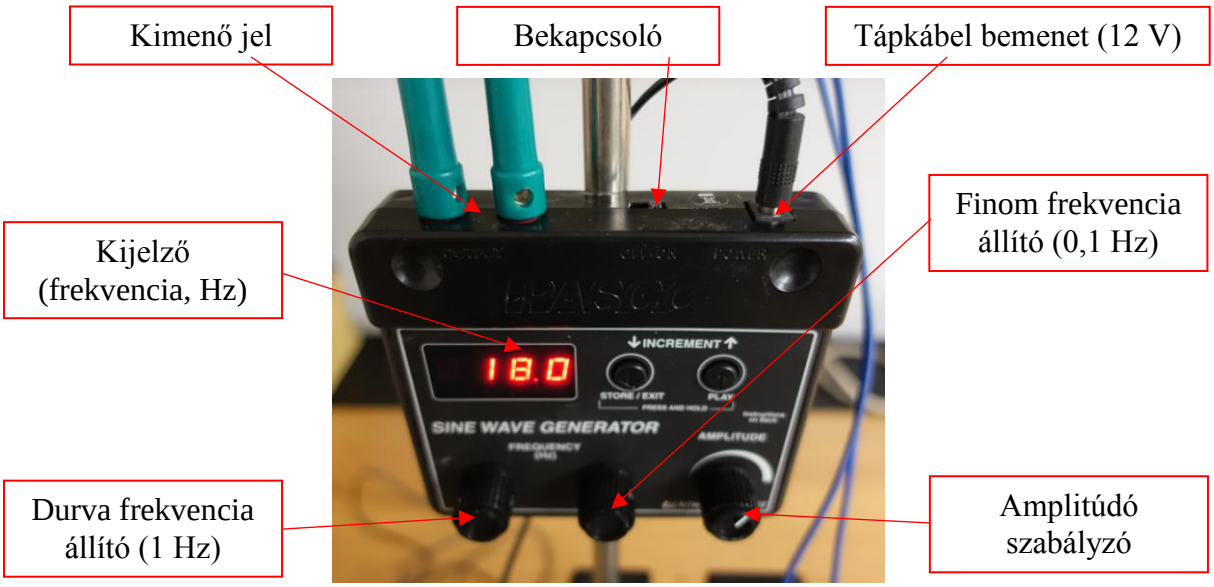
Ha a rugalmas közegben egy adott irányban terjedő hullámok másik közeg határáról visszaverődve találkoznak a haladó hullámokkal, akkor a hullámok interferálnak, Folyamatos hullámkeltés esetén (megfelelő körülmények között) az interferencia eredményeként a közeg egyes helyeinek kitérése zérus lesz, míg más helyek különböző amplitúdójú rezgést végeznek azonos fázisban. Ezt a haladó hullámtól eltérő tulajdonságú alakzatot állóhullámnak nevezzük. Egy adott hosszúságú gumikötélen, a kötélvég megfelelő frekvenciájú mozgatásakor csomópontok és maximális kitéréssel mozgó ún. duzzadóhelyek váltakozását figyelhetjük meg. Ezeket a frekvenciákat (ahol állóhullám alakul ki) szokták sajátfrekvenciának is nevezni.
Állítsuk össze a képen látható kísérleti összeállítást!





A csigás Bunsen-állványt helyezzük el az asztal jobb szélén. A másikat a bal széléhez közel, a zöld filccel megjelölt helyen (lásd oldalsó ábra).
Rögzítsük a zsineg egyik végét a vibrátor nyelvéhez, vessük át a csigán és terheljük a másik végét súlyokkal. A vibrátor rezgésének frekvenciáját függvénygenerátorral szabályozzuk. A függvénygenerátor legfontosabb részeit a következő ábra mutatja.





Feladatok

- Állítsuk a függvénygenerátor 10 Hz-re, az amplitúdót középállásba, a zsinór végére akasszunk 4 db 50 g-os súlyt! A durva állítóval lépkedjünk 1 Hz-enként felfelé, míg állóhullám kialakulását nem látjuk. Ekkor használjuk a finom szabályozót, hogy megtaláljuk a maximális amplitúdót! Jegyezzük fel a frekvenciát, valamint a duzzadóhelyek és csomópontok számát! Keressünk meg legalább 5 különböző frekvenciához tartozó állóhullámot, és fogalmazzuk meg a frekvencia és duzzadóhelyek száma közötti összefüggést! (Figyelem: sokszor előfordul, ha állóhullám közelében vagyunk, hogy a vibrátor hallhatóan kattog. Ekkor az amplitúdót csökkenteni kell, míg a hang meg nem szűnik)
- Állítsuk az amplitúdó szabályzót középállásba, a zsinór végére akasszunk 1 db 50 g-os súlyt! Állítsunk be a fordulatszám szabályozásával olyan állapotot, hogy a kötél hosszán csupán egy félhullám alakuljon ki. Növeljük a terhelést az előző négyszeresére, s figyeljük a kialakult állóhullámot. A zsineg feszítettségével (F) a transzverzális hullám terjedési sebessége a

$$c = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

összefüggésnek megfelelően változik, ahol ρ a zsineg sűrűsége, A a keresztmetszetének területe. Bizonyítsuk be a $c \sim \sqrt{F}$ összefüggést! Használjuk fel, hogy a két végén rögzített L hosszúságú zsineg sajátfrekvenciája és a terjedési sebesség között fennáll a

$$f_n = n\frac{c}{2L}$$

összefüggés, ahol n a duzzadóhelyek száma és f_n a hozzá tartozó sajátfrekvencia

25. Állóhullámok keltése patkómágnes sarkai között kifeszített, váltóárammal izzított dróton

A kísérlet célja

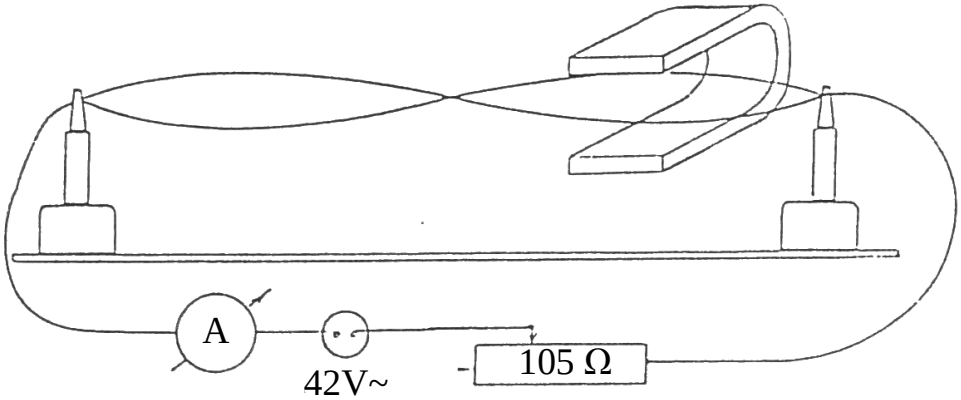
Állóhullám kialakulásának bemutatása. Érdeklődés felkeltése látványos kísérlettel.

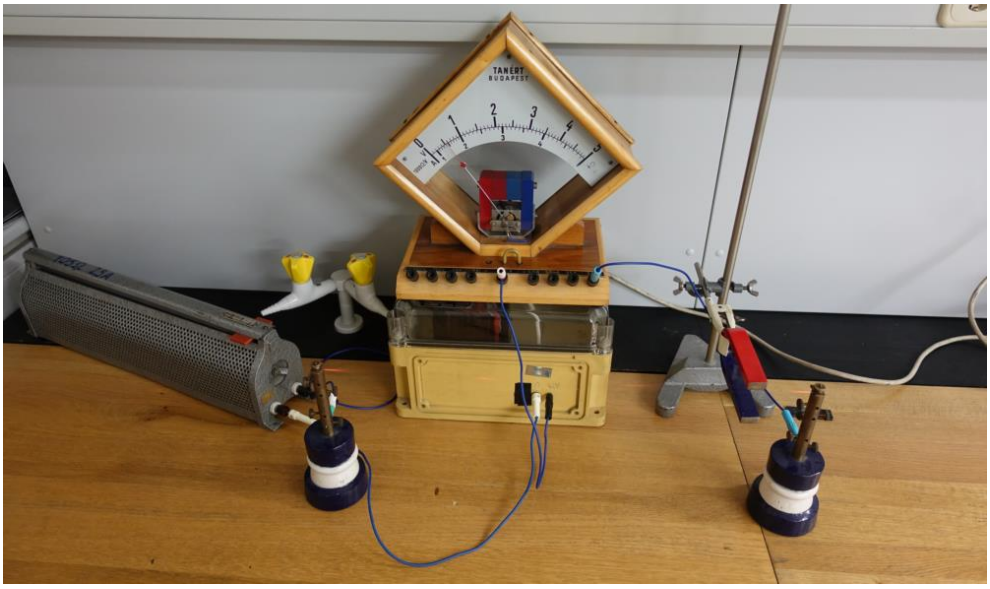
Szükséges anyagok, eszközök

- Transzformátor (42V~)
- Áramerősség mérő
- Változtatható tolóellenállás (105 Ω, 2,5A)
- Röpzsinórok (4 db)
- Patkómágnes
- Bunsen-állvány (+dió)
- Kémcsőfogó
- 2 db drótközpont (Holtz-szorító)
- Kantál huzal (kb. 50 cm)

Leírás

Rögzítsünk szigetelt szorítóba (Holtz-szorítóba) kb. 50 cm hosszú, 40 ohm/méter fajlagos ellenállású kántál drótot. Helyezzük a drótot patkómágnes sarkai közé. Csatlakoztassuk a drótot 105Ω-os tolóellenálláson keresztül 42 V-os váltófeszültségű áramforráshoz (transzformátor). Változtassuk az áramkör áramát addig, amíg a drót izzani kezd (1-1,5 A). Az áramkörbe célszerű árammérő műszert kötni, hogy ezt figyelve túl ne lépjük a tolóellenállásra megengedett maximális áramerősséget.





A hálózati frekvencia ütemében változó árammal átjárt vezetőre homogén mágneses térben periodikus erő hat. Az erő iránya merőleges a vezetőre és a B mágneses indukció vonalakra is, nagysága pedig a hálózati frekvencia ütemében változik.

Ha a gerjesztés periódusa megegyezik a drót valamelyik sajátfrekvenciájával, akkor a dróton jól látható állóhullámok alakulnak ki. A drótot feszítő erő értéket a szorítók távolításával, illetve közelítésével változtathatjuk, és így hangolhatjuk össze a drót sajátfrekvenciáját a hálózati frekvenciával.
A dróton kialakult állóhullámok duzzadóhelyei, és azok környezete a drót részecskéinek mozgása miatt lehűlnek, s csak a nyugvó csomópontok izzanak.(A jelenség jobban látható, ha a drót háttere sötét.)

Figyelem!

Ezt a kísérletet csak laborvezető jelenlétében szabad elvégezni. A kísérlet nyugodtan összeállítható, azonban a transzformátor áram alá helyezése előtt a laborvezetővel, vagy a laboránssal ellenőriztetni kell a helyes bekötést!

Feladatok

- Szabályozzuk a drót feszítettséget a drótközpontok mozgatásával! Figyeljük meg a dróton kialakult állóhullámot!

26. Húr ("monochord") rezgéseinek vizsgálata

A kísérlet célja

Húr rezgéseinek és hangjának vizsgálata

Szükséges anyagok, eszközök

- Három húros demonstrációs „monochord”
- Papír lovasok
- Madártollak

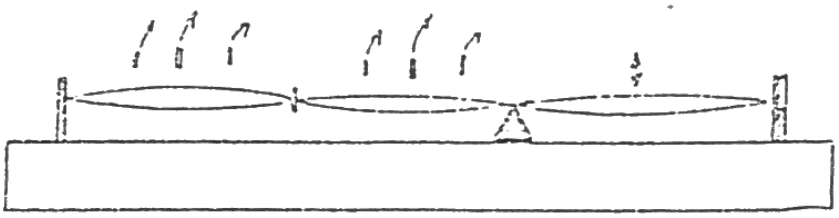
Leírás

A húr rezgéseinek vizsgálatára szolgáló eszköz az ún. monochord. Lényegében egy 80-120 cm hosszú láda (rezonáló szekrény), melynek tetején húr feszíthető ki. A laborban található eszközön 3 húr van. Kettő fixen kifeszített. A harmadik húrnak (a képen legtávolabbi) az egyik vége egy csavarral meghúzható, másik vége egy csigán keresztül rugós erőmérőhöz csatlakozik. A húr rezgésbe hozott részének hosszát a húr és az alapul szolgáló szekrény közé szorosan elhelyezett ék elmozdításával változtathatjuk. A húrt középen megpendítve hozzuk rezgésbe.

Feladatok

- Változtassuk a húr hosszát az ék segítségével, változatlan feszítőerő mellett! Figyeljük meg a húron keltett hang magasságának változását! Ezt a kísérletet a fixen rögzített húrok egyikével érdemes elvégezni.

- Adott hossz mellett változtassuk a feszítőerőt a csavar elforgatásával! Ismét figyeljük meg a húron keltett hang magasságának változását! A húrt feszítésénél figyeljünk oda, hogy a rugós erőmérő 7-nél ne mutasson többet (a 7-es itt 7 kg-nak megfelelő húzóerőt jelent)
- Ha a rezgő húr középpontját tollal gyengén megérintjük, kioltjuk azokat a sajátrezgéseket, amelyeknek ott nincsen csomópontja, a húr alaphangját is. Az ekkor hallott hang az alaphang oktávja, mely a fennmaradó rezgések közül a legnagyobb intenzitású hang.
- Monochordon is bemutathatjuk az állóhullámokat. Támasszuk alá az ékkel a húrt hosszának l/3-ad részében. Helyezzünk apró karton lovasokat a húr hosszabb szakaszára. Pendítsük meg a rövidebb húrdarabot, a másik részen lévő lovasok közül csak az nem jön mozgásba, melyiket csomópontban helyeztük el.



27. Pálca (acélszalag), valamint változtatható átmérőjű abroncson rezgéseinek megfigyelése.

A kísérlet célja

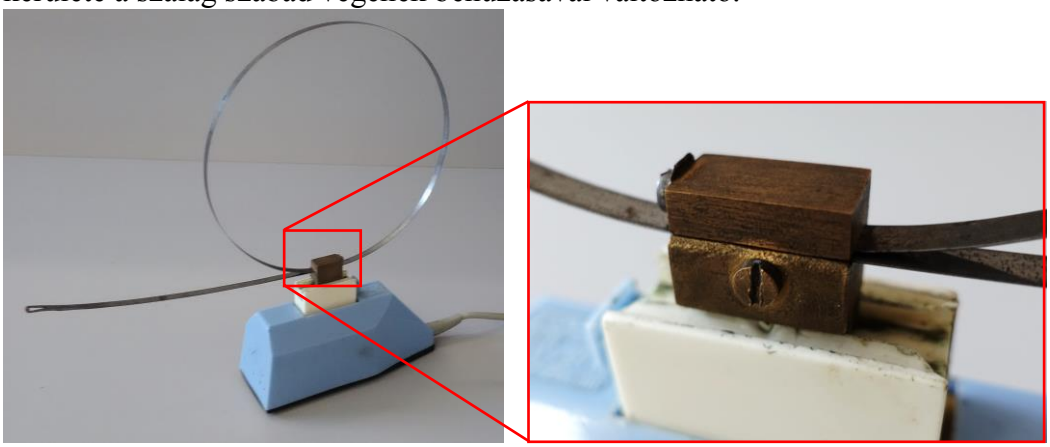
Pálcán és abroncson kialakuló állóhullámok megfigyelése

Szükséges anyagok, eszközök

- Masszírozó gép
- Acélszalag (speciális csatlakozó tuskóval)

Leírás

A kísérletet a kereskedelemben kapható masszírozó géppel végezzük. A masszírozó géphez (vibrátorhoz) csatlakoztatható fémtuskó segítségével lehet az acél szalagot rögzíteni (lásd jobb oldali kép). Rögzítsünk a tuskóba vékony acélszalagot, és képezzünk egy hurkot a szalagra. A hurok kerülete a szalag szabad végének behúzásával változható.



Ezzel az elrendezéssel a pálca és az abroncs rezgéseit egyaránt be lehet mutatni.

Feladatok

- Helyezzük a befogó tuskót a vibrátorra, és dugjuk be a masszírozó gépet a konnektorba. Hangoljuk össze a kerület változtatásával a hálózati frekvenciát és az a hurok sajátfrekvenciáját. Az abroncson állóhullámok alakulnak ki. Változtassuk tovább a kerületet, újabb sajátállapot ki alakulásának lehetünk tanúi.
- Figyeljük az acélszalag egyenes részének (pálca) rezgéseit is. Megfelelő pálcahossznál állóhullámok jelennek meg. Figyeljük meg, hogy a szabad végen duzzadóhely alakul ki. Határozzuk meg adott állapotnál a pálca hosszának és sajátfrekvenciájának kapcsolatát.

28. Lemezek rezgéseinek megfigyelése.

A kísérlet célja

Lemezeken kialakuló állóhullámok, az ún. Chladni-ábrák bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

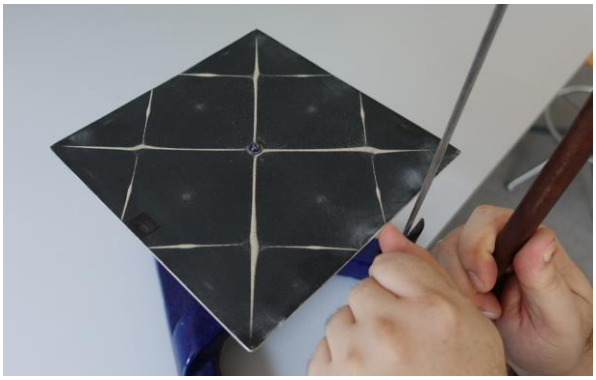
- „A” talp
- „A” talpba fogható lemez (kör és négyzet alakú)
- finomszemcsés homok (sószóróban)
- Hegedűvonó

Leírás

A lemezek a pálcák kétdimenziós megfelelői. Rögzítsünk különböző alakú (kör, négyzet) alumíniumlemezt középen állványhoz. Szórjunk kevés finom homokot a vízszintes lemezre. Húzzuk végig a vonót a lemez élén! A vonót tartsuk merőlegesen a lemez síkjára, ha jól csináltuk, akkor hangot hallunk. Az alkalmas helyen rezgésbe hozott lemezen állóhullámok alakulhatnak ki. A finom homokszemcsék a csomóvonalak mentén rendeződnek. Figyeljük a vonóval keltett hang magasságát és a hozzá tartozó Chladni-féle ábrát. A magasabb hanghoz általában több csomóvonalat tartalmazó, bonyolultabb ábra tartozik.

Feladatok

- Készítsünk különböző ábrákat! Ha a lemez élét egy helyen lefogjuk és rezgésbe hozzuk, a lefogás helyéről csomóvonal indul. (A lemez szabad rezgését a lefogás helyén megakadályoztuk.) A lefogási pont helyét és számát változtatva sokféle Chladni-féle ábra készíthető.



29. Hanglebegés jelenség előállítása két hangvillával.

A kísérlet célja

Hanglebegés jelenségének bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- Két külön-külön rezonátordobozzal ellátott, de közel azonos rezgésszámú hangvilla
- Gumikalapács

Leírás

Két külön-külön rezonátordobozzal ellátott és azonos rezgésszámú hangvilla közül az egyiket "hangoljuk el" például oly módon, hogy az egyik szárának a végére egy alumínium bilincset helyezünk. Ezután állítsuk a rezonátorokat nyílásukkal egymással szembe, és pendítsük meg mindkét hangvillát!

Feladatok

- Fogalmazzuk meg mit tapasztalunk? Mi van, ha a bilincset eltávolítjuk?

30. Fáziskülönbséggel kibocsátott hanghullámok interferenciája.

A kísérlet célja

Figyelemfelkeltő kísérlet bemutatása hullámok interferenciájának témakörében.

