Kísérletgyűjtemény

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

HŐTAN 5
1) Vékony fémpálca hőtágulásának szemléltetése fénymutató használatával 5
2) Görgőn nyugvó vasrúd hőtágulásának kimutatása 5
3) Bimetall-szalag melegítése és „tűzjelző modell” készítése 6
4) Folyadékok hőtágulásának bemutatása 8
5) Gázok hőtágulása 8
6) Az ún. Hérón-labda kísérlet bemutatása 9
7) Gay-Lussac I. törvényének igazolása 10
8) Olvadó jég és forrásban levő víz hőmérsékletének mérése 12
9) Párolgó folyadék hőmérsékletének mérése 13
10) A forráspont nyomásfüggésének bemutatása 13
11) Jég olvadáspontjának csökkentése 14
12) Víz fajhőjének közelítő meghatározása 15
13) Kísérletek a hővezetés szemléltetésére 16
a) A hővezetés jelensége 16
b) A hővezetés anyagfüggése 17
c) Papír meggyújtása rézhengeren 17
14) Kísérletek a hőáramlás szemléltetésére 18
a) Hőáramlás lombikban 18
b) Hőáramlás kémcsőben 19
c) Hőáramlás levegőben 19
d) Papírkígyó 19
15) Kálium-permanganát diffúziója vízben 20
16) „A vegyész virágoskertje” 21
Mágnesesség 22
17) Permanens mágnes terének vizsgálata 22
a) Permanens (rúd)mágnes terének vizsgálata iránytűvel 22
b) Permanens (rúd)mágnes terének vizsgálata plexis fém-rudacska sokasággal 22
c) Mágneses erővonalak szemléltetése vasreszelékkel rúd- és patkómágnes esetén 23
18) Mágnes „kettétörése” 23
19) Felmágnesezés, mágnesség elvesztése 24
20) Mágneses megosztás 25
21) Áramjárta tekercs (külső) mágneses terének vizsgálata kis mágnestűvel, mint mérődipóllal 26
22) A fénytörés és a fényvisszaverődés együttes bemutatása, teljes visszaverődés 27

23) A síktükör leképezési törvényének demonstrálása ... 28
24) Homorú tükör képalkotásának bemutatása ... 29
25) Domború tükör képalkotásának bemutatása ... 30
26) Fordított állású kép üveghengerbe töltött vízzel ... 31
27) Réselhajlási jelenség bemutatása ... 32
28) Drótszál (vagy tű) elhajlási képének bemutatása ... 33
29) Keresztrácson elhajló fény interferenciaképének bemutatása ... 34
30) Egy speciális reflexiós rács (CD) "rácsállandójának" meghatározása lézerfény elhajlási képéből ... 35
31) Folytonos színkép vetítés egyszerű prizmával ... 37
32) Folytonos színkép vetítés egyeneslátású prizmával ... 38
33) A folytonos spektrum színeinek egyesítése ... 40
34) Higanygőz és nátriumgőz lámpa spektrumának kivetítése egyeneslátású prizmával, egyszerű lencsével ... 41
35) A higanygőz lámpa spektrumának kivetítése kvarc prizmával és kvarc lencsével ... 42
36) Káliumpermanganát oldat abszorpciós színképének vetítése ... 44
37) Polárszűrők használata, rezgési síkjuk megállapítása ... 46
38) Interferencia jelenség létrehozása párhuzamos poláros fénynyalábbal ... 47
a) Kettőstörő lemez színeinek kivetítése ... 47
b) Feszültségoptikai alapjelenségek ... 48
39) CD-spektroszkóp készítése ... 49
Számítógépes mérések ... 51
40) Tracker program modellezés funkciójának használata közegellenállással csillapított rezgés esetén ... 51
41) Mérések LabCamera program segítségével ... 52
a) Lejtőn mozgás ... 53
b) Rezgő test mozgásának elemzése ... 54
42) Mérések Audacity számítógépes akusztikus mérőprogram segítségével ... 55
a) Az emberi hang, a hangvilla és síp hangjának elemzése ... 55
b) Hang állóhullámok, hangsebesség mérése ... 57
Alkalmazások (házi és modell kísérletek) ... 57
43) Modellkísérlet az égbolt kék színére, polározottságára és naplemente vörös színére ... 57
44) Mikroszkóp modell ... 59
45) Galilei és Kepler távcsőmodell. ... 60
46) A nehézségi gyorsulás meghatározása mobiltelefonnal ... 61
47) Gyorsulásérzékelő szenzor helyének meghatározása ... 62
48) Légpárnás jármű CD-ből, kupakból, lufiból ... 63
49) Magnus-effektus hurkapálcára rögzített hengerrel és magnus-sikló készítése ... 64

50) Bűvészkedés a tehetetlenség törvénye segítségével 66
51) Goethe barométer (hőmérő) házilag 66
52) Szívószál-lebegtetés és vízsugár eltérítése elektrosztatikával 67

HŐTAN

1) Vékony fémpálca hőtágulásának szemléltetése fénymutató használatával

A kísérlet célja

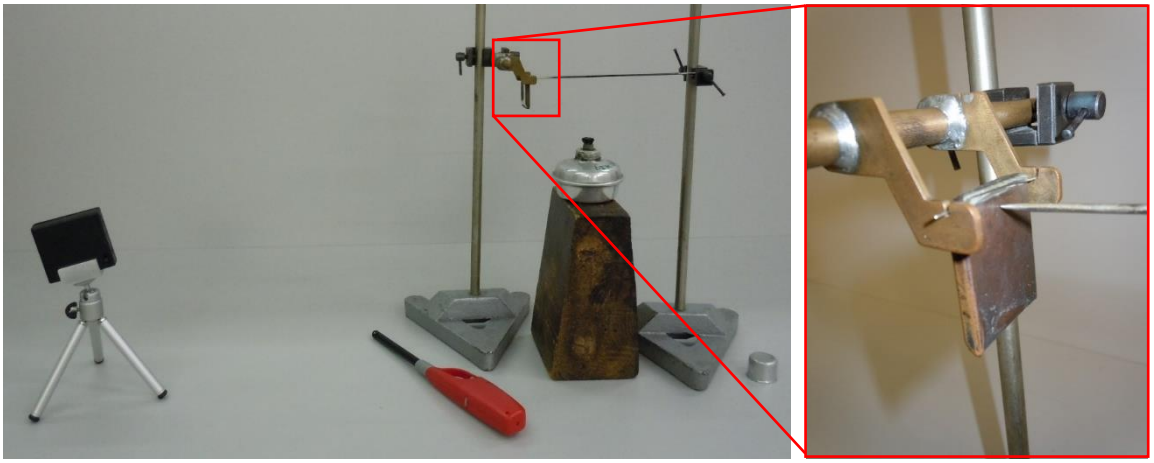
Szilárd test hőtágulásának bemutatása, a hosszváltozás érzékelhetővé tétele