Szükséges anyagok, eszközök

- 2 db Bunsen állvány
- 2 db dió
- 2 db kémcső fogó
- 2 db üveghenger (speciális hosszúságúak, lásd leírás)
- Hangvilla
- Fém lap
- Gumikalapács

Leírás

A Bunsen-állványra rögzített hangvilla mellé, egymásra merőlegesen, két alkalmas hosszúságú rezonátorcsövet helyezzünk el! Ezek a mérőhelyen 3-4 cm átmérőjű üvegcsövek (de egyszerű PVC csövek is lehetnek). Hosszúságuk úgy lett beállítva, hogy a hangvilla alaphangjának megfelelő (l) hullámhossz negyedrészének páratlan számú többszöröse ($l = (2k + 1) \cdot \frac{l}{4}$) legyen. A csövek hangvilla felé eső vége nyitott, a másik zárt.

Feladatok

- Pendítsük meg a hangvillát. Ha valamelyik rezonátorcső nyílását egy eléje csúsztatott fémlappal lezárjuk, az észlelt hang felerősödik. Magyarázza a tapasztaltakat!

31. A felületi feszültség anyagfüggésének demonstrálása

A kísérlet célja

Annak bemutatása, hogy a felületi feszültség függ az anyagi minőségtől.

a) A vízrétegre cseppentett éter szétterülése

Szükséges anyagok, eszközök

- 9 cm átmérőjű Petri-csésze
- hintőpor
- víz
- éter (gyakorlatvezetőtől vagy laboránstól kell kérni)
- szemcseppentő

Leírás

Öntsünk a Petri-csészébe kevés vizet, majd szórjuk meg a víz felszínét hintőporral. Ezután cseppentsünk egy csepp étert a hintőporos felszínre.

b) Az "éteres hajó"-kísérlet.

Szükséges anyagok, eszközök

- 22 cm átmérőjű kristályosító tál
- „hajó” (kb. 5 cm hosszú, alumíniumlemezből kivágott hajó, melynek orrával ellentétes oldalán kis kivágás található)
- víz
- éter (gyakorlatvezetőtől vagy laboránstól kell kérni)
- szemcseppentő

Leírás

Öntsünk a kristályosító tálba vizet, majd helyezzük a víz felületére a hajót. Ezután cseppentsünk étert a hajó végén található félkör alakú kivágásba

c) Kámfor a víz és az olaj felületén.

Szükséges anyagok, eszközök

- 9 cm átmérőjű Petri-csésze
- kámfor (porüvegben)
- víz
- étolaj (üvegben)
- csipesz

Leírás

Öntsünk a Petri-csészébe vizet, majd tegyünk bele csipesszel kámfort. Figyeljük meg a kámfordarabkákat! (Legalább 4-5 kristálydarabkát tegyünk a vízbe, mert a kámfor oldódásához a darabkának megfelelő kristálytani irányban kell állnia.)
Végezzük el ugyanezt a kísérletet víz helyett étolajjal. (Elég egy vékony rétegnyi olaj is a jelenség megfigyeléséhez.)

32. Kísérletek folyadékhártyákkal

a) A "drótkengyel" kísérlet

A kísérletek célja

A felületi feszültségből származó erők demonstrálása.

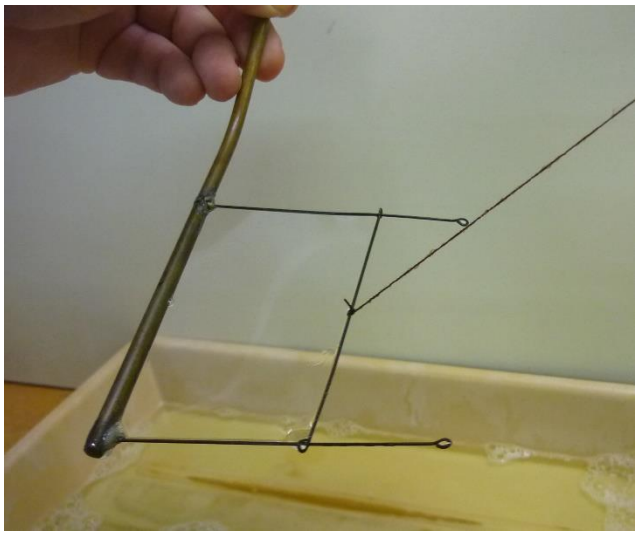
Szükséges anyagok, eszközök

- fotótál (36 cm x 30 cm-es)
- szappanoldat 3000 ml-es főzőpohárban
- U alakú drótkeret, könnyen mozgó drótkengyellel

Leírás és feladatok

Öntsük ki a fotótálba a szappanoldatot (elég annyit kitölteni, hogy a drótkeretet bele lehessen mártani az oldatba). Ha szükséges, tisztítsuk meg kissé a drótkeretet, hogy a kengyel könnyedén járjon. Ügyeljünk arra, hogy a cérna pontosan a mozgatható oldal közepére legyen kötve, különben a kengyel nem tud szabadon mozogni. Mártsuk a keretet a szappanoldatba, majd a cérna segítségével feszítsük ki a hártyát. Engedjük el a cérnaszálat. Ekkor a hártya behúzza a

kengyelt. A művelet többször is megismételhető. (Figyelem! Bár a folyadékhártyák viselkedésének leírásához magától értetődően adódik a gumilepedő (gumihártya) mint analógia, a folyadékhártya növekedése azonban nem írható le a Hooke-törvénnyel, így a hasonlat félrevezető.)



b) A hártya határán fellépő erők demonstrálása (cérnahurokkal)

A kísérletek célja

Annak demonstrálása, hogy a felületi feszültségből származó erők a felületi hártya minden vonaldarabjára hatnak.

Szükséges anyagok, eszközök

- fotótál (36 cm x 30 cm-es)
- szappanoldat 3000 ml-es főzőpohárban
- drótkeret, amelyre cérna van kötve (a cérnán hurok található)

Leírás

Mártsuk a drótkeretet a rákötözött cérnaszállal az előző feladatban használt szappanoldatba.
1. Lyukasszuk ki először a hártya egyik felét.
2. Újra mártsuk a keretet az oldatba, de most a kis hurokban lévő hártyát lyukasszuk ki (pl. tollal, az ujjunkkal, vagy papír csücskével is próbálkozhatunk)!
Figyeljünk arra, hogy a cérnahurok ne legyen megcsavarodva.

c) Térbeli minimálfelületek létrehozása

A kísérlet célja

A folyadékhártya akkor van egyensúlyban, amikor a felülete az adott kényszerfeltételek mellett a legkisebb. Ezt demonstrálhatjuk különféle térbeli drótkeretekkel.

Szükséges anyagok, eszközök

- térbeli drótkeretek
- szappanoldat 3000 ml-es főzőpohárban

Leírás és feladatok

Mártsuk a különböző drótkereteket a szappanoldatba, és figyeljük meg az egy élben találkozó hártyák által bezárt szögeket!

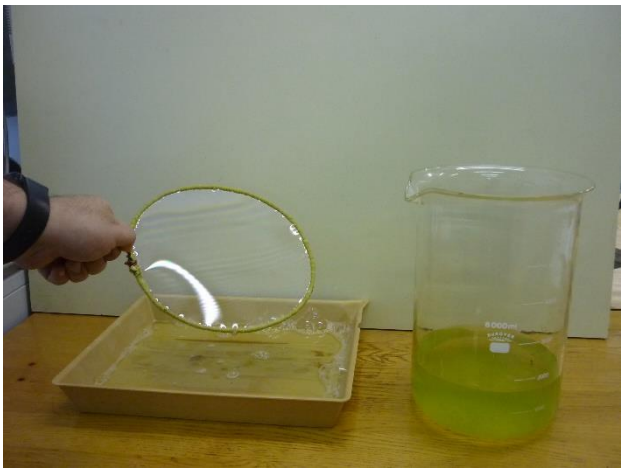
d) Nagyméretű szappanbuborék előállítása.

Szükséges anyagok, eszközök

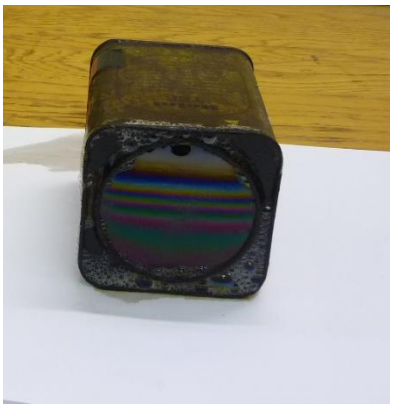
- nagyméretű drótkarika, melyre cérna van tekerve
- szappanoldat 3000 ml-es főzőpohárban
- fotótál (36 cm x 30 cm-es)

Leírás

Öntsük a szappanoldatot a fotótálba, majd mártsuk bele a keretet. Ekkor a keretre hártya feszül ki. A keretet óvatosan, de nem túl lassan a levegőben mozgatva a hártya „kidudorodik”. A keret forgatásával (finom kézmozdulattal) a buborék a keretről leválasztható.



e) Szappanhártyán kialakuló színek megfigyelése



A kísérlet célja

Vékonyréteg interferencia megfigyelése.

Szükséges anyagok, eszközök

- teásdoboz (belseje feketére festve)
- szappanoldat 3000 ml-es főzőpohárban

Leírás

Mártsuk a teásdobozt a szappanoldatba, majd figyeljük meg a s doboz száján kialakuló hártya színeit! A dobozt oldallapjára állítva hamarosan színes csíkokat láthatunk a szappanhártyán.

33. Szappanhártyák görbületi nyomásának demonstrálása

A kísérlet célja

A szappanhártyák görbületi nyomásának demonstrálása.

a) Szappanbuborék túlnyomásának demonstrálása

Szükséges anyagok, eszközök

- szívószál
- olló
- szappanoldat 3000 ml-es főzőpohárban
- gyertya Petri-csészében

Leírás és feladatok

Vagdossuk be egy szívószál végét 4 helyen, majd hajtogassuk ki a bevágott részeket. Gyújtsuk meg a gyertyát. Mártsuk a bevágott véget szappanoldatba, majd fújjunk buborékot. A szívószál „üres” végét tegyük a gyertya lángjához közel és figyeljük meg, mi történik a gyertyalánggal.

b) A görbületi nyomás és a görbületi sugár kapcsolatának érzékeltetése

Szükséges anyagok, eszközök

- „U” alakú üvegcső, középen befúvónyílással
- 9 cm átmérőjű Petri-csésze
- szappanoldat 3000 ml-es főzőpohárban

Leírás

Töltsünk a Petri-csészébe kevés szappanoldatot, majd mártsuk az U alakú üvegcső mindkét szárát az oldatba és a befúvónyíláson keresztül óvatosan fújjunk buborékot. Ha elég nagy mindkét buborék, fogjuk be a befúvónyílást, és figyeljük meg, hogyan változnak a buborékok méretei. (Ne keseredjünk el, ha elsőre nem sikerül a kísérlet, a buborékok könnyen elpattannak.)

34. Szilárd fal közelében kialakuló folyadékfelület megfigyelése

a) A kapillaritás jelensége

Szükséges anyagok, eszközök

- „U” alakú közlekedőedény „A” talpon
- desztillált víz (laboránstól kell kérni)

Leírás és feladatok

Öntsünk desztillált vizet az U alakú közlekedőedénybe, és nézzük meg melyik szárban magasabb a folyadékszint.
Figyelem! A közlekedőedénybe csak desztillált víz önthető, különben a beszáradó szennyeződések megváltoztathatják a felületi feszültséget, és eltömíthetik a kapillárist.

b) Vízfelület üvegfal közelében

A kísérlet célja

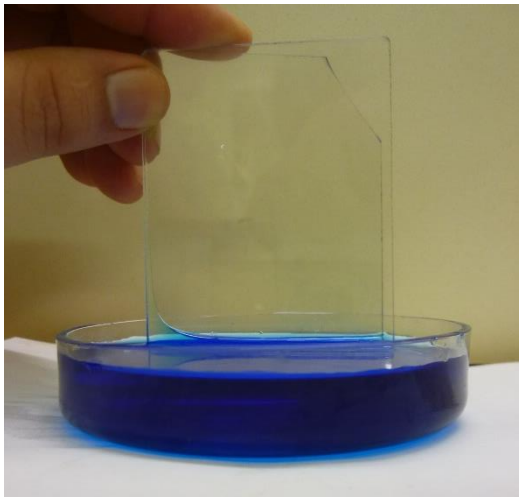
Ék alakban álló lemezek között a folyadékfelszín alakjának megfigyelése.

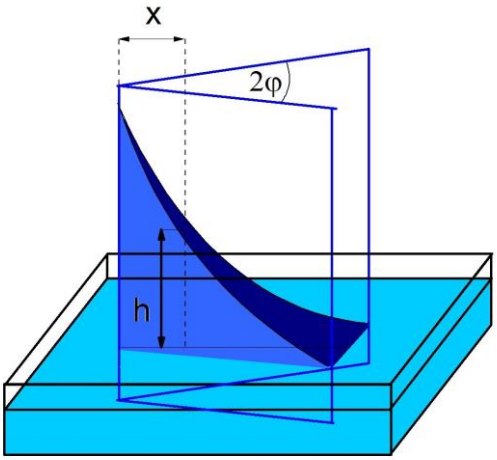
Szükséges anyagok, eszközök

- Két darab 6,5 cm x 9 cm-es üveglap
- 14 cm átmérőjű Petri-csésze
- víz (laboron festetlen vizet használunk)

Leírás és feladatok

Töltsünk a Petri-csészébe vizet. A két üveglapot tegyük a vízbe az ábrának megfelelően úgy, hogy az egyik felén az üveglapok érintkezzenek, a másik végén pedig csak 1-2 mm-es rés legyen közöttük. (A vizet a jobb láthatóság kedvéért megfesthetjük metilénkékkel.)





c) Sóoldat beszáradása

Szükséges anyagok, eszközök

- tárgylemezek papírdobozban
- telített sóoldat üvegben (rázogassuk használat előtt)
- szemcseppentő

Leírás és feladatok

Szemcseppentővel cseppentsünk egy csepp sóoldatot egy előzőleg megtisztított tárgylemezre. Figyeljük meg, hogyan válik ki a só az oldat beszáradásakor.

Elméleti megjegyzés

- Nézzen utána, hogy hogyan történik a beszáradás! (pl. Fizikai kísérletek gyűjtemény (szerk.: Juhász András) 28.6. alfejezet)

d) Viaszgolyó úszása

Szükséges anyagok, eszközök

- műanyag doboz ólomsöréttel
- doboz viaszgolyókkal
- 50 ml-es főzőpohár
- 22 cm átmérőjű kristályosító tál

Leírás és feladatok

Töltsük meg félig a kristályosító tálat vízzel, majd tegyünk bele egy – a laborban már előre elkészített – 2-3 cm átmérőjű méhviaszgolyót. A viaszgolyó átlagsűrűségét növeljük meg sörétgolyók belenyomkodásával úgy, hogy a golyó átlagsűrűsége csak kicsivel legyen nagyobb, mint a víz sűrűsége. (A viaszgolyó sűrűségét fokozatosan, egyre több sörétgolyó belenyomásával változtassuk. A golyó átlagsűrűsége akkor megfelelő, ha a golyó a víz alá nyomva lesüllyed, de egy sörétet kivéve már úszik.) Figyeljünk arra, hogy ne tapadjanak a viaszgolyóra levegőbuborékok.

1. Tegyük az így beállított viaszgolyót óvatosan a vízre. A golyó nem süllyed le, bár sűrűsége nagyobb, mint a vízé. Figyelje meg a vízfelületet a golyó körül.

2. Nyomjuk az előző viaszgolyót a víz alá. Ekkor a golyó lesüllyed. Borítsuk a golyó fölé az 50 ml-es főzőpoharat (1. kép), majd húzzuk a főzőpoharat lassan felfelé! A golyó felemelkedik a víz tetejére.

35. Mosószer-oldat felületi feszültségének mérése csepegtetéses módszerrel.

A kísérlet célja

Mosószer-oldat vízhez viszonyított relatív felületi feszültségének meghatározása csepegtetéses módszerrel.

Szükséges anyagok, eszközök

- szemcseppentő
- különböző mosószertartalmú oldat üvegekben (50 ml vízben 1, 2 vagy 3 csepp mosogatószert tartalmazó oldatok)

Leírás és feladatok

Szemcseppentőbe szívjunk fel először vizet, majd jelöljük be a víz állását (filccel vagy szigetelőszalag-csíkkal). Ezzel bejelöltük a víz térfogatát. Érdemes minél több vizet felszívni a pontosabb mérés érdekében. Lassan csepegtetve mérjük meg, hány cseppből áll a bejelölt térfogat. Ezután szívjuk fel az egyik oldatot a jelig, és nézzük meg, hány oldatcseppből áll az előzővel megegyező nagyságú térfogat. Végezzük el a cseppszámlálást valamennyi oldatra, ügyelve arra, hogy mindig az eredetileg bejelölt térfogatban lévő cseppek számát számoljuk meg. Érdemes folyadékváltásnál a szemcseppentőt a mérendő folyadékkal átmosni. Az átmosásra használt folyadékot nyugodtan töltsük vissza a mérendő oldat üvegébe.
Számolja ki a különböző mosószeroldatok vízre vonatkoztatott felületi feszültségét!

Segítség a számításhoz

A csepegtetéses módszer azon alapul, hogy r belső sugarú kapillárisból való csepegtetés során a csepp addig növekszik, amíg a cseppre ható nehézségi erő nagyobb nem lesz, mint a kapilláris belső peremén (melynek hossza $2r\pi$) a felületi feszültségből származó erő. Azaz a leszakadás pillanatában $mg = 2r\pi\alpha$ –nak kell teljesülnie. Ezzel azonban csak α közelítő értékét kaphatjuk meg, mivel a csepp leszakadás előtt befűződik, és így a felületi feszültségből származó erő rövidebb hossz ($2r^*\pi$) mentén fog hatni. Így ha a szemcseppentőben kijelölt V térfogatban $n_{víz}$ darab vízcsepp van, akkor a csepp leszakadásának pillanatában

$$\rho_{víz}\frac{V}{n_{víz}}g = 2r^*\pi\alpha_{víz}$$

teljesül, ahol $\rho_{víz}$ a víz sűrűsége. Hasonlóan az oldatra is felírható ez az összefüggés:

$$\rho_{oldat}\frac{V}{n_{oldat}}g = 2r^{*}\pi\alpha_{oldat}\,.$$

Mivel az oldat és a víz sűrűsége jelen esetben közel azonos, ezért − feltételezve, hogy a befűződés mértéke is ugyanakkora − a két egyenletből a felületi feszültségek arányára a következőt kapjuk:

$$\frac{n_{oldat}}{n_{víz}} = \frac{\alpha_{víz}}{\alpha_{oldat}}\,.$$

Ebből már adódik a mosószeroldatok vízre vonatkoztatott felületi feszültsége.

36. Nyomás nyugvó folyadékban

a) Vízi buzogány

A kísérlet célja

Annak bemutatása, hogy a folyadékra kifejtett nyomást a folyadék gyakorlatilag gyengítetlenül közvetíti a folyadék belsejébe, valamint határoló falakra (Pascal-törvény).

Szükséges anyagok, eszközök

- Vízi buzogány
- Víz

Leírás

A buzogányból a sárga kart húzva a dugattyú kihúzható. A dugattyú eltávolítása után tegyük a csap alá, és töltsük fel vízzel. Folyamatos töltés mellett helyezzük vissza a dugattyút! Majd nyomjuk be ütközésig. Közben figyeljük meg buzogány fejéből kifolyó vízsugarat!

Figyelem!

A Vizi buzogány üvegből készült, ezért törékeny. Fokozott óvatossággal kezelendő!