Szükséges anyagok, eszközök

- 2 db Bunsen-állvány + dió
- hosszú, vékony fémpálca (pl. kötőtű vagy kerékpárküllő)
- megfelelően felfüggesztett, elfordulni képes tükör
- borszeszégő, gázgyújtó
- lézermutató állványon

Leírás

A fémpácát a dióba befogva rögzítsük a Bunsen-állványhoz úgy, hogy a vége éppen hozzáérjen a felfüggesztett tükörhöz! (A jelenség annál látványosabb, minél közelebb ér a fémpálca a tükör felső tengelyéhez.)
Világítsuk meg a tükröt lézer-mutatóval, és a visszaverődő fénypontot irányítsuk a 2-3 méterre lévő falra. Jelöljük meg a fényfolt helyét!
Melegítsük a pálcát Bunsen-égővel vagy borszeszégővel, a lángot mozgatva, hogy az egész pálca melegedjen! (A képen látható barna fakockát, melyen a borszeszégő van nem szükséges használni, az égőt kézbe fogva is melegíthetjük!)
Figyeljük meg a visszaverődött fénypont helyének változását!



2) Görgőn nyugvó vasrúd hőtágulásának kimutatása

A kísérlet célja

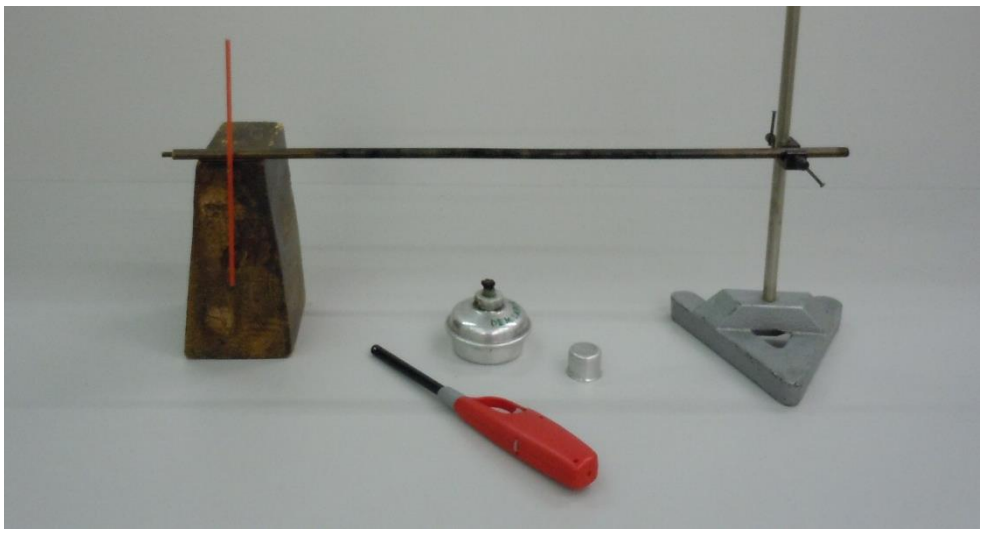
Szilárd test hőtágulásának bemutatása, a hosszváltozás érzékelhetővé tétele

Szükséges anyagok, eszközök

- Bunsen-állvány + dió
- hosszú vasrúd (pl. Bunsen-állvány vasrúdja)
- borszeszégő, gázgyújtó
- szívószál tűvel átszúrva
- fakocka

Leírás

A vasrudat fogjuk be egyik végénél a Bunsen-állványba, másik végét támasszuk fel egy fakockára. A vasrúd alá a fakockára tűvel átszúrt szívószál tűjének hegyes végét helyezzük úgy, hogy a tű tengelye merőleges a vasrúd tengelyére. Így a tű görgőként szolgál.
A tűre szúrt szívószál jelzi a kötőtű elfordulását.
Melegítsük meg a vasrudat Bunsen-égővel vagy borszeszégővel, a lángot mozgatva, hogy az egész rúd melegedjen!
Figyeljük meg a szívószál-mutató elfordulását!



3) Bimetall-szalag melegítése és „tűzjelző modell” készítése

A kísérlet célja

Szilárd test hőtágulási együtthatója anyagfüggésének bemutatása, a jelenség alkalmazásának modellezése.

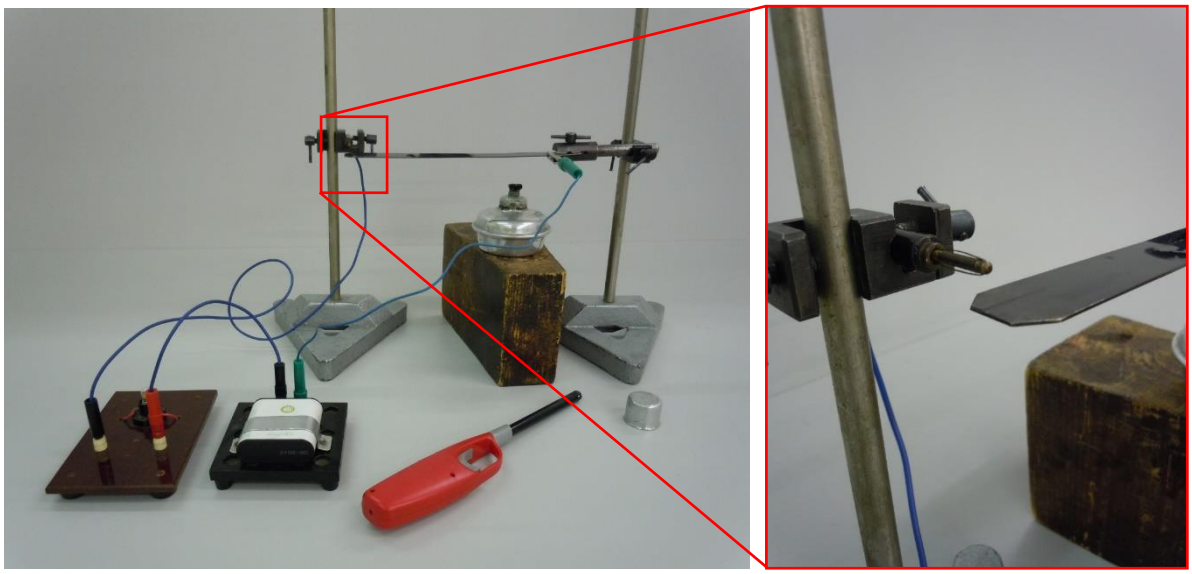
Szükséges anyagok, eszközök

- bimetall-szalag
- borszeszégő, gázgyújtó
- Bunsen-állvány + dió
- zsebtelep
- izzó, foglalatban
- röpzsinórok, 3 db
- krokodilcsipesz