Feladatok

- Végezzük el a kísérletet és magyarázzuk, hogy ez hogyan bizonyítja Pascal törvényét!

b) Hidrosztatikai nyomás

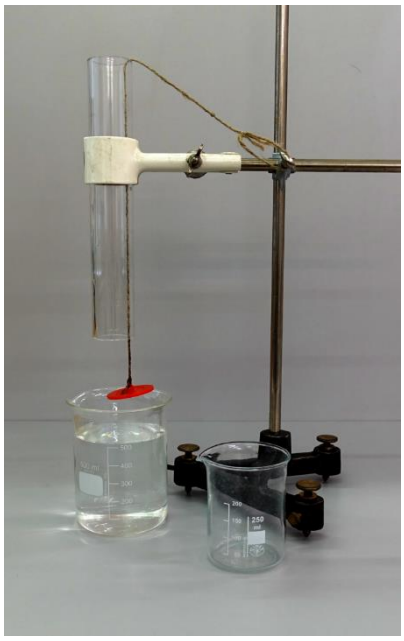
A kísérlet célja

Annak bemutatása, hogy a hidrosztatikai nyomás csak a mélység függvénye

Szükséges anyagok, eszközök

- Mindkét végén nyitott üveg cső
- Csőre illeszkedő sapka, melyre madzag van rögzítve
- Bunsen állvány, dió, nagy méretű kémcsőfogó
- Főzőpoharak (600 ml és 250 ml), víz

Leírás



Az üvegcsövet kémcsőfogóval, függőlegesen rögzítsük egy Bunsen állvány segítségével. A madzagot bújtassuk át a nyitott üvegcsövön. Ezt követően a madzagot húzva az üvegcső végét zárjuk le. Engedjük bele a lezárt üvegcsövet a vízzel telt nagyobb főzőpohárba (ehhez a Bunsen-állványhoz kapcsolódó dió megfelelő csavarját kell meglazítani). Ha jól csináltuk, akkor a madzagot meglazítva is ott marad a sapka, és csak minimálisan szivárog bele a víz.

Feladatok

- Végezzük el a fent leírt kísérletet! Magyarázzuk, miért marad úgy a sapka! Ezt követően öntsünk a hengerbe vizet és figyeljük meg, mikor válik el a sapka a henger aljától! Magyarázzuk meg a jelenséget!

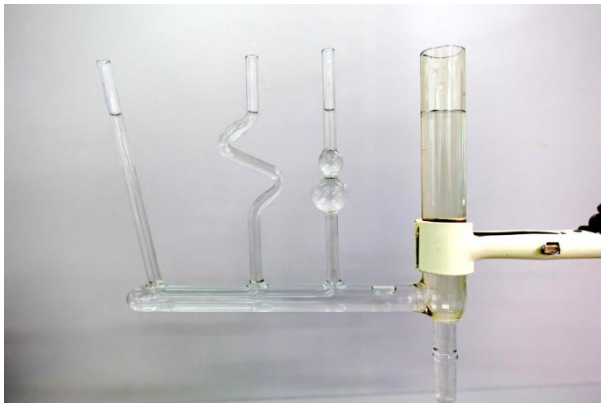
c) Közlekedő edények egynemű (homogén) anyaggal

A kísérlet célja

Közlekedő edények elvének bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- Demonstrációs közlekedő edény
- Bunsen állvány, dió, kis kémcsőfogó



Leírás

A demonstrációs közlekedő edény egy olyan eszköz, melyben különböző alakú üveg csövek ágaznak le egy tartályról. Ha feltöltjük az eszközt homogén folyadékkal, akkor a száraiban azonos magasságban fog megállípodni.

Figyelem

A laboron található eszköz desztillált vízzel előre fel van töltve. Kérjük, ne öntse ki vagy töltse fel!

Feladatok

- Figyeljük, meg az edény szárában lévő folyadékok szintjét! Döntsük meg enyhén az eszközt! Mit tapasztalunk?

d) Közlekedő edények többnemű anyaggal

A kísérlet célja

Közlekedő edények elve alapján folyadék sűrűségének mérése

Szükséges anyagok, eszközök

- „U” alakú üvegcső

- Két egymással nem elegyedő folyadék (esetünkben desztillált víz és benzin)

Leírás

Az „U” alakú csőbe rétegezzünk egymásra két nem elegyedő, különböző sűrűségű folyadékot! A laboron sötétkékre fesztet desztillált vízre van átlátszó benzin helyezve. A két szárban nem egyenlő magasságban állapodik meg a folyadékszint (a képen látható módon).

Figyelem

A laboron előre beállított, ledugaszolt eszköz található! Csupán a hosszméréseket kell elvégezni rajta!

Feladatok

- A folyadékszintek lemérésével határozzuk meg a benzin sűrűségét! Használjuk fel. hogy a (kékre festett) víz sűrűsége 1100 kg/m^3 Vessük össze a benzin mért sűrűségét az irodalmi értékkel!

37. Kísérletek Arkhimédész törvényére

a) Az Arkhimédész-törvény bemutatása üres és tömör hengerrel.

A kísérlet célja

Arkhimédész törvényének kísérleti igazolása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Készlet Arkhimédész-törvényéhez (állvány rajta rugóra akasztott üres és (bele illő) tömör henger, erőskála)
- Főzőpohár, víz
- Süllyeszthető-emelhető asztalka (laborlift)

Leírás

Állítsuk össze az oldalsó ábrán látható készüléket! Állványon spirálrugó, rajta mutatótárcsa függ, ezen egy üres hengeres edény lóg, alján tömör henger. A henger térfogata az edény belső térfogatával megegyezik.) Rögzítsünk az állvány rúdjára egyenletes beosztású skálát!

Feladatok

- Jelöljük meg ezen a mutatótárcsa kezdeti állását!
- Emeljünk ezután a tömör henger alá egy poharat úgy, hogy a benne lévő víz a hengert ellepje! A mutatótárcsa most magasabb skálaosztásnál áll. Jelöljük meg ezt is!
- Töltsük ezután színültig vízzel a hengeres edényt! A mutatótárcsa visszasüllyed az alsó jelig.

b) A felhajtóerő ellenerejének bemutatása.

A kísérlet célja

A felhajtóerő ellenerejének bemutatása. Az Arkhimédész-törvény igazolása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Kétserpenyős konyhamérleg
- Főzőpohár
- Üres és (bele illő) tömör henger (a henger felállításához polisztirol sapka)
- Súlyok (50 dkg-os, 50 g-os súlysorozat, táragyöngyök)
- Bunsen-állvány

Leírás

Rakjuk össze a képen látható kísérleti összeállítást! Lógassuk fel a hengeres testet egy Bunsen állványra, dióval rögzített rúdra! Helyezzünk kétserpenyős konyhamérleg egyik serpenyőjébe egy pohár vizet (olyan mennyiségűt, hogy a hengeres test teljesen el tudjon merülni benne), másikba üres hengeres edényt! Egyensúlyozzuk ki a mérleget a súlyok segítségével!

Feladatok

- Lógassunk a pohárba a tömör hengert!
- A hengerre ható felhajtóerő ellenereje lenyomja a mérleg serpenyőjét. Az egyensúly azonban visszaáll, ha az edényt színültig töltjük vízzel.

Megjegyzés:

A kísérlet egyszerűen egy digitális mérleggel is elvégezhető: Helyezzünk egy pohár vizet a digitális mérlegre és olvassuk le a tömegét. Ha a folyadékba egy testet lógatunk, akkor a mérleg nagyobb értéket mutat. A kettő különbsége a felhajtóerő ellenerejéből származik. A mérés alapján (Arkhimédész törvényének ismeretében) a test térfogata számolható (lásd 4. mérés)

38. Kísérletek a légnyomásra

a) Magdeburgi féltekék.

A kísérlet célja

Otto von Guericke látványos demonstrációs kísérletének bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Műanyag magdeburgi-félteke készlet

Leírás

Két 10 mm vastag, 20 cm átmérőjű plexikorongra egy-egy fogantyú csatlakozik. Az egyik korong át van fúrva, és a furatba kis csődarab illeszkedik, amire gumicső húzható. A két korongot egy 2-3 mm vastagságú, vákuum-zsírral bekent gumikarikát közrefogva összeszorítjuk és a közéjük zárt levegőt a gumicsövön keresztül szájjal kiszívjuk. A gumicsövet megtörve lezárhatjuk a belső levegőt. A két korongot a külső és a belső légnyomás különbségéből származó erő tartja össze. Ha bezárt gáztér vastagsága kicsi szájjal jelentős légritkítást érhetünk el. Ilyenkor a két tárcsa széthúzása komoly erőt igényel. Ha elengedjük a lezáró gumicsövet, akkor könnyen szétjön a két plexi lap.

Feladatok

- Szívjuk ki a levegőt az eszközből a fent leírt módon, majd zárjuk be. Kérjük meg két társunkat, hogy próbálják szétfeszíteni. Figyelem! Feszítés közben ne engedjük el a megtört kiszívó gumicsövet, mert balesetveszélyes lehet!

b) Az atmoszferikus légnyomás magasságfüggésének kimutatása.

A kísérlet célja

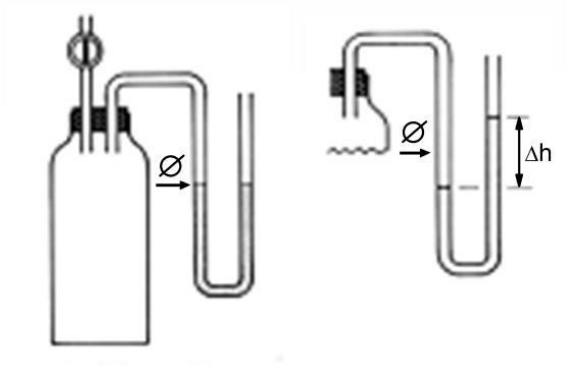
A légnyomás magasságfüggésének szemléltetése egyszerű iskolai kísérlettel.

Szükséges anyagok, eszközök

- Termosz (belevaló, két helyen átfúrt gumidugó)
- U alakú (alkoholos) manométer
- Kétállású üvegcsap

Leírás

A mérőeszköz egy nagyobb termosz (1 literes), amit gumidugó zár le légmentesen. A dugón két furat van, az egyiken keresztül nyitott, alkohollal töltött U-manométer, a másikon zárható üvegcsap csatlakozik a belső légtérhez. (a laboron összeállított berendezés található)



Feladatok

- Menjünk le az épület alagsorába! A mérés kezdetekor a csapot kinyissuk ki, így a mérés kezdő magasságában a külső és a belső légnyomás kiegyenlítődik, a manométerágakban a folyadékszintek magassága megegyezik.
- Ezután a csapot zárjuk el, és menjünk vissza a laborba anélkül, hogy a csapot kinyitnánk. Olvassuk le a manométer állását. Fogalmazzuk meg a tapasztalatunkat! Határozzuk meg a légnyomás megváltozását!

Opcionális feladat

- Emeletenként mérjük meg a légnyomás változását és a mérés alapján határozzuk meg a levegő átlagos moláris tömegét! (megoldás lásd: Fizika tanítás a középiskolában I. 486. oldal)

39. Bernoulli-törvényt szemléltető kísérletek

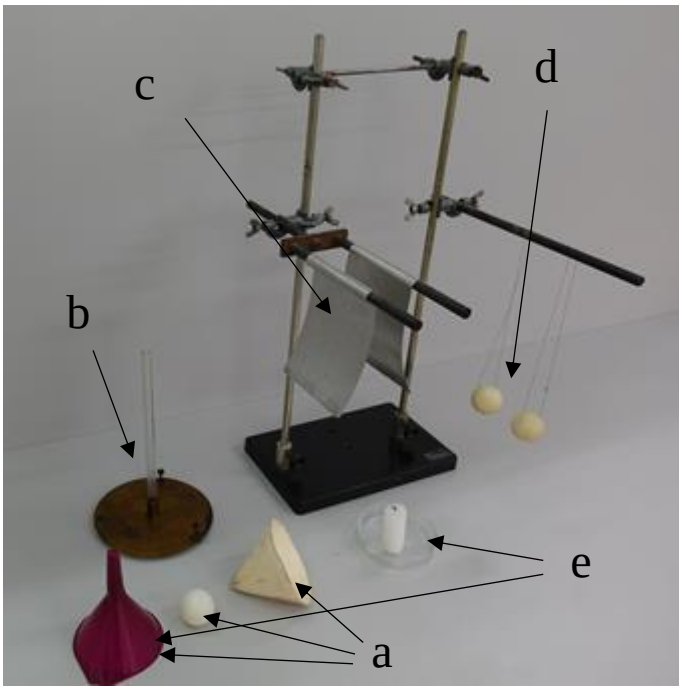
A kísérlet célja

Bernoulli-törvényének kvalitatív szemléltetése.

Szükséges anyagok, eszközök

(Az egyszerűség kedvéért a következő alfeladatokhoz szükséges eszközöket egy listában soroljuk fel)

- Tölcsér
- Ping-pong labda
- Tölcsérbe illő papír kúppalást
- Fém körlemezek, egyikben befújónyílás
- Tengely mentén elforgó szárnyprofil
- Bunsen-állvány
- Cérnára felfüggesztett pingpong labdák (2 db)
- Gyertya (üveg tálkában)
- Szélcsatorna (szűkítő szájjal, Leybold)



a) A tölcsér - labda kísérlet.

Leírás és feladat

Tartsunk egy műanyagtölcsért szájával lefelé és dugjunk bele pingpong labdát! Vegyünk nagy lélegzetet, fújjunk a tölcsér szárába és engedjük el a labdát! Mit tapasztalunk? Hasonló eredményre jutunk, ha a tölcsérből egy papír kúppalástot akarunk kifújni. Magyarázzuk meg a tapasztaltak a Bernoulli-törvényre alapozva.

b) Két síklap között áramló levegő nyomása

Leírás és feladat

A felső lemez közepébe fúvócső vezet. Ha belefújunk, akkor az alsó lemez a felsőhöz csapódik. Magyarázzuk meg a tapasztaltak a Bernoulli-törvényre alapozva.

c) Kísérlet két szárnyprofil lemezzel

Leírás és feladat

Helyezzünk két szárnyprofil alakra hajlított lemezt vízszintes tengelyekre egymás mellé! Fújjunk felülről a lemezek közé! Fogalmazzuk meg a tapasztaltak és magyarázzuk a Bernoulli-törvényre alapozva.

d) Cérnaszálra függesztett pingpong labdákkal

Leírás és feladat

Függesszünk fel cérnaszállal két gingpong labdát egymástól néhány cm-re! Fújjunk közéjük! Fogalmazzuk meg a tapasztaltak és magyarázzuk a Bernoulli-törvényre alapozva.

e) Kísérlet tölcsérrel és gyertyalánggal

Leírás és feladat

Állítsunk a vízszintesen tartott tölcsér elé égő gyertyát úgy, hogy lángja a tölcsér alsó peremén legyen! Fújjunk gyengén a tölcsér csövébe és figyeljük meg, hogy a láng merre hajlik el! Fogalmazzuk meg a tapasztaltak és magyarázzuk a Bernoulli-törvényre alapozva.

f) Szélcsatorna légáramában táncoló labda.

Leírás és feladat

Tartsunk szélcsatorna (porszívó, vagy kompresszor) függőleges légáramába pingpong labdát, és hagyjuk magára! Ha jó helyre helyezzük, akkor a labda nem hagyja el az áramlási teret. Kísérletezzük ki, hogy milyen sebességű levegőáramlás ideális a kísérlet sikeréhez. Az eszközlista felett látható, jobb oldali képen vastag nyíllal jelöltük be a szélcsatorna áramlási sebességét szabályozó változtatható ellenállást. Tábla rajzon mutassuk be a labdára ható erőket és magyarázzuk, hogy miért nem esik le!

Elektromágnesség

1. Anyagok elektromos állapotba hozása dörzsöléssel (érintkezési, dörzsölési elektromosság)

A kísérlet célja

Különböző anyagok elektromos állapotba hozhatók dörzsöléssel. A már ie. 600-ban leírt kísérlet bemutatása más anyagokkal (borostyán helyett üvegrúddal).

Szükséges anyagok, eszközök

- Papírdarabkák fémdobozban
- Üvegrúd
- Bőr

Leírás

Szórjuk ki a dobozból a papírdarabokat az asztalra, majd húzzuk végig néhányszor a bőrdarabot az üvegpálcán. Az üvegpálcát a papírdarabokhoz közelítve azt tapasztaljuk, hogy a papírdarabok a pálcára ugranak, majd kis idő elteltével onnan leugranak.
Megjegyzés: Az üvegpálcát időnként nehéz feltölteni, ilyenkor érdemes a pálca felületét (alkohollal) letisztítani.

2. Töltött testek között működő erőhatás kimutatása

A kísérlet célja

Az elektromos állapotba hozott testek között erő lép fel, amely lehet vonzó, vagy taszító. A kísérlet célja annak a következtetésnek a levonása, hogy legalább kétféle elektromos állapot létezik.

Szükséges anyagok, eszközök

- Tűállvány (védő gumidugóval)
- 2 db ebonitrúd (vagy 2 db műanyag cső, kb. 1 cm átmérőjű), az egyik középen kis furattal, hogy fel lehessen tenni a tűállványra
- Műszálas anyag (a képen piros)
- Üvegrúd
- Bőr (a képen barna)

Leírás

Először dörzsöljük meg a furattal rendelkező ebonitrudat (vagy műanyag csövet) a műszálas anyaggal, majd helyezzük a tűállványra. A másik ebonitrudat (vagy műanyag csövet) is dörzsöljük meg ugyanezzel a műszálas anyaggal, majd a feltöltött ebonitrudat közelítsük a tűcsapágyra helyezett, szintén feltöltött ebonitrúdhoz. A két rúd taszítja egymást.
Dörzsöljük meg újra a csapágyra helyezhető ebonitrudat, és helyezzük ismét a csapágyra. Dörzsöljük meg az üvegrudat is a bőrrel, majd közelítsük a csapágyra helyezett (feltöltött) ebonitrúdhoz. A két rúd vonzza egymást.
Figyelem!
A kísérlet sikerességét erősen befolyásolja a levegő páratartalma. Ha magas a levegő páratartalma, akkor azt tapasztaljuk, hogy a két ebonitrúd vonzza egymást. A jelenség azzal magyarázható, hogy a tűállványra helyezett ebonitrúd a levegő magas páratartalma miatt hamar elveszíti elektromos tulajdonságát, így a feltöltött ebonit rudat a már semleges rúdhoz közelítjük, amelyben megosztás alakul ki. Emiatt a két ebonitrúd vonzani fogja egymást.
Az ebonitrúd dörzsölését érdemes legalább négyrétbe hajtott műszálas anyaggal végezni, ekkor ugyanis a rúd kevésbé sül ki a kezünkön keresztül.
Ha az ebonitrudat nem sikerül megfelelően feltölteni, tisztítsuk meg (alkohollal), illetve ellenőrizzük a levegő páratartalmát.

3. Ellentétes töltések összegezése, az előjeles jelölésmód indoklása

A kísérlet célja

A negatív és pozitív töltés elnevezés alátámasztása.

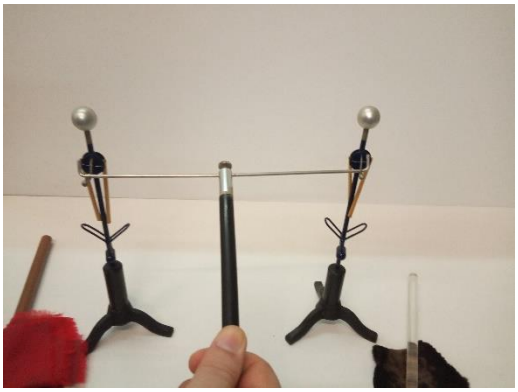
Szükséges anyagok, eszközök

- Ebonitrúd (vagy műanyag cső, kb. 1 cm átmérőjű)
- Műszálas anyag (a képen piros)
- Üvegrúd
- Bőr (a képen barna)

- 2 db szalmaszálas elektroszkóp
- Szigetelő nyéllel ellátott fémrúd

Leírás

Az egyik elektroszkópot töltsük fel üvegrúddal, a másikat ebonitrúddal úgy, hogy a szalmaszálak körülbelül egyformán álljanak. (Azaz a bőrrel dörzsölt üvegrudat húzzuk végig az egyik elektroszkóp kampóján (vagy fémgömbjén), míg a műszálas anyaggal dörzsölt ebonitrudat a másik elektroszkóp kampóján (vagy fémgömbjén). Ha szükséges, ismételjük ezt a műveletet addig, amíg a két elektroszkóp szalmaszála körülbelül ugyanakkora szöget zár be (ld. ábra.) Érintsük ezután a két elektroszkóphoz a szigetelő nyéllel ellátott fémrudat. Az elektroszkóp elveszti töltését. Ezt tekinthetjük úgy, hogy a két elektromos állapot összege nullát (semlegességet) eredményez.