Leírás

1. A bimetall-szalag két különböző anyagi minőségű fém egymáshoz szegecselésével hozható létre.
Mozgassuk a bimetall-szalagot Bunsen-égő (vagy borszeszégő) lángjában úgy, hogy az egész szalag átmelegedjen. Figyeljük meg, ahogy a szalag meghajlik! (A képen látható fakocka itt is csak illusztráció, nem kell használni.)

2. Rögzítsük Bunsen-állványba a bimetálszalagot, végeihez csatlakoztassunk röpzsinórok segítségével zsebtelepet és izzót. A bimetall-szalag szabad végétől kb. 2-3 mm távolságban rögzítsük az egyik banándugót abban az irányban, amerre a bimetálszalag elhajlását várjuk. Melegítsük egyenletesen lánggal a bimetálszalagot, és figyeljük meg, hogy megfelelő hőmérsékleten annyira meghajlik, hogy záródik az áramkör és az izzó kigyullad. Így a tűzjelzők egy fajtájának egyszerű modelljét hoztuk létre.



Érdekes elméleti kérdések

- Adjon anyagszerkezeti magyarázatot a szilárd testek hőtágulására!
- Miért szükséges fénymutató / görgő / nagy áttételű mechanikus mutató a szilárd testek hőtágulásának bemutatásához?

Értelmezés

A hőmérséklet növekedésével a szilárd anyagot alkotó atomok átlagos távolsága nő, ezáltal a testek térfogata megnő. Megjegyezzük, hogy vannak olyan anyagok, melyek nem így viselkednek (pl. damil, gumi).

4) Folyadékok hőtágulásának bemutatása

A kísérlet célja

Folyadék hőtágulásának bemutatása, láthatóvá tétele.

Szükséges anyagok, eszközök

- 1000 cm^3-es lombik
- átfúrt dugó a lombikban, benne kis üvegcső
- festett folyadék (pl. metilénkékkel színezett víz)
- befőttesgumi vagy alkoholos filctoll
- nagyobb főzőpohár (vagy fém fazék), amibe a lombik teljesen belefér
- meleg (forró) víz

Leírás

A lombikot töltsük meg színültig a festett vízzel, majd nyomjuk bele a dugót, amelyben kis üvegcső van. A festett víz az üvegcsőbe is benyomul kissé. Jelöljük meg a folyadék szintjét befőttesgumival, vagy alkoholos filctollal!
Mártsuk meleg (forró) vízbe a lombikot úgy, hogy teljesen elmerüljön a meleg vízben!
Figyeljük meg a színezett folyadék szintjének változását a kis üvegcsőben: előbb kissé süllyed majd jelentősen megemelkedik.

Érdekes elméleti kérdések:

- Adjon teljeskörű magyarázatot a folyadékszint viselkedésére (előbb süllyed, majd emelkedik)!

Értelmezés

Először az üvegedény hőmérséklete növekszik, megnő az edény térfogata. A folyadék csak később kezd melegedni, ezért csökken a folyadékszint. A víz hőtágulási együtthatója nagyobb, így hosszú távon nő a folyadékszint.

5) Gázok hőtágulása

A kísérlet célja

Gázok hőtágulásának bemutatása, a térfogatváltozás mértékének érzékeltetése.

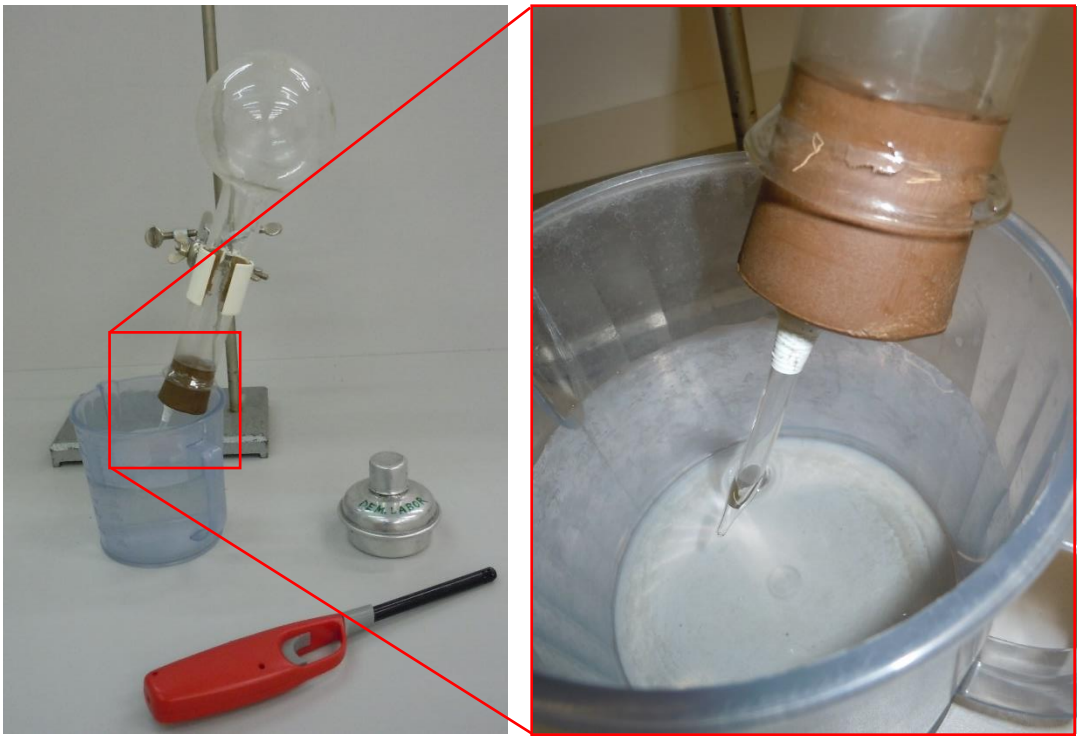
Szükséges anyagok, eszközök

- 500 cm^3-es gömblombik
- átfúrt dugó, benne kis üvegcső
- borszeszégő, gázgyújtó
- főzőpohár, benne víz

Leírás

Zárjuk le az átfúrt dugóval az üres lombikot, és a cső végét fordítsuk a főzőpohárban levő vízbe! Kezünkkel melegítsük a lombikot! Figyeljük meg a buborékokat a cső végénél!