4. Elektroszkóp feltöltése megosztással

a) Elektroszkóp feltöltése megosztással (töltött test segítségével)

A kísérlet célja

Megosztás jelenségének bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Ebonitrúd (vagy műanyag cső, kb. 1 cm átmérőjű)
- Műszálas anyag (a képen piros)
- Elektroszkóp (a képen szögletes házban)

Leírás

1. A megdörzsölt ebonitrudat közelítsük az elektroszkóp gömbjéhez (pl. elölről) és tartsuk kb. 5-10 cm-re a gömbtől. (Ne vigyük közelebb az ebonitrudat, különben töltések ugorhatnak át róla az elektroszkópra!)
2. Az ezzel ellentétes oldalon érintsük meg az elektroszkóp gömbjét az egyik ujjunkkal, miközben a feltöltött ebonitrudat továbbra is 5-10 cm-re tartjuk az elektroszkóp gömbjétől.
3. Vegyük el az ujjunkat az elektroszkóp gömbjétől miközben az ebonitrudat továbbra is ott tartjuk. Végül távolítsuk el az ebonitrudat.

Mérési feladatok

- Végezzük el az egyes lépéseket és közben figyeljük az elektroszkóp lemezeinek állását! Táblai rajzon mutassuk be az egyes lépéseknél a töltéselrendeződést!

b) Elektroszkóp feltöltése megosztással (két elektroszkóp és töltött test segítségével)

A kísérlet célja

A megosztás jelenségének bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Ebonitrúd (vagy műanyag cső, kb. 1 cm átmérőjű)
- Műszálas anyag (a képen piros)
- 2 db elektroszkóp (a képen szögletes házban)
- Szigetelő nyéllel ellátott fémrúd

Leírás

Állítsuk a két elektroszkópot egymás mellé. Kössük össze az elektroszkópok gömbjeit a szigetelő nyéllel ellátott fémrúddal. A jobb oldali elektroszkóphoz közelítsük a megdörzsölt ebonitrudat. Ekkor mindkét elektroszkóp töltést mutat. Ha eltávolítjuk a töltött ebonitrudat, akkor az elektroszkópok nem mutatnak töltést.

1) Közelítsük újra a töltött ebonitrudat a jobb oldali elektroszkóp felé (bal oldali kép).
2) Vegyük el először az összekötő fémrudat.
3) Ezután távolítsuk el a töltött ebonitrudat is (középső ábra). Az elektroszkópok továbbra is töltést jeleznek.
4) Kössük végül össze az elektroszkópok fémgömbjeit! Az elektroszkópok lemezei összeesnek (jobb oldali ábra).

5. Az elektrofor működésének bemutatása

A kísérlet célja

A megosztás jelenségének demonstrálása elektroforral.

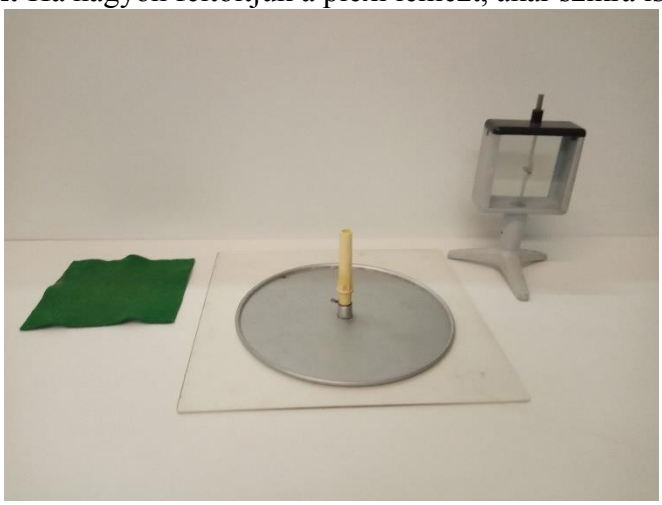
Szükséges anyagok, eszközök

- Négyzet alakú plexilap
- Szigetelő nyelű fémtárcsa
- Filcanyag (posztó, a képen zöld)
- Elektroszkóp (a képen szögletes házban)

Leírás

A filcanyaggal dörzsöljük meg a plexilapot, majd enyhén nyomjuk rá a fémtárcsát. Érintsük meg a tárcsa tetejét, majd a szigetelő nyél segítségével emeljük le a plexilapról. (Leemeléskor

már csak a szigetelőnyélnél foghatjuk a tárcsát!) A fémtárcsán lévő töltés elektroszkóppal mutatható ki.
Figyelem! Ha nagyon feltöltjük a plexi lemezt, akár szikra is pattanhat az ujjunkra.



6. Vezetőre vitt töltés elhelyezkedésének vizsgálata

a) Vezetőre vitt töltés elhelyezkedésének vizsgálata Kolbe-féle testtel

A kísérlet célja

A vezetőre felvitt töltés eloszlása a vezető felületén nem egyenletes. A töltéssűrűség annál nagyobb, minél nagyobb a felület görbülete. Így a felületi töltéssűrűség (és ezáltal az elektromos térerősség is) a csúcsoknál, éleknél a legnagyobb.

Szükséges anyagok, eszközök

- Kolbe-féle test
- Szigetelő nyélre erősített fémgömb
- Ebonitrúd (vagy műanyag cső, kb. 1 cm átmérőjű)
- Műszálas anyag (a képen piros)
- 2 db elektroszkóp (a képen szögletes házban)

Leírás

Töltsük fel a Kolbe-féle testet (pl. dörzsölt ebonitrúd segítségével, vagy a Van de Graaff generátor szalagját kétszer lefelé meghúzva és a Kolbe-testet a készülék szivarjához érintve). Érintsük a Kolbe-féle test felületéhez a szigetelő nyéllel ellátott fémgömböt. Ekkor a fémgömb az érintés helyén található felületi töltéssűrűséggel arányos töltést kap. A fémgömböt ezután elektroszkóphoz érintve összehasonlíthatjuk a Kolbe-test különböző görbülettel rendelkező felületén elhelyezkedő töltések mennyiségét. (Minél inkább szétágaznak az elektroszkóp lemezei, annál nagyobb volt a Kolbe-test adott helyén a töltéssűrűség.)

Mérési feladatok

- Hasonlítsuk össze az ábrán pirossal jelölt területek töltéssűrűségét! Hol nagyobb a töltéssűrűség?

b) Vezetőre vitt töltés elhelyezkedésének vizsgálata sűrű szövésű drótháló val

A kísérlet célja

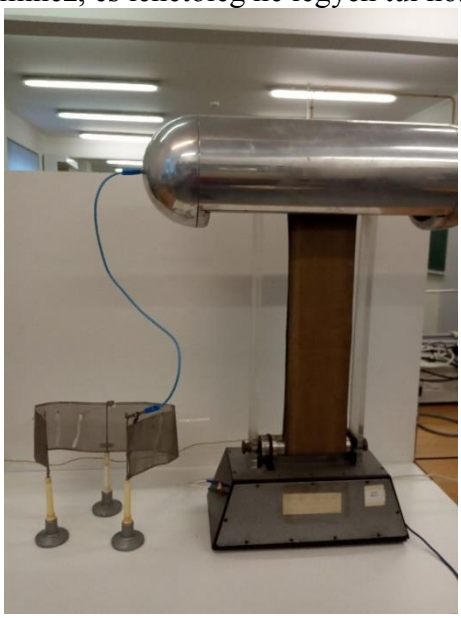
A vezetőre felvitt töltés eloszlása a vezető felületén nem egyenletes. A töltéssűrűség annál nagyobb, minél nagyobb a felület görbülete. Így a felületi töltéssűrűség (és ezáltal az elektromos térerősség is) a csúcsoknál, éleknél a legnagyobb.

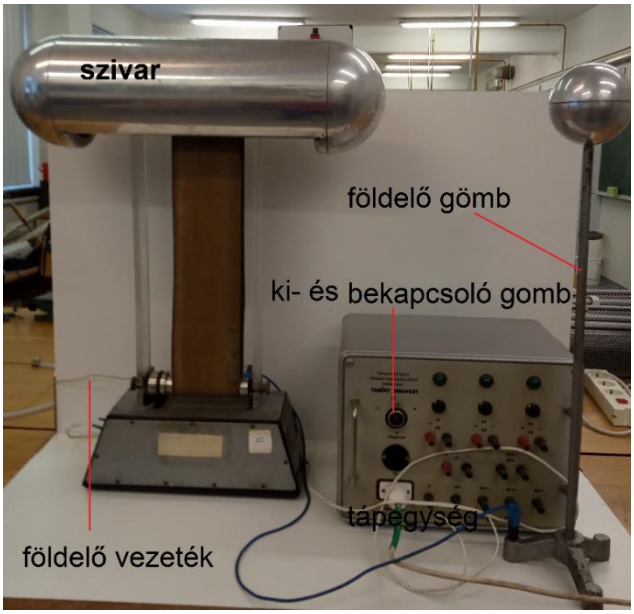
Szükséges anyagok, eszközök

- Sűrű szövésű drótháló három szigetelőlábon, két oldalán papírcsíkokkal
- Van de Graaff generátor földelő/kisütőgömbbel, tápegységgel
- Röpzsinór krokodilcsipesszel

Leírás

A bal oldali ábrán látható módon kössük össze (egy röpzsinór segítségével) a Van de Graaff generátor szivarját és a szigetelőállványokon lévő drótháló val úgy, hogy a röpzsinór ne érjen semmihez, és lehetőleg ne legyen túl hosszú.





Indítsuk el a Van de Graaff generátort. Azaz:

Van de Graaff generátor bekapcsolása

1) Fogjuk meg egyik kezünkkel a földelő gömböt (a száránál fogva akár fel is emelhető). **A földelőgömböt a demonstráció során végig a kezünkben tartjuk**; ez biztosítja, hogy ne töltődjünk fel.

2) Kapcsoljuk be a tápegységet (a jobb oldali fényképen látható bekapcsoló gombbal).

Van de Graaff generátor kikapcsolása

3) Az egyik kezünkben lévő földelőgömböt hozzuk érintkezésbe a tápegység burkolatával és tartsuk ott, amíg a másik kezünkkel a tápegységet ki nem kapcsoljuk. (Azaz érintsük a földelőgömb gömb részét a tápegység tetejéhez, és a kikapcsolás alatt végig tartsuk is ott!) Ezzel elvezetjük a tápegységen felgyűlt töltéseket.

4) Süssük ki a Van de Graaff generátort: érintsük a földelőgömböt a szivarhoz, akár többször is.

Mérési feladatok

- Hasonlítsuk össze a drótháló́ra rögzített selyempapírok állását a drótháló különböző alakja mellett! Először hajlítsuk a drótháló́t kör alakúra, majd egyenesre! Mikor nagyobb a töltéssűrűség?

7. Kísérletek a csúcshatásra

a) Gyertyaláng elfújása elektromos széllel

A kísérlet célja

Csúcshatás demonstrálása: elektromos szél bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Van de Graaff generátor földelő/kisütőgömbbel, tápegységgel
- Állvány hosszú szigetelő szárral, hegyes fémpálcával
- Hosszú szárú, állítható magasságú gyertyatartó állvány gyertyával
- Röpzsinór

Leírás

A bal oldali ábrán látható módon kössük össze (egy röpzsinór segítségével) a Van de Graaff generátor szivarját és a szigetelőállványon lévő tűt úgy, hogy a röpzsinór ne érjen semmihez, és lehetőleg ne legyen túl hosszú. Tegyük a tű végétől 1-2 cm-re az égő gyertyát egy állványra, a lángjával egyvonalban legyen a tű csúcsa. Indítsuk el a Van de Graaff generátort a 6b kísérletnél leírt módón. Néhány másodpercen belül a keletkező elektromos szél a gyertya lángját elhajlítja.

b) Elektrosztatikus Segner kerék működtetése

A kísérlet célja

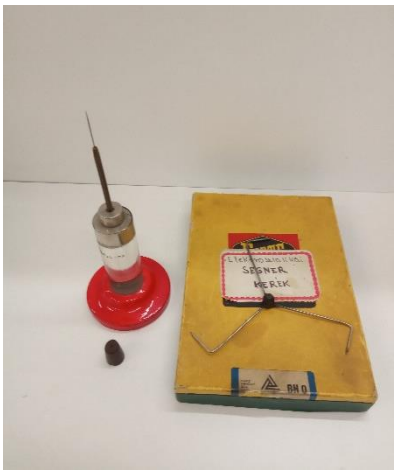
Csúcshatás kimutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Van de Graaff generátor földelő/kisütőgömbbel, tápegységgel
- Állvány hosszú szigetelő szárral, tetején réztányérral
- Segner-kerék
- Röpzsinór

Leírás

Az ábrán látható módon kössük össze (egy röpzsinór segítségével) a Van de Graaff generátor szivarját és az állványra helyezett Segner-kereket úgy, hogy a röpzsinór ne érjen semmihez, és lehetőleg ne legyen túl hosszú. A Van de Graaff generátor elindítása után a kerék forogni kezd. **A Van de Graaff generátor be- és kikapcsolásánál a 6b) pontban leírtak szerint járjunk el. A kísérlet végén ne felejtsük el kisütni a generátort!**



c) Elektroszkóp feltöltése csúcshatással

A kísérlet célja

Csúcshatás demonstrálása: a csúccsal ellátott vezető elszívja a közelébe tett töltött anyag töltéseit.

Szükséges anyagok, eszközök

- Elektroszkóp (fémgömb nélkül)
- Faraday-féle pohár
- Kis fémdoboz, benne tüske a Faraday-féle pohárhoz és egy levágott tetejű csavar, amivel a Faraday-féle poharat az elektroszkópra

Leírás

Az elektroszkópra helyezett, tűvel ellátott Faraday-féle pohár tűjéhez közelítsük (de ne érjünk hozzá) a megdörzsölt ebonitrudat! Az elektroszkóp töltést jelez.
A Faraday-pohár összeillesztését az ábra mutatja. A jobb oldali képen balra a levágott tetejű csavar, jobbra a tüske látható, ami a Faraday-pohár oldalán lévő lyukba illeszkedik.

8. Kísérletek Faraday-kalitkával és Faraday-pohárral

a) Faraday-kalitka

A kísérlet célja

Annak bemutatása, hogy a töltés a vezető felületén helyezkedik el és a vezetőben lévő üregben a térerősség nulla, ha az üregben nincsen „töltésforrás”.

Szükséges anyagok, eszközök

- Van de Graaff generátor földelő/kisütőgömbbel, tápegységgel

- Állvány hosszú szigetelő szárral, tetején réztányérral
- Faraday-kalitka
- Röpzsinór krokodilcsipesszel
- Fémtalpas papír elektroszkóp (papírhajú „babák”)

Leírás

Helyezzük a Faraday-kalitkát a réztányéros állványra. Az egyik elektroszkópot helyezzük a kalitka belsejébe, a másikat a tetejére. Kössük össze a Van de Graaff generátor szivarját az állvány réztányérjához rögzített fém hurokkal egy krokodilcsipeszes röpzsinór segítségével. A röpzsinór viszonylag rövid legyen, és ne érjen semmi máshoz (pl. asztalhoz). Indítsuk el a Van de Graaff generátort. Kapcsoljuk ki a generátort, amikor a külső baba haja felállt.

A Van de Graaff generátor be- és kikapcsolásánál a 6b) pontban leírtak szerint járjunk el. Lekapcsolás után ne felejtsük el kisütni a generátort!

Száraz időben nem szükséges beindítani a generátort, elég csak kétszer-háromszor meghúzni a generátor szalagját.

b) Faraday-pohár

A kísérlet célja

Annak bemutatása, hogy a töltés a vezető felületén helyezkedik el és a vezetőben lévő üregben a térerősség nulla, ha az üregben nincsen „töltésforrás”.

Szükséges anyagok, eszközök

- Van de Graaff generátor földelő/kisütőgömbbel, tápegységgel
- Faraday-pohár
- 2 db elektroszkóp (a képen szögletes házban, fémgolyó nélkül)
- Kis fémdoboz, benne szigetelő nyelű fémgömb és egy levágott tetejű csavar, amivel a Faraday-féle poharat az elektroszkópra tehetjük

Leírás

Helyezzük a Faraday-poharat a csavar segítségével az elektroszkópra (lásd 7c kísérlet). Húzzuk meg egyszer-kétszer a Van de Graaff generátor szalagját, majd érintsük a szigetelőpálcára erősített fémgolyót a szivarhoz.

Végezzük el az alábbi kísérleteket:

1) Dugjuk a szigetelőpálcára rögzített feltöltött fémgolyót a pohár belsejébe, anélkül, hogy a golyó a pohárhoz érne, majd vegyük el a fémgolyót. Mi történik?

2) Érintsük a szigetelőpálcára rögzített feltöltött fémgolyót a pohár belső falához. Marad-e ezután töltés a fémgolyón? Ellenőrizzük a másik elektroszkóppal!
3) (Ha van még töltés a Faraday-poháron, akkor először süssük ki – pl. érjünk hozzá.)
Töltsük fel újra a fémgolyót, és most érintsük a pohár külső falához. Marad-e ezután töltés a fémgolyón? Ellenőrizzük a másik elektroszkóppal!
4) Most töltsük fel a Faraday-poharat (pl. megdörzsölt ebonitrúddal), és vegyük le a töltést a fémgolyóról. Érintsük a szigetelőpálcára rögzített fémgolyót a pohár belső falához. Sikerült-e töltést levenni a pohár belső faláról? Ellenőrizzük a másik elektroszkóppal!
5) A feltöltött Faraday-pohár külső falához érintve a semleges fémgolyót sikerül-e töltést levenni a pohárról? Ellenőrizzük a másik elektroszkóppal!

9. Töltött testek körül kialakuló erővonalrendszer modellezése olajba szórt darával, dipólláncok kialakulása

A kísérlet célja

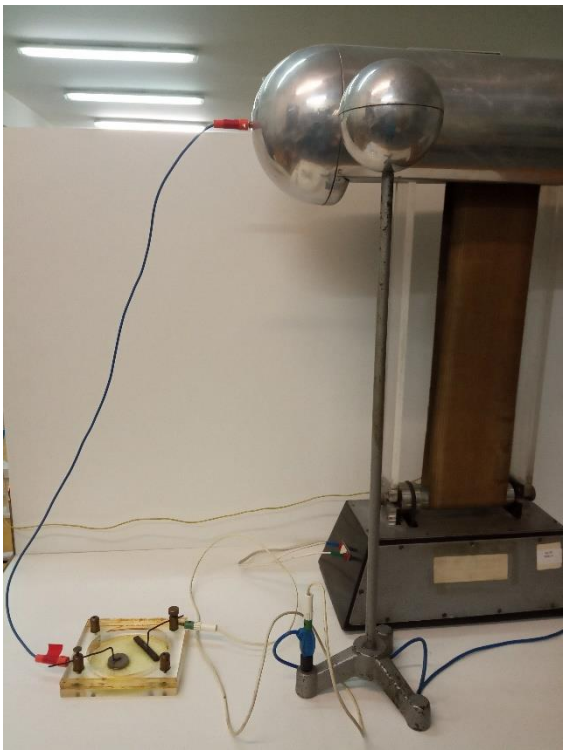
Ponttöltés, két különböző előjelű ponttöltés valamint kondenzátor lemezei közti elektromos mező erővonal-szerkezetének szemléltetése.

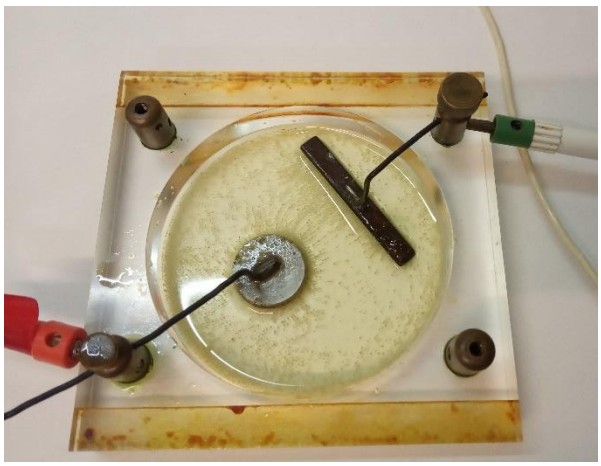
Szükséges anyagok, eszközök

- Van de Graaff generátor földelő-/kisütőgömbbel, tápegységgel
- Plexi tányér ricinusolajjal és búzadarával az elektrosztatikai vonalrendszer bemutatására; különböző alakú elektródák
- röpzsinórok

A mérés részletes leírása

A plexi tányérba rögzítünk két tetszőleges elektródát. Az egyik elektródát a Van de Graaff generátor szivarjához kötjük, míg a másikat leföldeljük, azaz pl. a Van de Graaff generátor földelőgömbjéhez csatlakoztatjuk egy-egy röpzsinór segítségével. A Van de Graaff generátort és az elektródát összekötő röpzsinór nem érhet az asztalhoz! Indítsuk el a Van de Graaff generátort a 6b)-ben leírtak szerint (azaz a földelőgömböt fogva kapcsoljuk be a generátort), majd miután látjuk a daraszemek átrendeződését (max. 1-2 perc után) kapcsoljuk le (a földelőgömböt a tápegység házához érintve) és figyeljük meg a daraszemcsék által rajzolt alakzatot.
A Van de Graaff generátor be- és kikapcsolásánál a 6b) pontban leírtak szerint járjunk el. Lekapcsolás után ne felejtsük el kisütni a generátort!
A daraszemcsék rendeződése írásvetítővel kivetíthető. Ekkor vigyázzunk arra is, hogy a Van de Graaff generátort és az elektródát összekötő röpzsinór nem érhet az írásvetítőhöz sem!





Mérési feladatok

- Különböző elektródákat helyezve a plexi tányérba, vizsgáljuk meg a kialakult elektromos mezők szerkezetét! Az egyes elrendeződésről készítsünk táblai ábrákat!

10. A kapacitás fogalmának kialakítására szolgáló alapkísérlet bemutatása

a) Elektroszkóp lánccal

A kísérlet célja

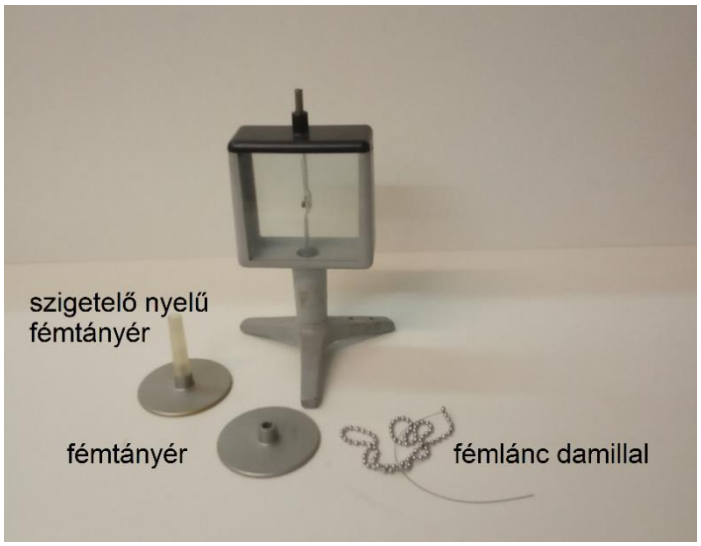
A kapacitás függ a vezető alakjától. A felület növekedésével nő a kapacitás is.

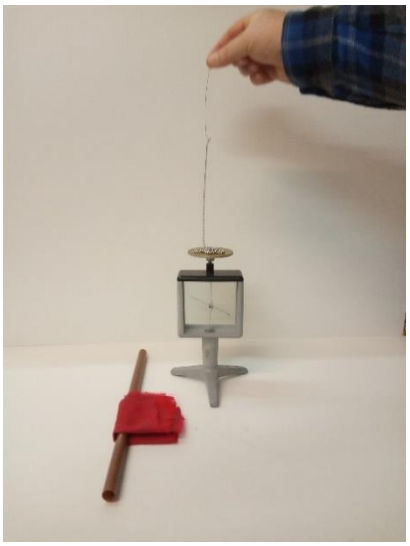
Szükséges anyagok, eszközök

- Ebonitrúd (vagy műanyag cső, kb. 1 cm átmérőjű)
- Műszálas anyag (a képen piros)
- Elektroszkóp
- Fémtányér
- Fémlánc, melynek egyik végére hosszú damilszál (szigetelő) van kötve

Leírás

Helyezzük a fémtányért az elektroszkópra, majd a damilnál fogva lógassuk a fémláncot a fémtányérra. (A fémlánc érjen a tányérhoz, de a kezünk ne kerüljön közel az elektroszkóphoz.) Vigyünk ezután töltést az elektroszkópra a megdörzsölt ebonitrúd segítségével. Változtassuk a fémlánc fémtányéron lévő mennyiségét a damilszál emelésével illetve süllyesztésével. Ezáltal változik a vezető alakja.
Az elektroszkópok lemezeinek szétágazása elsősorban a feszültség mérésére használható. Így, mivel a kísérlet során az elektroszkópon lévő töltés mennyisége a feltöltés után már nem változik, a lemezek szétágazásának változásából a kapacitás változására következtethetünk a C=Q/U képlet alapján.





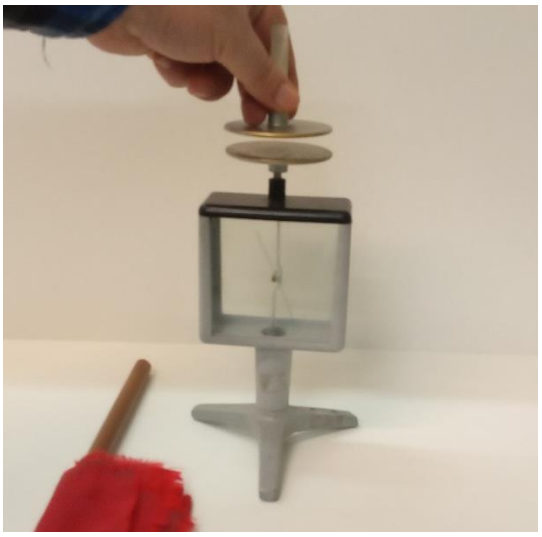
b) Kondenzátor kapacitása

A kísérlet célja

Annak bemutatása, hogy vezető kapacitása függ a környezetétől, valamint a síkkondenzátor kapacitása függ a fegyverzetek távolságától.

Szükséges anyagok, eszközök

- Ebonitrúd (vagy műanyag cső, kb. 1 cm átmérőjű)
- Műszálas anyag (a képen piros)
- Elektroszkóp
- Fémtányér
- Szigetelő nyelű fémtányér



Leírás

Helyezzük a fémtányért az elektroszkópra, majd töltsük fel az elektroszkópot megdörzsölt ebonitrúddal. Fogjuk meg a szigetelő nyelű fémtányért úgy, hogy ujjunk hozzáérjen ehhez a fémtányérhoz (ezzel biztosítjuk a földelést), majd közelítsük az elektroszkópra helyezett fémtányérhoz. Figyeljük az elektroszkóp lemezeinek állását!

c) Kondenzátor kapacitásának változása szigetelőanyag hatására

A kísérlet célja

A síkkondenzátor kapacitása függ a fegyverzetek között lévő anyagtól.

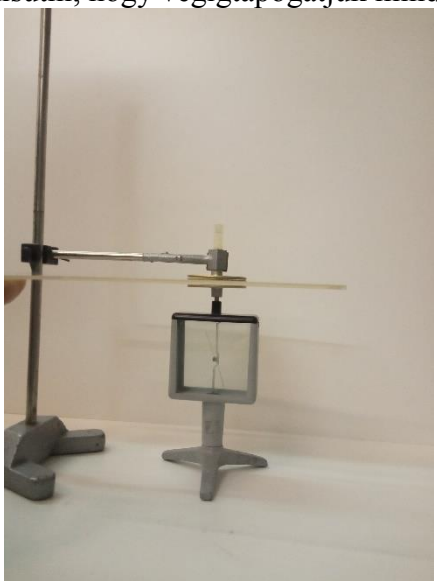
Szükséges anyagok, eszközök

- Ebonitrúd (vagy műanyag cső, kb. 1 cm átmérőjű)
- Műszálas anyag (a képen piros)
- Elektroszkóp
- Fémtányér
- Szigetelő nyelű fémtányér

- Állvány és kémcsőfogó a szigetelő nyelű fémtányér befogásához
- Plexilap

Leírás

Helyezzük a fémtányért az elektroszkópra, majd töltsük fel az elektroszkópot megdörzsölt ebonitrúddal. Fogjuk be a szigetelő nyelű fémtányért kémcsőfogóval az ábrán látható módon úgy, hogy a fémtányérok távolsága legfeljebb 1 cm legyen. Figyeljünk arra, hogy a kémcsőfogó érintkezzen a szigetelő nyelű fémtárcsa fém részével, így nem kell külön földelni a felső fémtárcsát. (Ha ez nem sikerül, akkor egy röpzsinórral kössük össze a szigetelő nyelű fémtárcsa fém részét pl. a gázcsappal.) Dugjuk a fémtárcsák közé a plexilapot és figyeljük meg, hogyan változik az elektroszkóp lemezeinek állása!
A kísérlet nem sikerül, ha a plexilemez szennyezett, nedves, vagy fel van töltve. A plexilemezt úgy tudjuk kisütni, hogy végigtapogatjuk mindkét oldalát.



11. Hajfelállítás

A kísérlet célja

Annak bemutatása, hogy a fizika szórakoztató. Az emberi test feltöltése Van de Graaff generátorral. Csúcshatás demonstrálása.

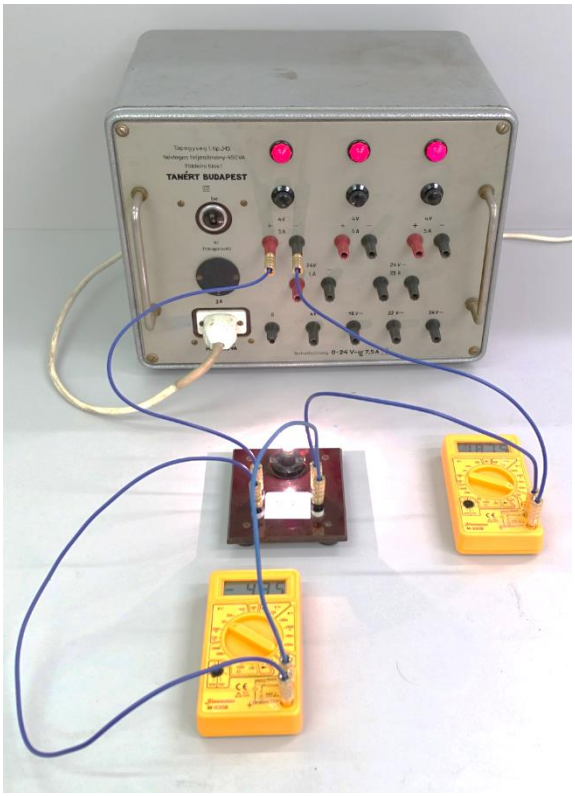
Szükséges anyagok, eszközök

- Van de Graaff generátor földelő-/kisütőgömbbel, tápegységgel
- Zsámoly szigetelő lábakon

Leírás

Álljon az **A** diák a zsámolyra, és tegye az egyik kezét a Van de Graaff generátor szivarjára. A **B** diák fogja meg a földelőgömböt, és indítsa el a generátort. (A generátor kikapcsolásáig a **B** diáknak fognia kell a földelőgömböt). Néhány perc elteltével a zsámolyon álló **A** diák haja – különösen, ha előző nap volt mosva – fel fog állni. Ekkor a **B** diák a földelőgömböt a tápegység házához érintve és ott tartva kapcsolja ki a Van de Graaff generátort, de még NE süsse ki. (Különben megrázná az **A** diákot a rajta átfolyó áram.) Az **A** diák vegye le a kezét a szivarról és érintse az asztalhoz, így nagy ellenálláson keresztül lassan sül ki. Ezután már kisüthetjük a generátort is: érintse a **B** diák a földelőgömböt a szivarhoz.

12. Feszültség és áramerősség mérése

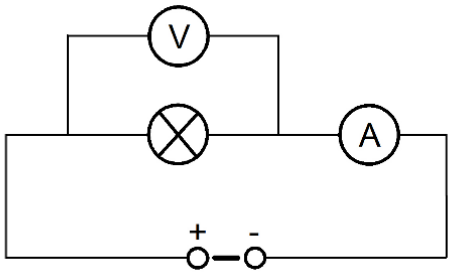


A kísérlet célja

Feszültség és áramerősség helyes mérése, mérőeszközök megismerése.

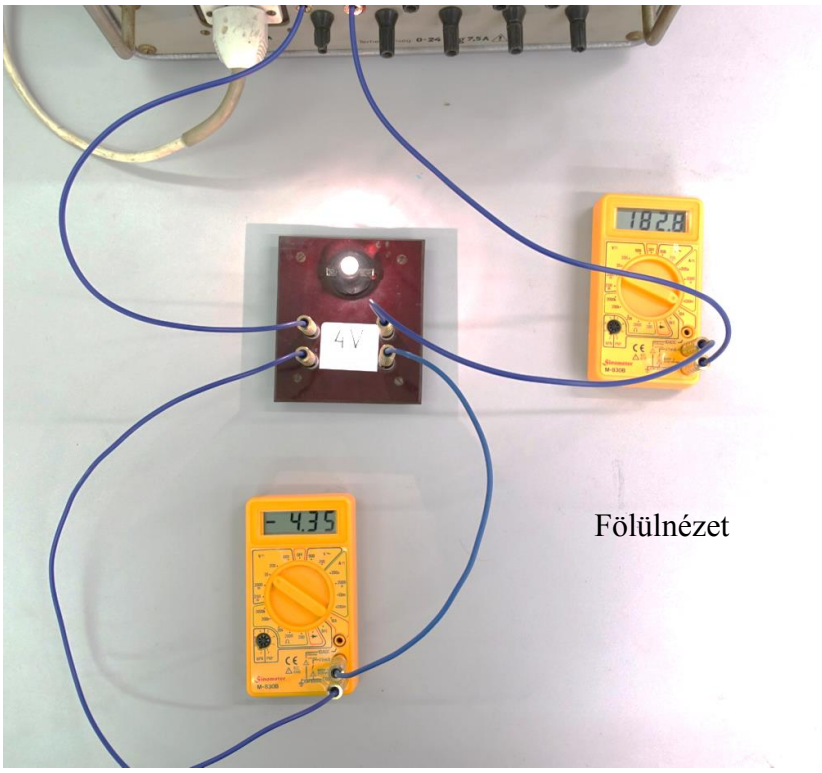
Szükséges anyagok, eszközök

- Tápegység (Tanért 1)
- Banándugós kábelek
- 2 digitális multiméter
- Izzó foglalatban



Leírás és feladatok

Rakjuk össze a képen és kapcsolási rajzon látható egyszerű áramkört egy egyenáramú tápegység és egy izzó segítségével. A tápegység 4V-os kimenetére kössük az izzót! Digitális multiméterrel mérjük meg a körben folyó áramot, és az izzón eső feszültséget! Mi történik, ha a kábeleket felcseréljük a digitális multiméterben? Magyarázzuk a tapasztaltakat! Mit jelent a feszültség, illetve áramerősség pozitív, illetve negatív értéke?



Figyelem!

A digitális multiméter használati útmutatója a mérés végén található! A multimétert egyenáramú mérésre kell állítani! A feszültségmérő műszert 20 V, az árammérő műszert 200 mA méréshatárra állítsuk! Az áramot mindig sorosan, a feszültséget mindig párhuzamosan kapcsolt műszerrel mérjük, ahogy az ábrán jelöltük.

13. Ohm-törvény mérése ellenállással és izzószállal

A kísérlet célja

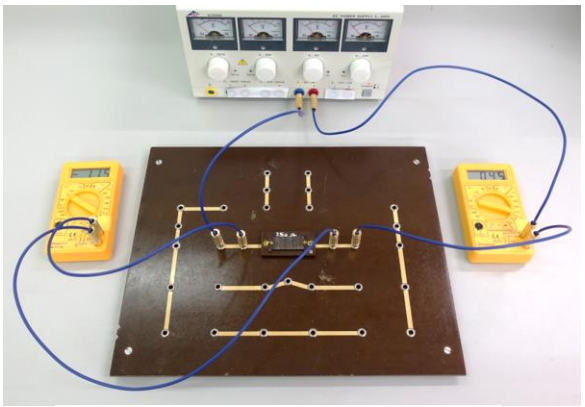
Ohm-törvény kimérése és korlátainak vizsgálata.

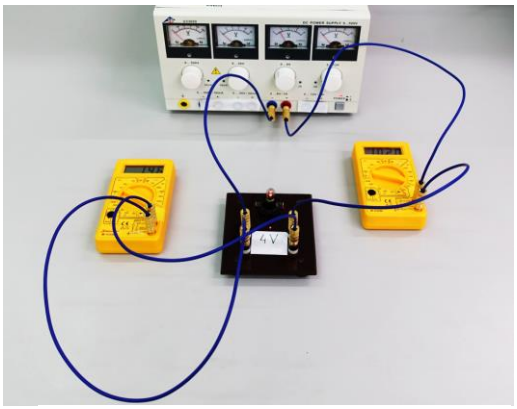
Szükséges anyagok, eszközök

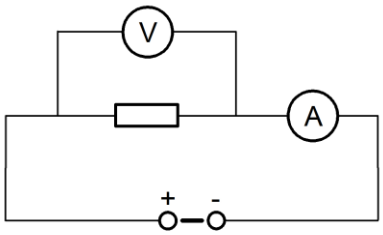
- Tápegység (3B, 0-8 V, változtatható)
- Banándugós kábelek
- 2 digitális multiméter
- Izzó foglalatban
- Próbapanel
- 250 Ω-os ellenállás próbapanelhez illő foglalatban

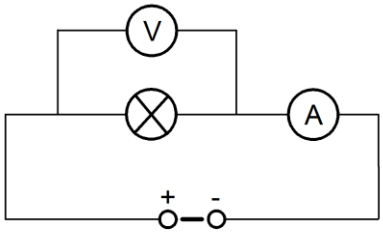
Leírás

Szereljük össze a bal oldali képen és kapcsolási rajzon látható összeállítást! A tápegység 0-8 V-os kimenetét használjuk. A potmétert állítsuk 0-ra, majd kapcsoljuk be az eszközt. A potméter csavarásával lehet a feszültséget változtatni, melynek pontos értékét a multiméterről tudjuk leolvasni!









Figyelem!