Melegítsük ezután a lombikot óvatosan borszeszégővel! Figyeljük meg mi változik a borszeszégővel történő melegítés hatására!



Értelmezés

Gázok térfogata is megnő a hőmérsékletnövekedés hatására. Érdemes észrevenni, hogy itt kisebb hőmérsékletváltozás hatására nagyobb a térfogat megnövekedése, a szilárd és folyékony halmazállapotú anyagok térfogatnövekedéséhez képest.

6) Az ún. Hérón-labda kísérlet bemutatása

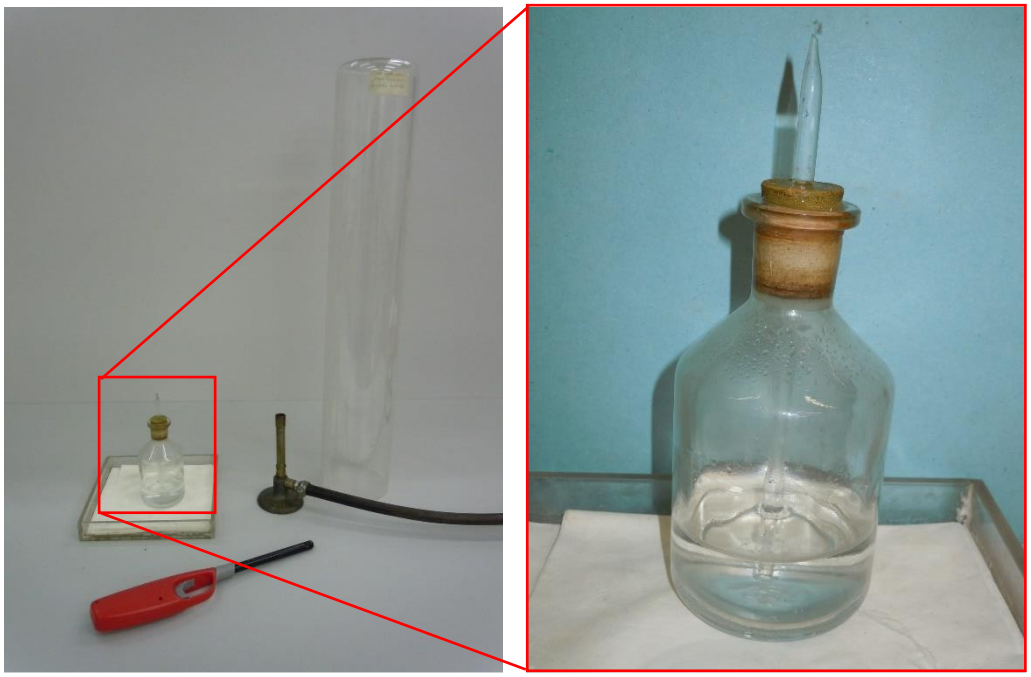
Szükséges anyagok, eszközök

- kisméretű gömblombik
- átfúrt dugó, benne hosszú, elvékonyított végű üvegcső
- itatóspapír
- tálca
- egyenes peremű, nagy átmérőjű üveghenger
- Bunsen-égő vagy borszeszégő

Leírás

Töltsük meg a kis gömblombikot kb. harmadáig festett vízzel, és zárjuk le egy átfúrt dugóval! A dugón átszúrt üvegbotot úgy állítsuk be, hogy belelógjon a folyadékba, és a vége a lombik aljától pár mm-re legyen! Az így elkészített eszköz a Hérón-labda.
Helyezzünk itatóspapírokat egy tálcára és vízzel alaposan áztassuk át őket! Állítsuk az itatóspapírokra a Hérón-labdát!
Az üveghengert szájával lefelé fordítva tartsuk kis ideig Bunsen-égő lángja fölé úgy, hogy csak a benne levő levegő melegedjen, a henger fala ne! (A Bunsen-égőt ehhez félig zárt szellőzőlyukkal működtessük.) A melegítés befejezése után egyből borítsuk le vele a Hérón-labdát, ügyelve arra, hogy a henger szája légmentesen zárjon az itatóspapíron!
Figyeljük meg, hogy a színezett folyadék szökőkútszerűen kispriccel a Hérón-labdából!

Vigyázat!
A nagy üveghenger törékeny! Óvatosan kell kezelni!



Érdekes elméleti kérdések:

- Adjon magyarázatot a folyadék kispriccelésére a Hérón-labdából! Magyarázza meg a folyamatban az egyes lépések szerepét, a végbemenő változásokat!
- Miért fontos, hogy a Hérón-labdás kísérletben hideg maradjon az üveghenger (tehát, hogy azt se a kezünkkel fogdosva, se a gázlánggal ne melegítsük fel)?

Értelmezés

A nagy üveghengerben felmelegszik a levegő. Ráborítva a labdára az üveghengerben lévő levegő hűlni kezd. Mivel az üveghenger légmentesen zár, így a benne lévő levegő nyomása csökken. A Hérón-labdában lévő nagyobb nyomás kinyomja a vizet.

7) Gay-Lussac I. törvényének igazolása

Szükséges anyagok, eszközök

- 500 cm^3-es gömblombik, benne átfúrt dugó vékony csővel (A lombikba bezárt levegő pontos térfogata: 680,0 cm^3)
- 3 db Bunsen-állvány
- 3 db dió
- lombikfogó
- nagyméretű fémedény vízfürdőnek
- hőmérő
- méterrúdra rögzített színtelen, átlátszó gumicső (hossza: 136 cm, belső átmérője 3 mm)
- festett folyadék (pl. metilénkékkel színezett víz)
- cseppentő
- műanyag csőrös pohár

Leírás

Egy fémedénybe töltsünk meleg vizet a csapból!
Rögzítsük az üres lombikot a Bunsen-állványhoz és merítsük a vízfürdőbe! Zárjuk le az átfúrt dugóval!
Helyezzük a méterrudat a Bunsen-állványra rögzített diókra! A gumicső nyitott vége bal oldalon legyen. Másik végét csatlakoztassuk a lombikhoz a dugóból kiálló vékony üvegcsőhöz!
Várjunk pár percet, míg a lombikban lévő levegő átveszi a vízfürdő hőmérsékletét!
Cseppentsünk egy csepp színezett vizet a gumicső nyitott végébe, hogy a kis festékcsepp teljesen lezárja a cső nyílását! Így egy „könnyen mozgó dugattyú”-t kaptunk, mely a kísérlet során biztosítja a gumicsőben és a lombikban lévő levegő állandó nyomását.
Mérjük meg a vízfürdő hőmérsékletét!

Feladat:

- Öntsön a vízfürdőhöz kb. 1-2 dl hideg vizet! Keverje össze a vizet és mérje meg a hőmérsékletét! Figyelje meg, hogy a színezett csepp elmozdult a csőben. Mérje meg a színezett csepp cső végétől számított távolságát!
- Mérjen legalább 5 összetartozó hőmérséklet-elmozdulás adatpárt, ügyelve arra, hogy egy-egy lépésben legfeljebb 2-3 °C-kal hűljön a víz (s így a bezárt levegő) hőmérséklete.
- Figyelembe véve a lombik pontos térfogatát és a gumicső térfogatát, határozza meg a bezárt levegő térfogatát az egyes hőmérsékleteken!
- Az összetartozó hőmérséklet és térfogat- értékeket foglalja táblázatba, ábrázolja grafikonon és számítsa ki hányadosukat (V_i/T_i)!
- Elemezze az adatokat, és értékelje az eredményeket! Vesse össze őket Gay-Lussac I. törvényével és az elméleti várakozásokkal!
- Végezzen becslést az abszolút nulla hőmérsékletre!

Értelmezés

Állandó nyomás és anyagmennyiség mellett a Kelvinben mért hőmérséklet és a térfogat között egyenes arányosság áll fenn.

8) Olvadó jég és forrásban levő víz hőmérsékletének mérése

A kísérlet célja

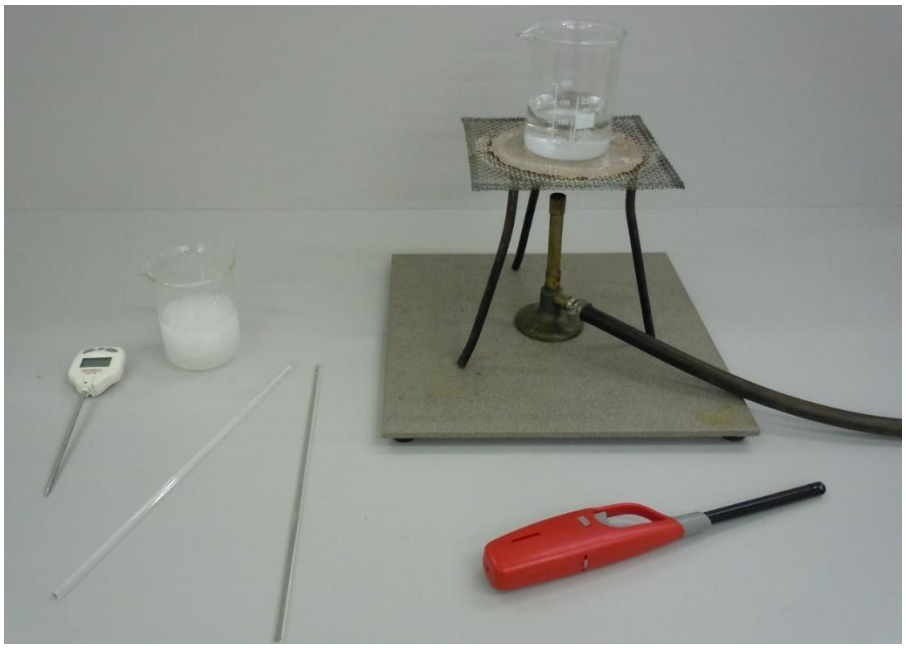
Annak bemutatása, hogy a halmazállapot-változások adott nyomáson mindig ugyanazon a hőmérsékleten játszódnak le.

Szükséges anyagok, eszközök

- 2 db 250 cm^3-es főzőpohár
- 2 db üvegbot
- hőmérő
- vasháromláb, agyagos drótháló
- Bunsen-égő, gázgyújtó
- hőálló kőlap
- jég (ennek aprításához kalapács, rongy, deszka)
- víz

Leírás

Törjük apró darabokra jeget kalapáccsal, rongyba csavarva. Szórjuk a jégkristályokat az egyik főzőpohárba! Megfelelő időközönként mérjük meg és jegyezzük fel a jég hőmérsékletét!
A másik főzőpohárba öntsünk meleg vizet! A hőálló kőlapra helyezzük rá a vasháromlábat és az agyagos drótházat, és ezen melegítsük a vizet óvatosan Bunsen-égő lángjával forrásig! Megfelelő időközönként mérjük meg és jegyezzük fel a hőmérsékletét!
Megjegyzés: a víz forrásig való melegítése hosszú időt vesz igénybe.
Figyelem! Tilos a hőmérővel a jeget vagy a vizet kevergetni! A hőmérőt használat során végig kézben kell tartani, tilos a melegített főzőpohár aljához érintve letámasztani!



Érdekes elméleti kérdések

- Magyarázza az olvadás és forrás közben a víz hőmérsékletével kapcsolatban tapasztaltakat!
- A mért adatok és előzetes ismeretei alapján készítsen grafikont, melyen a melegített víz (jég-víz-gőz) hőmérsékletét ábrázolja a befeketetett hő függvényében! Gondolatban

induljon ki -20 °C hőmérsékletű jégből és 120 °C hőmérsékletű gőzállapotig készítse el a grafikont!

- Elemezze a grafikont! Milyen szakaszok különíthetők el? Mit állíthatunk az egyes szakaszok egymáshoz viszonyított hosszúságáról és az egyenesek egymáshoz viszonyított meredekségéről?

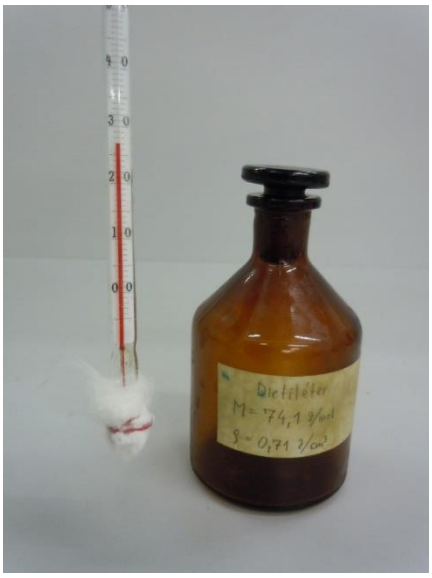
Értelmezés

Halmazállapot változáskor a hőmérséklet nem növekszik. Ilyenkor a betáplált hő a kötés felszakítására fordítódik.