A feszültségmérő műszert 20 V, az árammérő műszert 200 mA méréshatárra állítsuk! Ha kicsi az áramerősség értéke (alacsony feszültségeknél), akkor csökkenthető a méréshatár 20 mA-re

Feladatok

- Változtassuk a feszültséget 0-4 V tartományon, 0,5 V-onként és mérjük meg az áramerősséget! Az adatokat foglaljuk táblázatba és ábrázoljuk a feszültséget az áramerősség függvényében! A mérése alapján határozzuk meg az eszköz ohmikus ellenállását!
- A mérést és az adatok ábrázolását végezze el egy izzószál esetében is! Mit állíthatunk a mérés adatai alapján az izzószál ohmikus ellenállásáról? (Figyelem! Az izzószálra maximum 4V feszültség kapcsolható)

14. Soros- és párhuzamos kapcsolás feszültség- és áramerősség-viszonyainak mérése

A kísérlet célja

Soros- és párhuzamos kapcsolás feszültség- és áramerősség-viszonyaira megtanult összefüggések kísérleti alátámasztása.

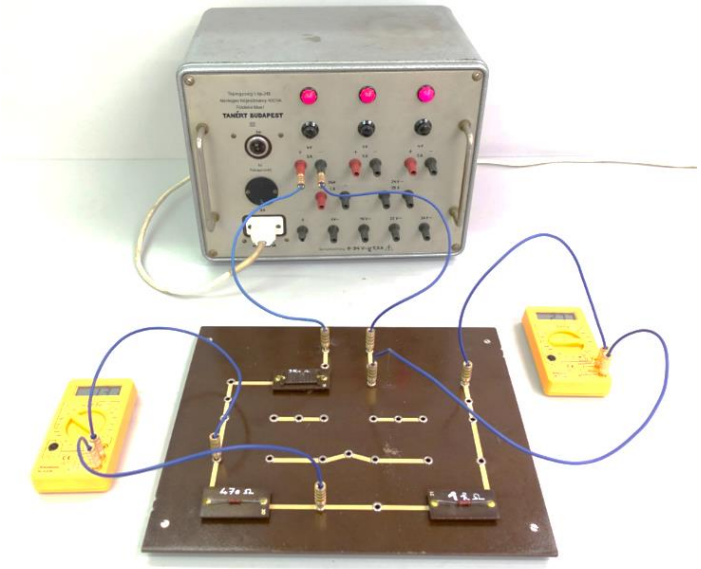
Szükséges anyagok, eszközök

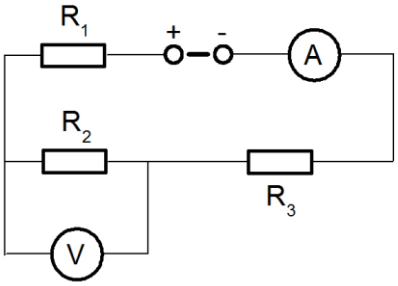
- Próbapanel
- Tápegység (Tanért 1)
- Banándugós kábelek
- 2 digitális multiméter
- 3 ellenállás próbapanelhez illő foglalatban (250, 470 illetve 1000 Ω-os)
- 3 átkötő vezeték próbapanelhez illő foglalatban

a) Soros kapcsolás

Leírás

Rakjuk össze a képen és kapcsolási rajzon látható egyszerű soros kapcsolást három különböző ellenállásból (R_1=250Ω, R_2=470Ω, R_3=1kΩ)! Használjuk az 1-es mérésben is alkalmazott tápegység 4 V-os kimenetét.





Az ellenállásokat próbapanelra érdemes csatlakoztatni, a felső ábrán látható módon, mert így a legkönnyebb mérni a feszültséget és az áramot minden áramköri elemen. A képen látható kapcsolás csak egy lehetséges elrendezést mutat. A próbapanelen sokféleképpen megvalósítható az elvi elrendezés.

Figyelem!

Figyelem! Az áramot mindig sorosan, a feszültséget mindig párhuzamosan kapcsolt műszerrel mérjük, ahogy az ábrán jelöltük. Érdemes először kiszámolni az elméletileg várt feszültségeket és áramerősségeket, hogy megfelelően tudjuk beállítani a multiméter méréshatárát! Az ellenállásmérés előtt kapcsoljuk ki a tápegységet!

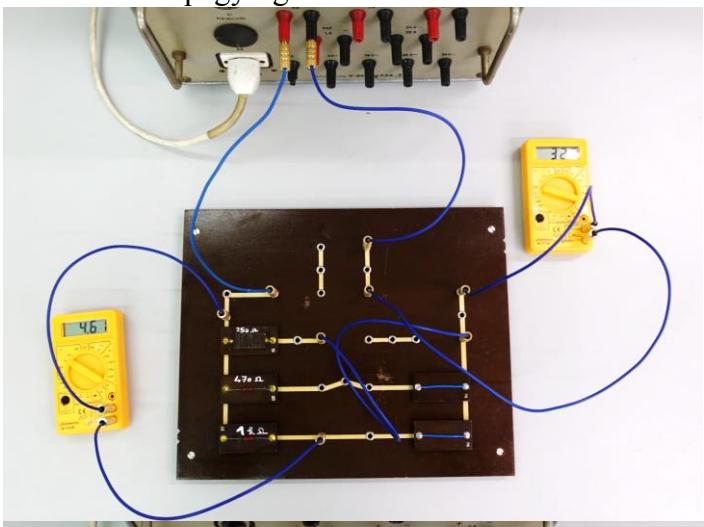
Feladatok

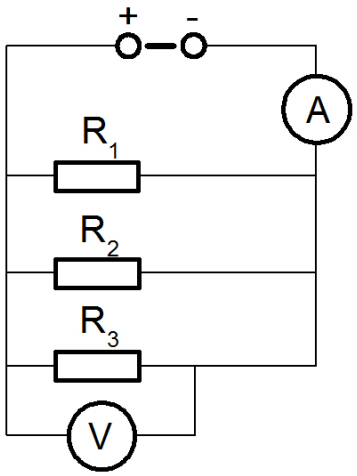
- Foglalja táblázatba az egyes ellenállásokon átfolyó áramot (ebben az esetben csak egy kör van, így az átfolyó áramot nem szükséges az összesen megmérni), valamint a rajtuk eső feszültséget!
- Mérjük meg a tápegység kimenő feszültségét! Az áramerősség, a feszültség és az ellenállások ismeretében kiszámítható az egyes ellenállásokon eső feszültség. A táblázatban tüntessük fel a mért adatok mellett a számolt értékeket is és vessük össze az eredményeket!
- Számoljuk ki rendszer eredő ellenállását! A digitális multiméter ellenállás mérő funkciójával mérjük meg az áramkör eredő ellenállását és igazoljuk számítással az eredményünket!

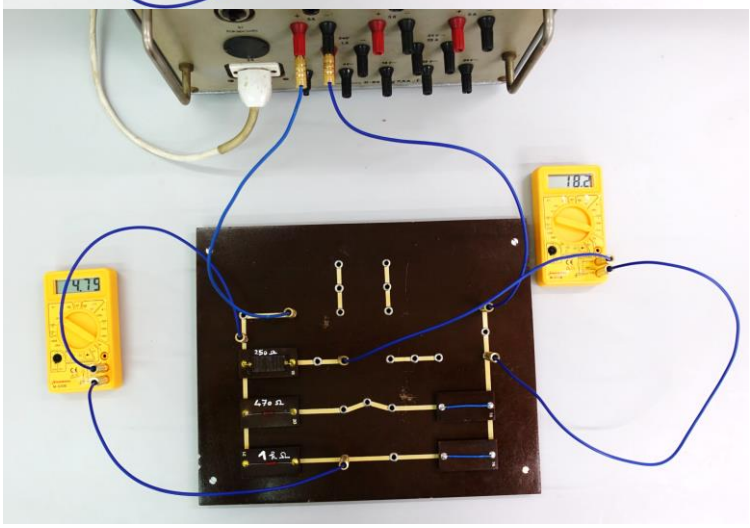
b) Párhuzamos kapcsolás

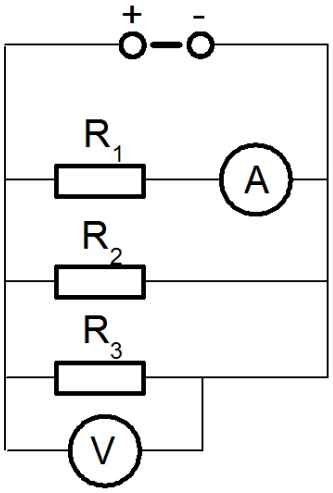
Leírás

Rakjuk össze a képen és kapcsolási rajzon látható egyszerű párhuzamos kapcsolást három különböző ellenállásból (R_1=250Ω, R_2=470Ω, R_3=1kΩ)! Használjuk az 1-es mérésben is alkalmazott tápegység 4 V-os kimenetét.









Feladatok

- Foglalja táblázatba az egyes ellenállásokon átfolyó áramot, valamint a rajtuk eső feszültséget! Párhuzamos kötésnél az áramerősséget minden ágon külön meg kell mérni! Ehhez az egyes ágakat meg kell szakítani, és árammérőt beiktatni. A feladatok feletti két ábra közül a felső a főági áram mérésére szolgáló kötést mutatja, az alsó az R_1 ellenálláson átfolyó áramét. Mindkét esetben a feszültségmérő az R_3 ellenálláson eső feszültséget méri. A többi ág mérésénél értelemszerűen a mérendő ágat meg kell szakítani és árammérőt beiktatni, a másik ágat pedig kábellel zárni.
- Mérjük meg a tápegység kimenő feszültségét, valamint a főágban folyó áramot! Az áramerősség, a feszültség és az ellenállások ismeretében kiszámítható az egyes ágakban folyó áram. A táblázatban tüntessük fel a mért adatok mellett a számolt értékeket is és vessük össze az eredményeket!

- Számoljuk ki rendszer eredő ellenállását! A digitális multiméter ellenállás mérő funkciójával mérjük meg az áramkör eredő ellenállását és igazoljuk számítással az eredményünket!

15. Hőfejlődés vizsgálata áramjárta vezetőkön

A kísérlet célja

Az I árammal átjárt R ellenállású vezetőn t idő alatt

$$Q = I^2 R \cdot t$$

hő fejlődik (Ezt nevezzük Joule-hőnek). Vagyis az időegység alatt fejlődő hő arányos a vezető ellenállásával és az áramerősség négyzetével. A következő kísérletekkel ezt az összefüggést demonstráljuk.

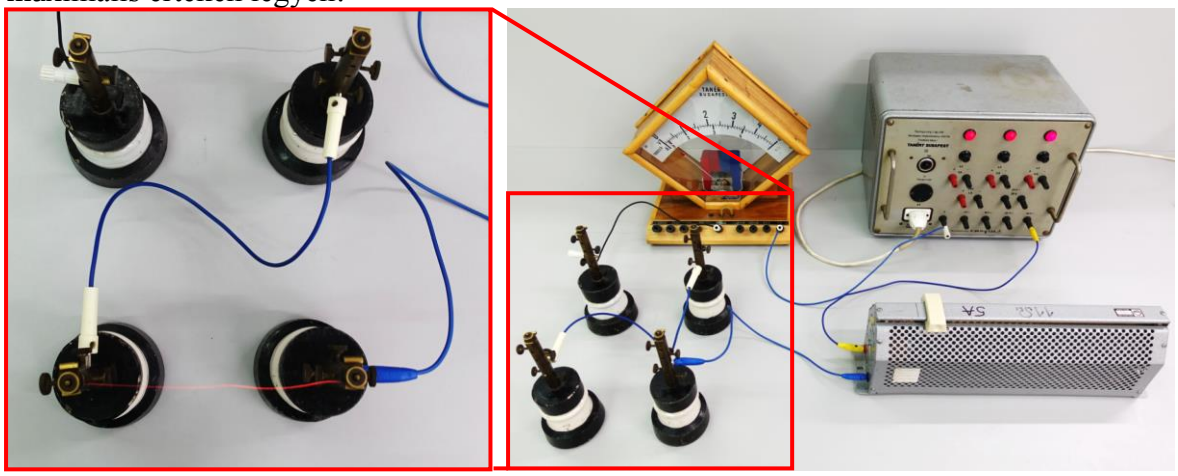
Szükséges anyagok, eszközök

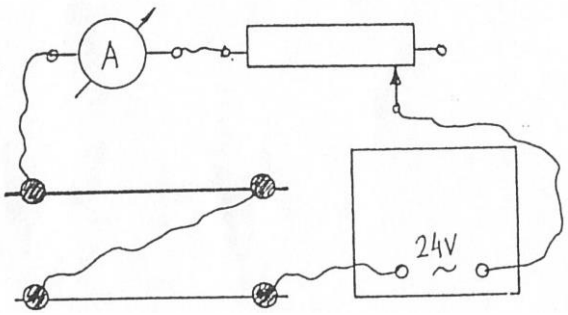
- Tápegység (Tanért 1)
- Röpzsinórok
- Tolóellenállás, 13 Ω
- Demonstrációs V/A mérő, középállású
- Drótközpont (4 db)
- Kantál huzalok (15 cm-es (40 Ω/m, illetve 80 Ω/m), összesodort lánc, feltekercselt)
  Megjegyzés: A kantál huzalok egy műanyag dobozban vannak, és kísérlet után abba kell visszatenni. A 40 Ω/m, illetve 80 Ω/m-es huzal a vastagság alapján megkülönböztethető.

a) Sorba kapcsolt ellenállásokon

Leírás és feladat

Szereljük össze az ábrán látható összeállítást! Vegyünk két egyenlő hosszúságú, de különböző ellenállású huzaldarabot és erősítsük ezeket két-két drótközpont közé az ábrán látható módon. (Alkalmas méretek: egy 15 cm befogott hosszúságú, kb. 80 ohm/méter értékű, és egy 15 cm befogott hosszúságú kb. 40 ohm/méter értékű kantálhuzal.) Kapcsoljuk az így előkészített huzalokat sorba, és árammérő műszeren (melynek méréshatárát 5 A-re állítottunk), tolóellenálláson át adjunk az egységre feszültséget! Bekapcsoláskor a toló ellenállás a maximális értéken legyen!





Csökkentsük a tolóellenállás ohm-értékét! Egy meghatározott áramerősséget túllépve (esetünkben kb. 1A) a nagyobb ellenállású huzal izzik, a másik nem.

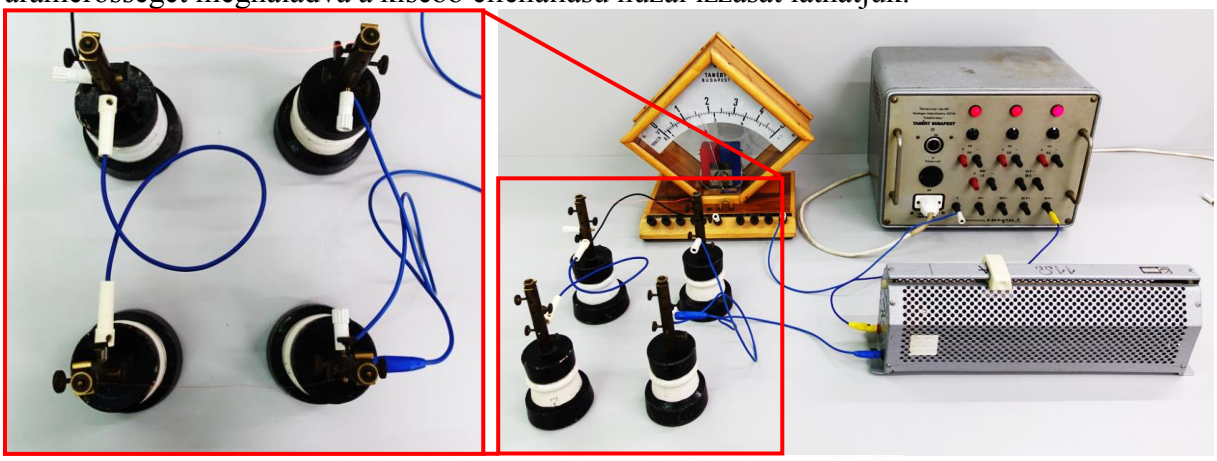
Figyelem!

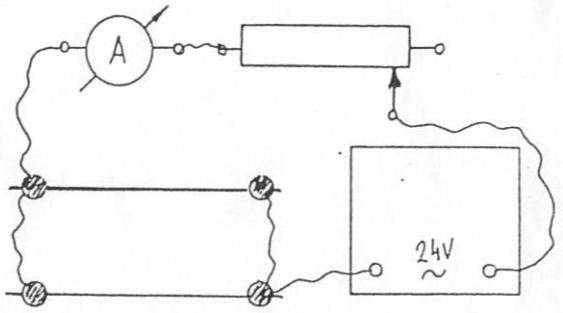
Itt technikai okok miatt használunk váltóáramot, de természetesen minden hasonlóan viselkedne egyenáramok esetén.

b) Párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon

Leírás és feladat

Rendezzük át az a) feladatrész összeállítását az ábra szerint! (Előtte húzzuk a tolóellenállást a maximális értékre, és kapcsoljuk ki a tápegységet!) Most a két huzal párhuzamosan van kötve. Kapcsoljuk be a tápegységet, csökkentsük a tolóellenállás ellenállásának értékét! Kb. 3A áramerősséget meghaladva a kisebb ellenállású huzal izzását láthatjuk.



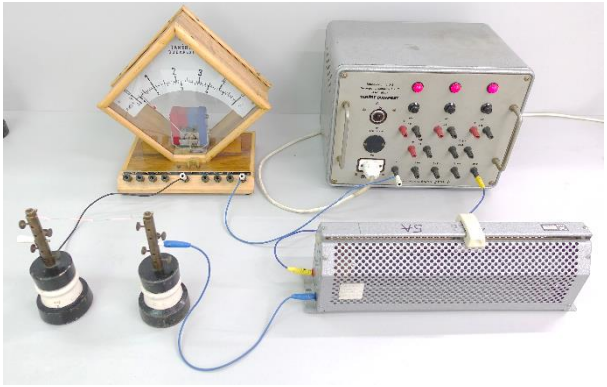


c) A hőfejlődés különböző vezetőkből készült láncon

Leírás és feladat

Látványos kísérlet állítható össze soros ellenállás-huzalokkal, ha kétféle huzalból hosszabb "láncot" készítünk oly módon, hogy 6-8 darabot egymás után csomózunk.

Rendezzük át az a) feladatrész összeállítását a fénykép szerint, melyben az a különbség, hogy most csak 2 drótközpontra van szükség, és a drótközpontokba most a láncot fogjuk be. (Előtte húzzuk a tolóellenállást a maximális értékre, és kapcsoljuk ki a tápegységet!) Kapcsoljuk be a tápegységet, csökkentsük a tolóellenállás ellenállásának értékét, míg a lánc néhány szeme izzani nem kezd!



d) A hőfejlődés és a vezető alakja közötti összefüggés bemutatása

Leírás és feladat

Rendezzük át az a) feladatrész összeállítását a fénykép szerint (Előtte húzzuk a tolóellenállást a maximális értékre, és kapcsoljuk ki a tápegységet!). Csavarjuk az ellenálláshuzalt szerint egymást követő egyenes- és spirál alakra és fogjuk be drótközpontok közé (a laboron a huzal előre elkészítve található). Adjunk az így kialakított huzalra áramot! Megfelelő áramerősségnél a spirál szakaszok izzásba jönnek, de az egyenes szakaszok nem. Vegyük észre, hogy ez a kísérlet látszólag ellent mond az előző kísérleteknek, hiszen a kantál huzal fajlagos ellenállása azonos a tekercselt és egyenes részeken! Magyarázzuk meg a jelenséget!

Figyelem!

A tekercs házilag is elkészíthető. Célszerű adatok: 30 cm hosszúságú, 40 ohm/méter értékű kantálhuzal, 10-10 szoros menetben egy-egy gyufaszál darabra csavarva. A kísérlet bemutatása előtt az áramerősséget növelve égessük ki a gyufaszál darabokat. Így egyenletesen tekercselt spirálszakaszokat kapunk.