9) Párolgó folyadék hőmérsékletének mérése

A kísérlet célja

A párolgás endoterm voltának szemléltetése.



Szükséges anyagok, eszközök

- hőmérő (lehetőleg folyadékos, de digitális is megfelelő)
- vatta
- kis átmérőjű befőttesgumi
- éter

Leírás

A vattát mártsuk éterbe, és befőttesgumi segítségével rögzítsük a hőmérő folyadékzsákjához! Lengessük meg kissé a hőmérő alját! Megfelelő időközönként mérjük meg és jegyezzük fel a hőmérsékletet!

Érdekes elméleti kérdések

- Adja meg az endoterm folyamat fogalmát! Foglalja össze az endoterm folyamatok jellemzőit!
- Adjon anyagszerkezeti magyarázatot a párolgás endoterm mivoltára!
- Mely halmazállapot-változások endotermek, melyek exotermek? Szemléltesse egy-egy példával is!
- Miért szükséges lengetni a hőmérő alját?
- Milyen egyéb folyadékkal lehet még elvégezni a kísérletet?

Értelmezés

A párolgás során a folyadék hőt von el a környezetétől. Ez a jelenség játszódik le izzadáskor is.

10) A forráspont nyomásfüggésének bemutatása

A kísérlet célja

Annak bemutatása, hogy a víz forráspontja alacsonyabb nyomáson kisebb.

Szükséges anyagok, eszközök

- injekciós fecskendő
- víz

Leírás

Az injekciós fecskendőbe szívjunk kb. negyedrészig vizet! Fogjuk be a fecskendő nyílását ujjunkkal, majd hirtelen mozdulattal húzzuk meg a dugattyút!
Figyeljük meg, hogy buborékok szállnak fel a vízből.

Érdekes elméleti kérdések

- Bizonyos-e, hogy a buborékok megjelenése a víz forrását jelenti? Milyen egyéb magyarázatot adhatunk még a jelenségre? Hogyan lehetne ezt ellenőrizni?

Értelmezés

A forrás azon a hőmérsékleten indul el mikor a telített gőznyomás egyenlő lesz a külső nyomással. Ha csökkentjük a külső nyomást, akkor a hőmérséklet növelése nélkül is forralhatunk folyadékokat.

11)Jég olvadáspontjának csökkentése

A kísérlet célja

Az olvadáspont-csökkenés jelenségének bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- 250 cm^3-es főzőpohár
- vegyszereskanál
- keverőbot vagy kanál
- hőmérő
- jég (ennek aprításához kalapács, rongy, deszka)
- nátrium-klorid (konyhasó)

Leírás

A jeget törjük össze kis darabokra, és töltsük meg vele félig a főzőpoharat!
Ellenőrizzük, hogy kialakult-e jég-víz keverék egyensúlyi 0 °C hőmérséklete!
Keverjünk a jéghez kis adag (pl. kanálhegynyi) konyhasót (nátrium-klorid, NaCl) és keverjük össze! Mérjük meg a hőmérsékletét!
Ismételjük meg többször a só jéghez keverését és a hőmérséklet mérését! Ügyeljünk rá, hogy lehetőleg mindig egyforma mennyiségű sót juttassunk a keverékbe!
Figyeljük meg, hogy a jég egyre nagyobb mértékben megolvad és a jég-víz elegy hőmérséklete 0 °C alá süllyed!
Ha a konyhasót valóban egyforma adagokban kevertük a jéghez, megfigyelhetjük, hogy az olvadáspont-csökkenés arányos a hozzáadott só mennyiségével.

Kérdések:

- Milyen alkalmazásai vannak a fenti jelenségnek a gyakorlati életben? Milyen korlátai vannak a módszernek?

Értelmezés

A só-víz keverék olvadáspontja alacsonyabb, mint a vízé.

12) Víz fajhőjének közelítő meghatározása

A kísérlet célja

Egy anyagi állandó (víz fajhője) értékének közelítő meghatározása egyszerű eszközökkel.

Szükséges anyagok, eszközök

- vízforraló
- elektromos energia fogyasztását mérő eszköz (megtalálható a 7. mérés eszközei között)
- stopper
- mérőpohár
- hőmérő
- csapvíz

Leírás

Mérjünk ki mérőpohárral pontosan 1 dm^3 csapvizet, és töltsük bele a vízforralóba! Mérjük meg a kezdeti vízhőmérsékletet!
A vízforralót az elektromos fogyasztásmérőn keresztül csatlakoztassuk a hálózati dugaljba! A fogyasztásmérőn válasszuk ki az energiafogyasztásmérő funkciót!
Kapcsoljuk be a vízforralót, várjunk, amíg a víz elkezd forrni, és ebben a pillanatban kézzel kapcsoljuk ki a vízforralót! (Azaz ne várjuk meg, míg magától kikapcsol.)
A fogyasztásmérőről olvassuk le a felhasznált energia nagyságát! (Az eszköz kWh óra egységekben jelzi ki!)

Feladatok

- A mért adatokból számítsuk ki a víz fajhőjét!

Érdekes elméleti kérdések

- Milyen feltételezéseket, elhanyagolásokat tartalmaz a módszer a víz fajhőjének meghatározására? Mennyire jogosak ezek a feltételezések és elhanyagolások?

- Hasonlítsa össze a víz fajhőjének értékét más folyadékok fajhőjével! Adjon magyarázatot az eltérésre! Milyen jelenségek értelmezhetők ez alapján?
- A felhasznált energiát emelési munkára fordítva milyen magasra lehetne emelni ugyanekkora mennyiségű vizet?

13) Kísérletek a hővezetés szemléltetésére

A kísérlet célja

Egyszerű kísérletek bemutatása a hővezetés jelenségének szemléltetésére.

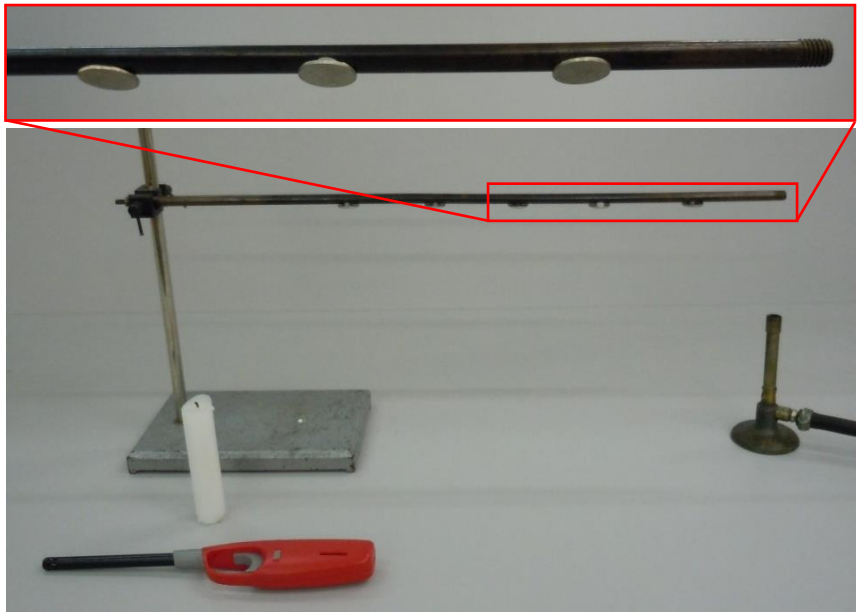
a) A hővezetés jelensége

Szükséges anyagok, eszközök

- Bunsen-állvány, dió
- rézrúd (kb. 0,5 m hosszúságú)
- 2 Ft-os pénzérmék (5 db)
- gyertya
- Bunsen-égő, gázgyújtó

Leírás

Egy rézrudat végénél befogva rögzítsük Bunsen-állványhoz!
A gyertyát gyújtsuk meg, és cseppentsünk egy-egy csepp paraffint a másik kezünkben tartott 5 Ft-os érmére, majd az érmét egyből tapasszuk fel a rézrúd aljára! Helyezzük el így az érméket a rúd szabad végénél kezdve, egymástól kb. 5 cm távolságra!
Melegítsük Bunsen-égő lángjával a rézrúd szabad végét!
Figyeljük meg, hogy pár percnyi melegítés során a pénzérmék szép sorban leesnek a rúdról.



b) A hővezetés anyagfüggése

Szükséges anyagok, eszközök

- üvegbot
- alumíniumpálca, melynek vastagsága és hossza megegyezik az üvegbotéval
- Bunsen-égő, gázgyújtó

Leírás

Gyújtsuk meg a Bunsen-égőt!
Fogjuk egyik kezünkbe az üvegbotot, másikba a fémrudat, és tartsuk mindkettő végét egyszerre a lángba!
Figyeljük meg, hogy a fémrúd hamar átmelegszik, az üvegbot vége azonban nem. Ha a fémrúdnál megérezzük, hogy elkezd melegedni, akkor tegyük le az asztalra. Vigyázzunk, hogy véletlenül se érjünk a lángba tartott végéhez!

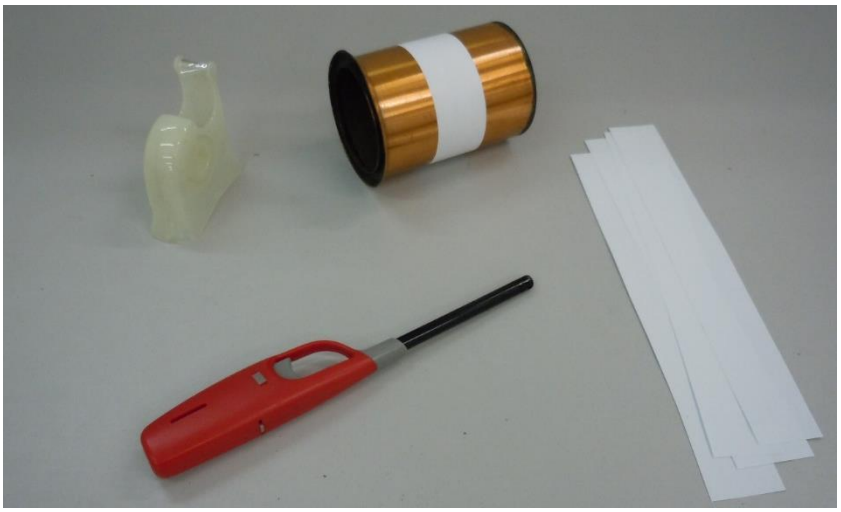
c) Papír meggyújtása rézhengeren

Szükséges anyagok, eszközök

- rézhenger
- papírcsíkok
- ragasztószalag
- gázgyújtó

Leírás

A papírból vágjunk akkora darabot, hogy egy rétegben körbe tudjuk vele tekerni a rézcső egy darabját! Szorosan a csőhöz illesztve rögzítsük a papírt a ragasztószalaggal!
Gyújtsuk meg a gázgyújtót és tartsuk a lángba a papírt!
Figyeljük meg, hogy a papír nem, vagy csak hosszú idő után gyullad meg!



Érdekes elméleti kérdések

- Adjon anyagszerkezeti magyarázatot a hővezetés jelenségére!

- Mi az anyagszerkezeti magyarázata a különböző anyagok eltérő hővezetőképességének?
- Korábbi ismeretei és a fenti kísérletek tapasztalatai alapján foglalja össze, miért használunk (használhatunk) olyan kifejezéseket, mintha a hő egy olyan anyag lenne, mely kitölti a testeket? Hogyan kell helyesen használnunk a hő fogalmát?
- Mi a Davy-lámpa? Ismertesse előnyeit és működési elvét!

Értelmezés

A rézhenger jó hővezető, így elvezeti a gázgyújtó által közölt hőt, így a papír hőmérséklete nem tudja elérni a begyulladási hőmérsékletet.