16. A mágneses tér áramra gyakorolt hatásának kimutatása

A kísérlet célja

A mágneses tér áramra gyakorolt hatásának kimutatása

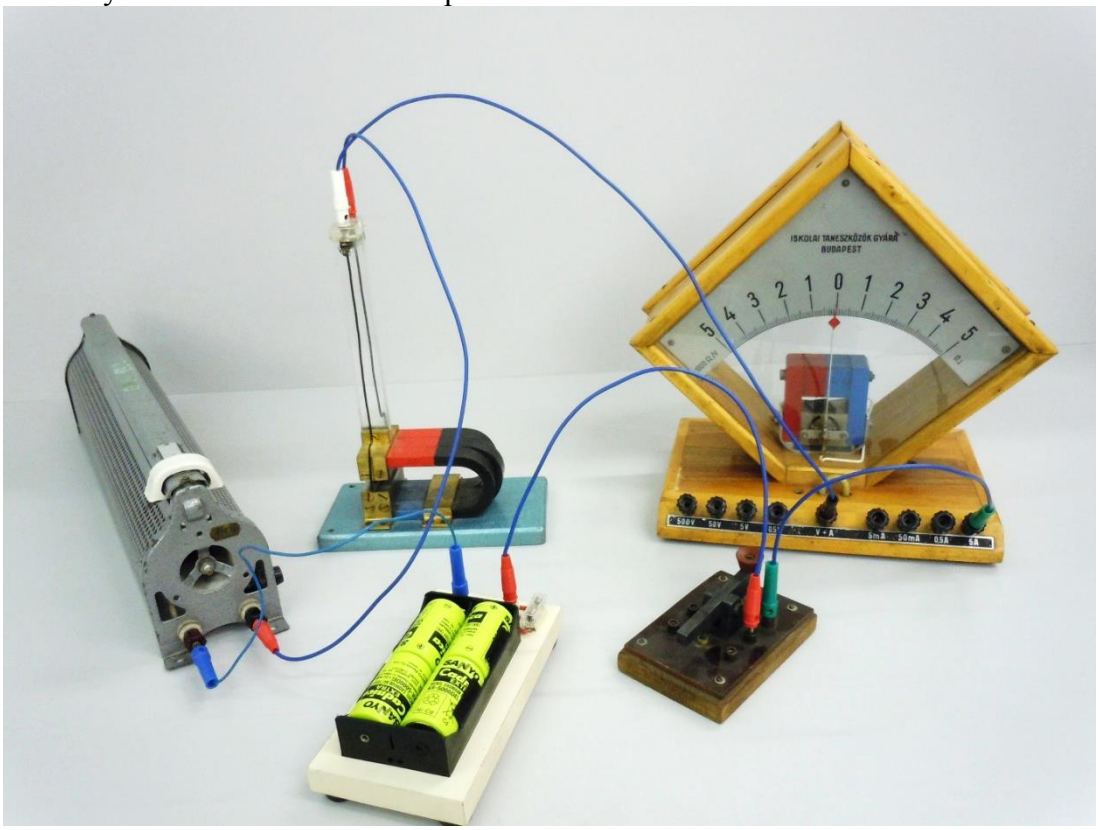
Szükséges anyagok, eszközök

- Patkómágnes, szárai közé ingaszerűen belógatott drótkengyellel
- Röpzsinórok
- 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!



17. A mozgási indukció jelenségének bemutatása

A kísérlet célja

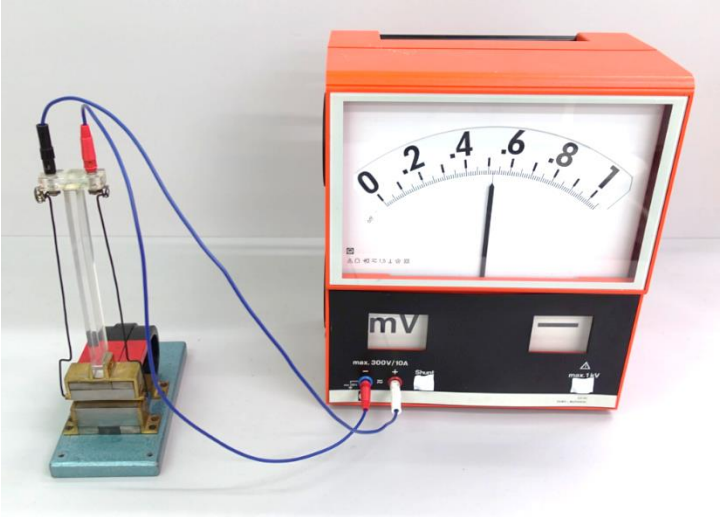
A mozgási indukció jelenségének bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- patkómágnes, szárai közé ingaszerűen belógatott drótkengyellel
- röpzsinórok
- 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!



18. A nyugalmi indukció jelenségének bemutatása

A kísérlet célja

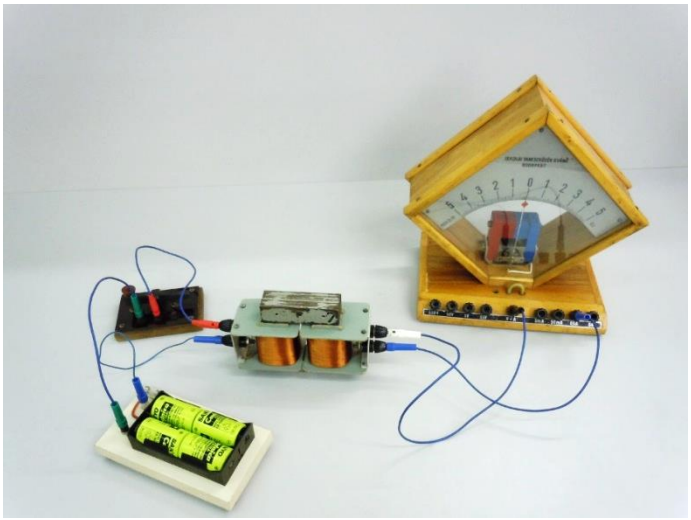
A nyugalmi indukció jelenségének bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- U alakú vasmag, záró vasmaggal
- tekercs, 600 menetes, 2 db
- röpzsinórok
- 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 áramköre 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!

Feladat

- Állítsa össze az áramkört és növelje lassan (néha 5-10 másodperces szünetet tartva), a készüléken az áramerősséget 2A → 3A → 4A stb. értékekre, míg a kismegszakító

19. A transzformátor és áttételi viszonyainak mérése

A kísérlet célja

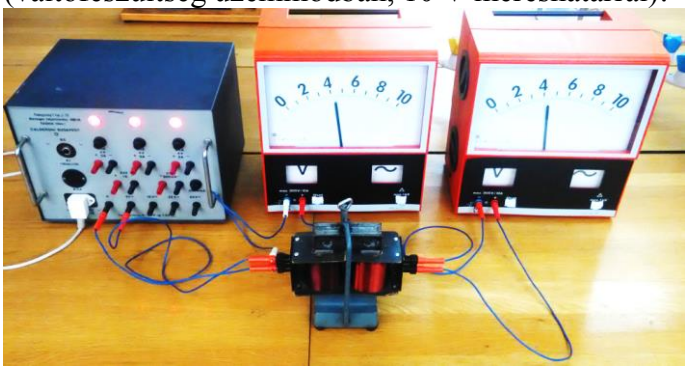
Az elektromos energia nagy távolságokba történő eljuttatásához nélkülözhetetlen az elektromos áram feszültségének változtatása, transzformálása. Ennek a fontos jelenségnek a bemutatására láthatunk az alábbiakban egy egyszerű példát.

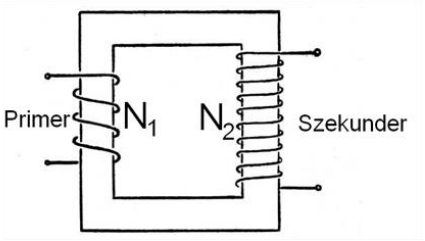
Szükséges anyagok, eszközök

- Tápegység
- Közös vasmagos tekercsek (menetszámok: 300, 600, 1200)
- Kábelek
- Feszültségmérő műszer

Leírás

Helyezzünk közös vasmagra iskolai tekercseket, az ábrán látható módon, így megépítve egy transzformátor modellt. A primer tekercsre kapcsoljunk 4 V váltófeszültséget! Változtassuk a primer (N_1) és szekunder (N_2) tekercs menetszámát a táblázatban látható módon és mérjük a szekunder tekercs feszültségét! Érdemes a bemeneti feszültséget is mérni. A feszültségméréshez használjuk a piros, Leybold demonstrációs feszültségmérőt (váltófeszültség üzemmódban, 10 V méréshatárral)!





Feladat

- Mérései alapján töltse ki a táblázatot!

N_1	300	600	1200	300
N_2	300	300	300	600
U (V)				

- Milyen törvényszerűséget lehet felfedezni az adatok alapján?
- Mi történik, ha a vasmag felső záró darabját eltávolítjuk, és úgy végezzük el a mérést? Magyarázzuk a jelenséget!

20. Zárási- és nyitási jelenség bemutatása induktív tagot tartalmazó áramkörben

A kísérlet célja

Az ohmikus ellenállás után az első komolyabb absztrakciós lépés az áram erősségét befolyásoló áramköri elemek közül a tekercs induktív ellenállása. Az induktív ellenállást természetesen magyarázhatjuk a Faraday-féle indukciós és a Lenz-féle törvénnyel, ám tényleges hatását az alábbi kísérletekben látványosan szemléltethetjük is.

a) A bekapcsolási jelenség demonstrálása párhuzamosan kapcsolt ohmos, ill. induktív tagot tartalmazó ágak zsebizzóinak megfigyelésével

Szükséges anyagok, eszközök

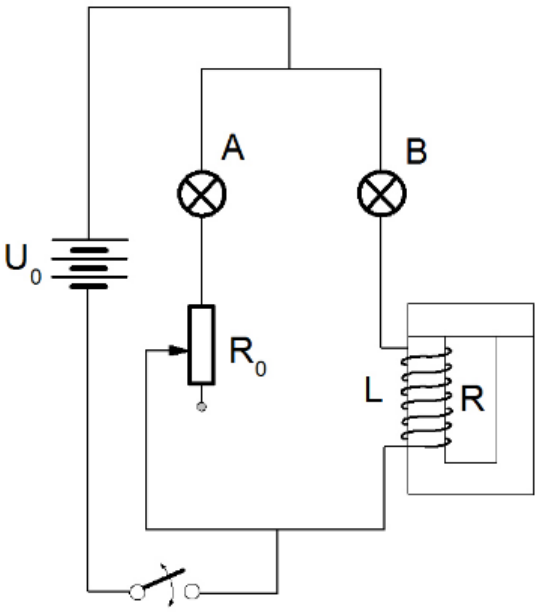
- 105 ohmos tolóellenállás
- Vasmagos tekercs (N = 1200, illetve két 600 menetes)
- Zseblámpa izzók
- Morse-kapcsoló
- Zsebtelep
- Kábelek

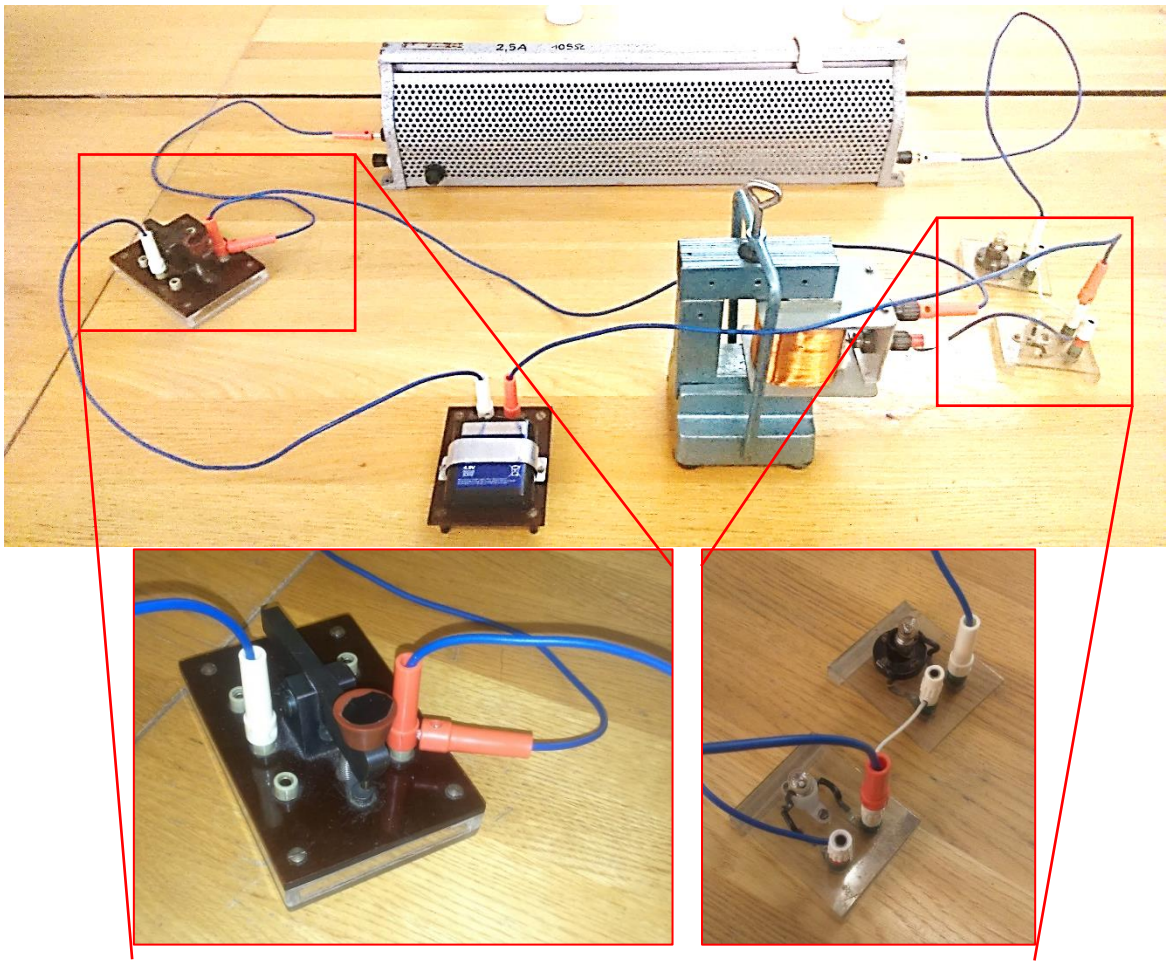
Leírás

Az induktivitást tartalmazó áramkörben az áram a feszültségforrás bekapcsolása után késéssel éri el stacionárius értékét. A jelenség bemutatására alkalmas összeállítást az ábra (+ következő oldal is) mutatja.

Célszerű adatok: U_0 = 4,5 V (zsebelem) 'A' és 'B' egy-egy 2,5 V, 0,3 A névleges értékű zseblámpaizzó, L egy 1200 menetes (kb. R = 18 Ω ellenállású) tekercs zárt vasmagon, R_0 = 105 ohmos totóellenállás.

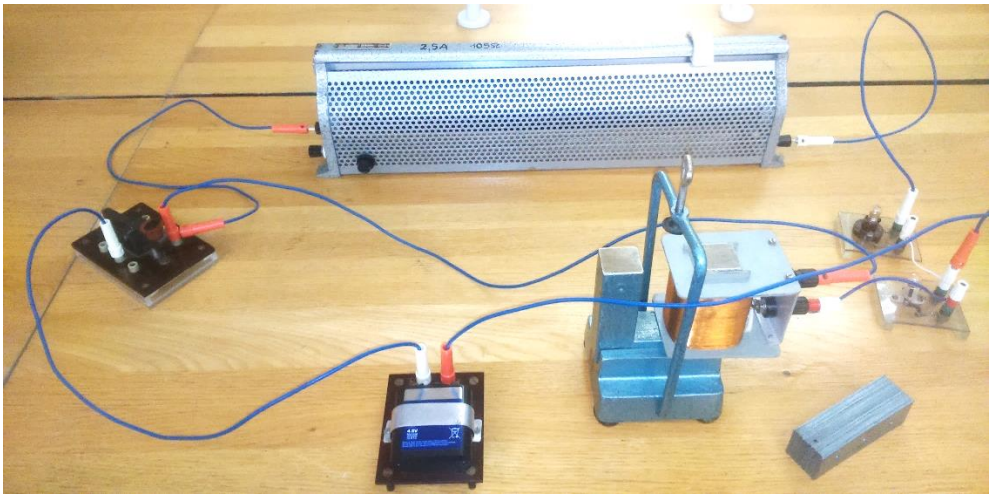
Az alábbi ábrák a párhuzamos kapcsolás csomópontjainak egy lehetséges megvalósítását kinagyítva is mutatják. Zárjuk az áramkört, és várjuk meg míg mindkét lámpa felgyullad. Szabályozzuk be a tolóellenállást úgy, hogy az „A” lámpa ugyanolyan fényesen világítson, mint a „B”!





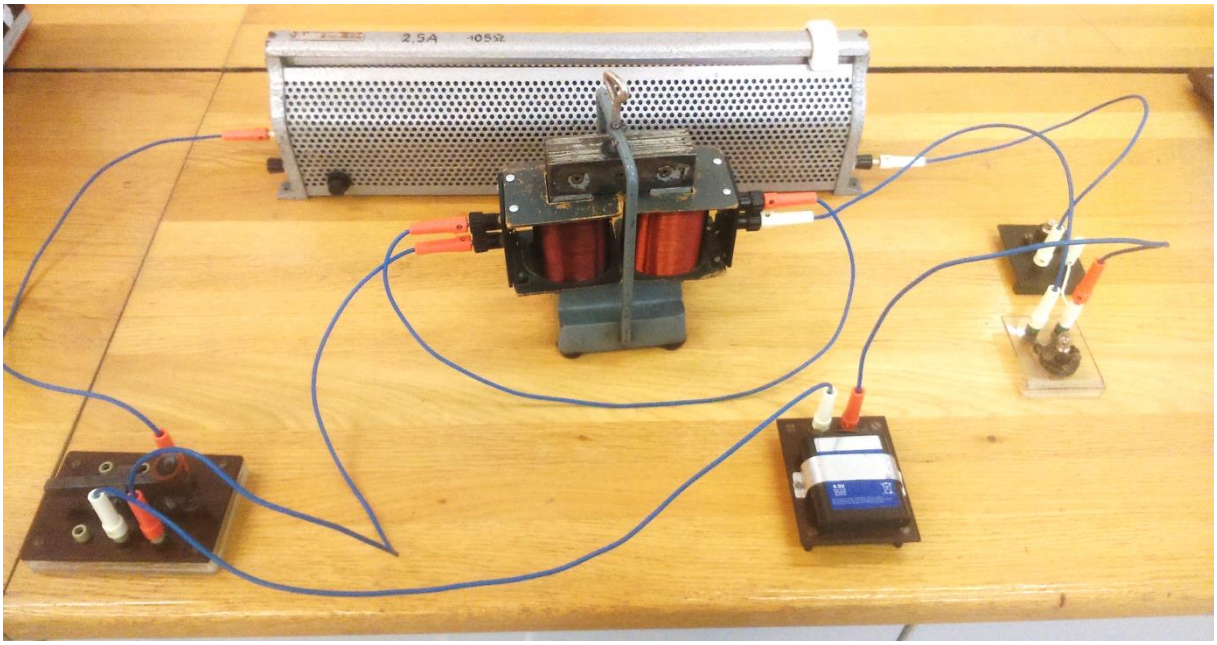
Feladat

- Most jön a jelenség bemutatása. Nyomjuk le a K kapcsolót! Az 'A' lámpa azonnal felizzik, a 'B' lámpa csak késéssel veszi fel az állandó áramerősséget.
- Vegyük le a záróvasat, és így ismételjük meg a kísérletet! A 'B' lámpa "késése" alig vehető észre.



- EXTRA FELADAT: Cseréljük ki az 1200 menetes tekercset -közös vasmagra húzott- két sorba kötött 600 menetesre. Ha a tekercseket azonos csévélési értelemben sikerült sorba kötni, akkor (a kapcsolót lenyomva) az áram késése jól látható. Ha a tekercseket ellentétes polaritással kötjük sorba, akkor mágneses terük lerontja egymást, nincs

fluxusváltozás, nincs (késleltető) indukciós feszültség. (Ez egy modell-kísérlet az önindukció mentes bifiláris tekercselésre.)



Megjegyzés:

A kísérlet sikere érdekében a kapcsolási elemek paramétereit össze kell hangolni. Ezért az itt ajánlott értékektől esetenként el kell térni. Valószínű, hogy konkrét esetben a két 600 menetes tekercs ohmos ellenállásának összege jóval kisebb, mint egyetlen 1200 menetesé. Ekkor a 4,5 V hatására az ajánlott paraméterű 'B' izzó túl erős fénnyel világít, és az áramkésés a szem számára nem lesz jól követhető. A jelenség akkor látható jól, ha az izzók -stacionárius állapotukban- csak kis fényerővel világítanak. Az optimális áramerősség beállítására szabályozható áramforrást használhatnánk, vagy a főágba újabb (változtatható) ellenállást iktathatnánk, de ez csak bonyolítaná az amúgy sem egyszerű összeállítás.

b) A kikapcsolási jelenség demonstrálása vasmagos tekerccsel párhuzamosan kapcsolt glimmlámpa felvillanásával (FIGYELEM: A kísérlet veszélyes lehet!)

A kísérlet célja

A változó mágneses fluxus hatására létrejött indukció egyszerűen demonstrálható az alábbi kísérletben, melynek különlegessége, hogy 4,5 V egyenfeszültséget használva, akár több száz volt feszültséget is létrehozhatunk!

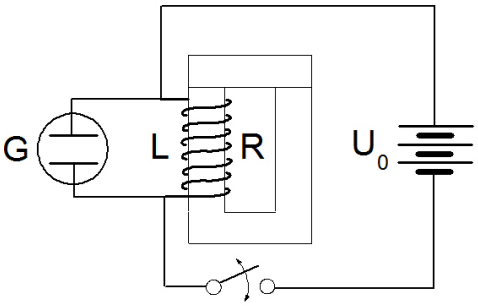
Figyelem: Mivel a kikapcsoláskor keletkezett feszültség nagy lehet – még ha áramerőssége kicsi is – megcsípheti a figyelmetlen demonstrátort. A keletkezett áram „csípés” inkább csak ijedtséget okozhat, de abból is lehetnek balesetek!

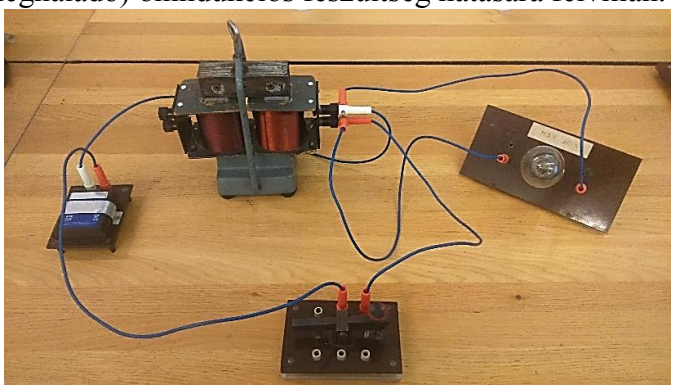
Szükséges eszközök

- 4,5 V feszültségű zsebtelep (laposelem)
- Vasmagos tekercs (600 menetes)
- Kapcsoló, Glimmlámpa, Kábelek

Leírás és feladat

Állítsuk össze az ábrán látható kapcsolást! U= 4,5 V (zsebelem), 600 menetes tekercs L zárt vasmagon, G ún. "kosaras", 110V-ra méretezett glimmlámpa (ködfénylámpa). Nyomjuk le a kapcsolót! A glimmlámpa nem "ég", hiszen a telep 4,5V feszültsége jóval a glimm gyújtófeszültsége (kb. 80 V) alatt van. Kis várakozás után - amikor a stacionárius állapot már beállt- szakítsuk meg hirtelen az áramkört! A glimmlámpa - az áramerősség gyors csökkenése miatt indukálódó (a gyújtófeszültséget meghaladó) önindukciós feszültség hatására felvillan.





Megjegyzés

Azt, hogy a glimmlámpa gyújtófeszültsége mekkora, megmérhetnénk a 230 Voltos hálózat segítségével. Érintésvédelmi okból azonban elégedjünk meg annyival, hogy a glimmlámpát az iskolai tápegység 24V-os kimenetére kötve, bemutatjuk, hogy a gyújtófeszültség 24V-nál nagyobb.

21. Kondenzátor töltése és kisütése ohmos ellenálláson át

A kísérletek célja

Nemlineáris folyamatok, mint pl. a radioaktív sugárzás, egyszerű bemutatására szolgálhat egy kondenzátor feltöltése, illetve kisütése. Az alább bemutatott kísérletek kifejezetten alkalmasak órai demonstrációra, melynek keretében az egész osztályt bevonhatjuk az aktív munkába.

Elméleti bevezetés

Ha egy kondenzátort megpróbálunk egyenáram segítségével feltölteni, idővel az áram egyre csökkenni fog, hiszen az egyre jobban töltött kondenzátor „ellenállása“ egyre nagyobb lesz. A töltött kondenzátor R ellenálláson történő kisütésekor hasonlóan kezdetben gyorsan csökken az áramerősség, majd egyre kevésbé, hiszen egyre kisebb lesz a kondenzátoron a töltések mennyisége, ezáltal a feszültsége, így a folyamat „meghajtó ereje“ csökken. Ezek a folyamatok az időben exponenciálisan leírható feszültség és áramerősség értékeket eredményeznek az áramkörben.

Azt az időt, ami alatt egy kisülő kondenzátor feszültsége – illetve a miatta folyó áramerőssége a kezdeti érték – felére csökken, az áramkör felezési idejének T_F nevezzük, melyet az alábbi összefüggéssel határozhatunk meg:

$$T_F = R \cdot C \cdot ln2$$

ahol az $R \cdot C = \tau$ szorzatot az áramkör időállandójának is nevezik.

Ha a C kapacitású kondenzátort R ohmos ellenálláson keresztül U_0 (egyen)feszültségű telepre kapcsoljuk, akkor a kondenzátor felé $I_0 = U_0/R$ induló értékű, az időben lecsengő áramerősség indul meg.

Áramerősség-idő-függvény a kondenzátor feltöltéskor:

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}, \text{illetve } I(t) = I_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_F}}$$

Áramerősség-idő függvény a kondenzátor kisütéskor a töltőárammal ellenkező irányú áramot határoz meg:

$$I(t) = -I_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}, \text{illetve } I(t) = -I_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T_F}}$$

Szükséges eszközök

- C = 0,01 F kapacitású elektrolit kondenzátor (FONTOS: a + és – kivezetések nem felcserélhetők!)
- Zseblámpa izzó
- 4,5 V zsebtelep
- Áramerősségmérő
- Morse-kapcsoló
- Kábelek
- Ellenállásszekrény (régi, fadoboznak tűnő egység, sok kis kihúzható „akasztóval”)

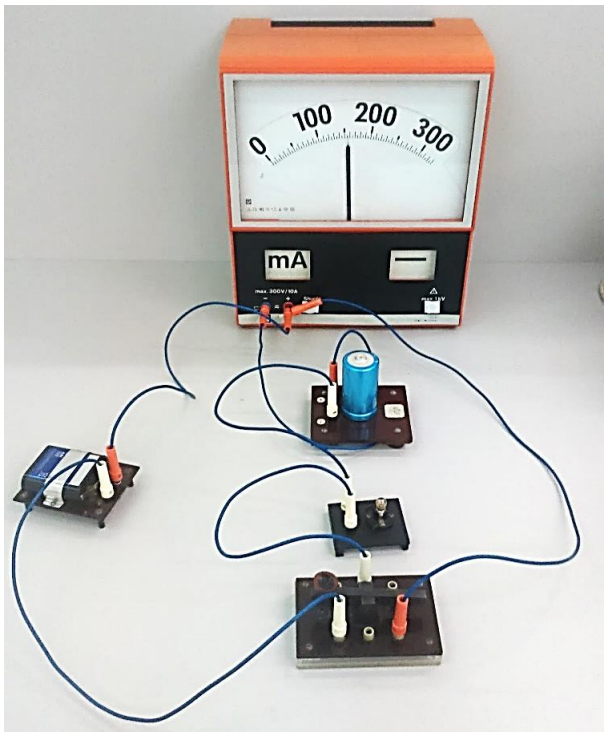
a) A töltő- és a kisütőáram irányának és időfüggésének demonstrálása

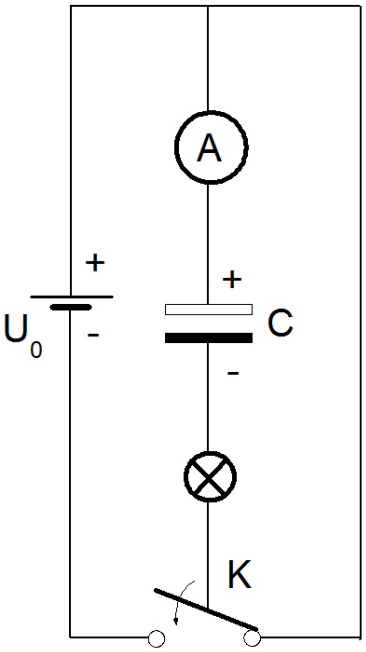
Leírás

A töltéskor meginduló, majd zérusra csökkenő, valamint a kisütéskor ellentétes irányú, és ugyancsak zérusra csökkenő áramerősség változást az alábbi ábra szerinti összeállításban demonstrálhatjuk. A feszültségforrás egy zsebelem (U = 4,5 V), a műszer KÖZÉPNULLÁS, 300mA méréshatáron.

Megjegyzés: (A piros Leybold műszerek a mutató középre állításával (kis fekete tekerő lent oldalt) középnullás műszerként használhatóak).

A kondenzátor kapacitása C = 10^{-2} F (elektrolit kondenzátor, PÓLUSHELYES bekötésére ügyelni!). Az ellenállást egy 2,5 V, 0,3 A névleges értékű zsebizzó képviseli, ellenállása üzemi hőmérsékleten kb. 8 ohm, hidegen kb. 1 ohm. Az így kialakított soros RC-kör időállandója tehát századmásodperc nagyságrendű, a töltés és a kisütés gyorsan megy végbe. Így, a K Morse-kapcsolót lenyomva a műszer mutatója hirtelen kibillen, és hirtelen visszaáll nullára. A kapcsolót elengedve ugyanez ismétlődik a másik irányba. A töltő- és a kisütő áramot a lámpa felvillanása is érzékelteti.

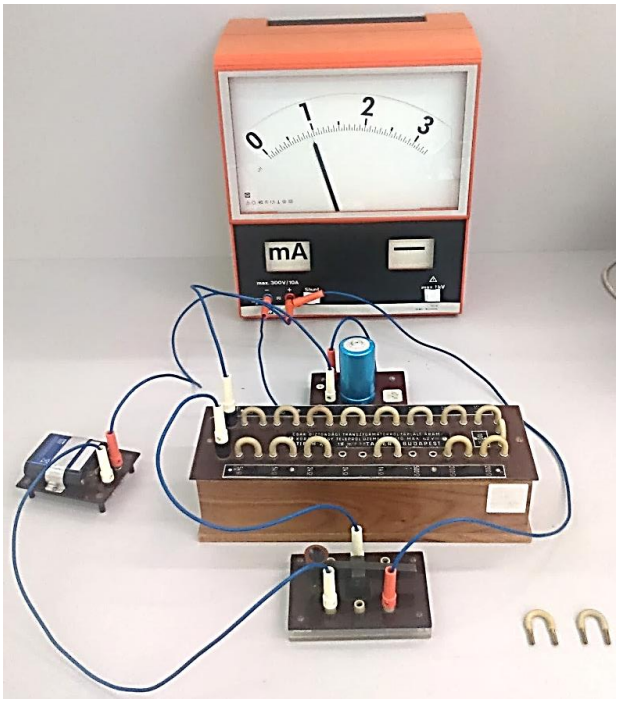


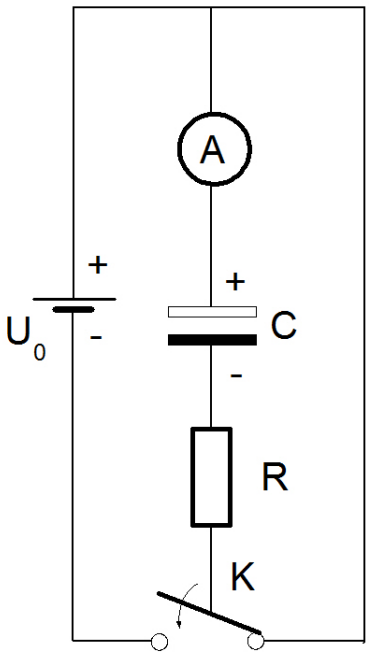


b) HÉT KÍSÉRLETE: A kisütőáram időfüggésének mérése és grafikus ábrázolása

Leírás

A kondenzátor feltöltése:
Csatlakoztassuk le a zsebelemet. Cseréljük ki a zsebizzót egy R = 500 ohmos ellenállásra (így viszonylag gyorsan feltöltődik a kondenzátor)! Ehhez használjuk a TANÉRT tanulókísérleti ellenállásszekrényét! Az RC-kör időállandója ezzel kb. 5 másodpercre növekszik.
Állítsuk át a középnullás műszer méréshatárát 3mA-re, kapcsoljuk vissza (PÓLUSHELYESEN!) a zsebelemet! Amennyiben nincsen direkt középállású műszer, állítsa a Leybold-műszert a kis tekerő segítségével középre!
Nyomjuk le a K kapcsolót! A műszer mutatója hirtelen kitér, és csak lassan áll vissza a nullára. Mozgása jól érzékelhetően lassuló.
Tartsa továbbra is lenyomva a kapcsolót!
A kondenzátor kisülése:
A jelenség jobban demonstrálható, ha a kisülés viszonylag lassú: A kisütési ellenállást cserélje 2500 ohmra! Ehhez az ellenállás szekrényből húzzuk ki a 2 kΩ felíratnál lévő hidat. Nullára állás után a kapcsolót elengedve a folyamat ellentétes irányban megy végbe.





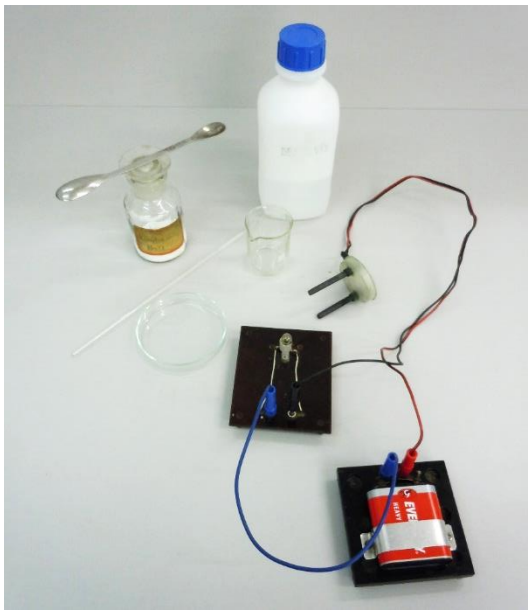
Feladat

- Olvassa le a maximális I_0 áramerősséget! Jegyezze fel ezt az értéket!
- Választott paramétereink mellett a folyamat elég lassú ahhoz, hogy az áramerősség időfüggését mérni lehessen. Ehhez mobiltelefon stopperóráját figyelve olvassuk le egyenlő időközönként az áramerősség pillanatnyi értékét, készítsünk erről táblázatot. (Pontosabb méréshez természetesen többször érdemes a kísérletet elvégezni.)

Áramerősség					
Mérés 1: Idő (sec)					

- Ábrázoljuk az összetartozó idő - áramerősség értékeket, és illesszünk a pontokra exponenciális függvényt! Másik eljárás lehet az áramerősség logaritmusát ábrázolni az idő függvényében. Ebben az esetben egy egyenes mentén kell az adatoknak szórni.

22. Az elektrolitikus vezetés szemléltetése sóoldattal, zsebizzóval



A kísérlet célja

Az elektrolitok vezetésének bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- desztillált víz
- konyhasó (nátrium-klorid, NaCl)
- zsebtelep
- zsebizzó
- röpzsinórok
- grafitelektródok, műanyag lemezbe rögzítve
- főzőpohár, 100 cm^3-es
- petri-csésze
- vegyszereskanál
- üvegbot

Leírás

A grafitelektródokat az izzó közbeiktatásával csatlakoztassa 4,5 V-os zsebtelephez!
Szórjon kevés szilárd konyhasót az óraüvegre! „Mártsa” bele a sóba az elektródokat! Figyeljük meg, hogy az izzó nem világít!
Öntsön ezután desztillált vizet a főzőpohárba úgy, hogy az elektródok kb. 1 cm mélyen belemerülhessenek! Mártsa bele az elektródokat a vízbe! Figyeljük meg, hogy az izzó nem világít!
Szórjon ezután fél vegyszeres kanálnyi konyhasót a vízbe, az üvegbottal keverje el! Mártsa bele az elektródokat a vízbe, figyelje meg az izzót! Oldjon újabb adag sót a vízben többször egymás után! Figyelje meg a változást az izzón!

Figyelem!

A vegyszeres kanál kizárólag a szilárd vegyszer adagolására szolgál! Az oldatot az üvegbottal kell keverni! Az elkészített oldatot hagyja meg és használja fel az 5. mérésben!

Feladat

- Magyarázza meg, miért nem világít az izzó, amikor szilárd konyhasóba illetve desztillált vízbe mártottuk! Miért világít, amikor a konyhasót feloldottuk? Mi a magyarázata annak, hogy az izzó fényessége változik? A magyarázat során térjen ki az anyagszerkezeti részletekre is!
- Mi történne, ha cukrot oldanánk a vízben?
- Soroljon fel még legalább három anyagot, amivel a konyhasót helyettesíteni lehet!

23. Az ionsúrlódási jelenség bemutatása

A kísérlet célja

Az ionsúrlódási jelenség bemutatása, a Lorentz-erő irányának bemutatására egy érdekes példán.

Szükséges anyagok, eszközök

- kristályosító csésze vagy Petri-csésze
- hengerpalást alakúra hajlított rézlemez, mint elektród
- szénelektród
- tápegység

- röpzsinórok
- korong alakú mágnes
- parafareszelék
- réz-szulfát-oldat (rézgálic-oldat; $CuSO_4$-oldat)

Leírás

Tegyük a hajlított rézlemezt az üvegedénybe! Öntsünk réz-szulfát-oldatot a tálba és állítsuk bele a szénelektródot! Helyezzük a mágnest az üvegtál alá!

Kapcsoljunk a réz- és a szénelektródra 12 V-os egyenfeszültséget (ehhez a tápegység 3 db 4 V-os kimenetét kell sorba kötni)! Figyeljük meg, hogy az egymásra merőleges mágneses és elektromos tér hatására az ionok mozgásának következtében az egész oldat forgásba jön! Ezt jól láthatóvá tehetjük, ha a folyadék felszínére kevés(!) parafareszeléket szórunk.
Végezze el úgy is a kísérletet, hogy megfordítva a mágnest, felcseréli annak pólusait! Mi változott? Végezze el úgy is a kísérletet, hogy a tápegység pólusait felcserélve megfordítja az áramirányt! Mi változott?

Figyelem!

A kísérlet elvégzése után a réz-szulfát-oldatot öntse vissza az edénybe figyelve arra, hogy parafa darab nem kerüljön bele. Az edényt öblítse el!