14) Kísérletek a hőáramlás szemléltetésére

A kísérlet célja

Egyszerű kísérletek bemutatása a hőáramlás jelenségének szemléltetésére.

a) Hőáramlás lombikban

Szükséges anyagok, eszközök

- Bunsen-állvány, dió, lombikfogó
- 1000 cm^3-es gömblombik
- borszeszégő, gázgyújtó
- víz
- kálium-permanganát ($KMnO_4$)

Leírás

Öntsünk egy kb. 1000 cm^3-es gömblombikba vizet és a lombikot lombikfogó segítségével rögzítsük Bunsen-állványra!
Várjunk pár percet, míg a víz áramlásai megszűnnek, az esetlegesen jelen lévő gázbuborékok távoznak!
Szórjunk néhány nagyobb darab kálium-permanganát ($KMnO_4$) kristályt a lombikba úgy, hogy az minél gyorsabban lesüllyedjen az aljára!
Melegítsük a lombikot alulról, ahol a kristály van!
Figyeljük meg, hogy eleinte csak a kristály környezetében színeződik el a víz, majd áramlás indul és a lombik teljes tartalma színessé válik!

b) Hőáramlás kémcsőben

Szükséges anyagok, eszközök

- ledugaszolt kémcső, megtöltve benzinnel, alján alumíniumpor-szemcsék

Leírás

A ledugaszolt kémcsőben benzin található, alján alumíniumpor-szemcsék.
A kémcsövet kémcsőfogóval megfogva érintsük tenyerünket a kémcső aljához, ahol az alumíniumpor-szemcsék vannak! Figyeljük meg, hogy áramlás indul és a szemcsék mozogni kezdenek a kémcsőben!

c) Hőáramlás levegőben

Szükséges anyagok, eszközök

- kb. 4 cm átmérőjű műanyaghenger
- gyertya

Leírás

Gyújtsuk meg a gyertyát és húzzuk rá a műanyag hengert, alját az asztalra nyomva! Figyeljük meg, hogy a gyertya lángja egy idő után elalszik!
Gyújtsuk meg újra a gyertyát, húzzuk rá a hengert, de most úgy, hogy egy-két cm-nyivel az asztal felett tartjuk! Figyeljük meg, hogy a gyertya most hosszabb ideig folytatja égését!
Figyelem! A műanyag henger gyertyára húzását mindkét esetben óvatosan végezzük, hogy ne olvasszuk vagy égessük meg a hengert!

d) Papírkígyó

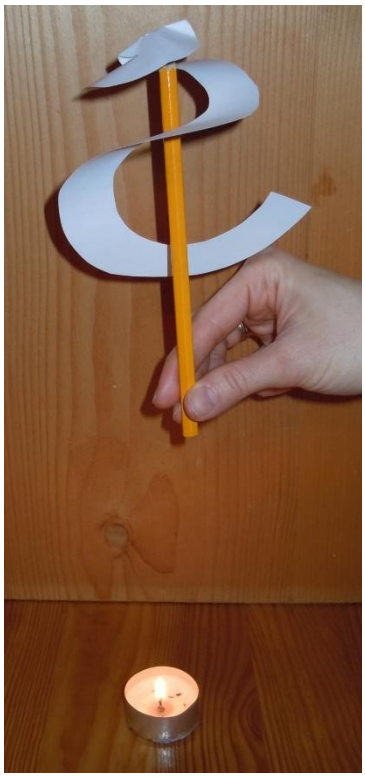
Szükséges anyagok, eszközök

- papír
- olló
- ceruza
- mécses

Leírás

Rajzoljunk legalább 5-6 menetből álló spirálvonalat a papírra! Vágjuk végig a papírt a vonal mentén, így egy feltekeredett papírkígyót kapunk. Közepét kissé meghajtva, óvatosan helyezzük ezt fel a ceruza hegyére úgy, hogy könnyedén tudjon forogni!

Gyújtsuk meg a mécsest, tartsuk fölé a ceruzát! Figyeljük meg, hogy a papírkígyó forgásba jön!
Látványosabb és biztosabban sikerül a kísérlet, ha nagyobb meleg felület (pl. radiátor) fölé állítjuk a papírkígyót.



Érdekes elméleti kérdések

- Miért alkalmazunk benzint a b) kísérletben? Miért kell kémcsőfogóval fogni a kémcsövet?
- Milyen hatást modellez a c) kísérlet harmadik változata (az üveghenger megemelése)?
- Miért szükséges az ételek tűzhelyen való melegítésekor a főzeléket, tésztát stb. kevergetni, a levest azonban nem? Miért válik hamar egyenletesen meleggé a mikrohullámú sütőből kivett leves vagy tea, míg a főzelék, rizs, tészta, hús stb. nem?

Értelmezés

Hőáramlás során a közeget alkotó részecskék rendezett mozgása valósul meg. A kísérletekben a melegítés hatására az alul lévő (a melegítő testhez közelebb lévő) közeg tágul (sűrűsége csökken), amely ezáltal felemelkedik. Ennek hatásait érzékeljük.

15) Kálium-permanganát diffúziója vízben

Szükséges anyagok, eszközök

- magas mérőhenger (250 cm^3-es)
- szilárd kálium-permanganát ($KMnO_4$) (a Hőtan II. mérésnél található!)
- vegyszereskanál
- szűrőpapír, 5x5 cm-es darabok
- cérna
- hurkapálca
- víz

Leírás

Töltsük meg a mérőhengert majdnem színültig vízzel! Várjunk pár percet, míg a víz áramlása megszűnik, és az esetlegesen jelen lévő gázbuborékok távoznak!
Ezalatt vágjunk kb. 5x5 cm-es négyzetlapot szűrőpapírból! Szórjunk a közepére kanálhegynyi szilárd kálium-permanganátot! A papírt összehajtva és összekötözve készítsünk kis „batyut”, amit a cérnával a hurkapálcához kötünk rövid zsinórral.
Lógassuk be a csomagot a vízbe, a hurkapálcát keresztbe támasztva a mérőhenger tetején!
Figyeljük meg, hogy a csomagból lila csík indul a henger aljára, majd néhány percnyi várakozás után az egész mérőhenger tartalma lila!

Érdekes elméleti kérdések

- Mit nevezünk diffúziónak?

- Milyen halmazállapotú rendszerekben jöhet létre diffúzió?
- Milyen tényezők és hogyan befolyásolják a diffúzió sebességét?
- Soroljon fel példákat a mindennapi, gyakorlati életből diffúzió megvalósulására, alkalmazására!

16)„A vegyész virágoskertje”

A kísérlet célja

Az ozmózis jelenségének szép, látványos bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- Bunsen-állvány, dió, kémcsőfogó
- vastag kémcső
- vízüveg-oldat
- csipesz, vegyszereskanál
- kis kristályok az alábbi anyagokból:
    - vas(III)-klorid ($FeCl_3$)
    - réz(II)-szulfát ($CuSO_4$)

Leírás

A kémcsőbe öntsünk kb. 1/4 részéig vízüvegoldatot! Vízzel hígítsuk az oldatot kb háromszorosára!
Fogjuk be a kémcsövet kémcsőfogó segítségével Bunsen-állványba!
Ejtsünk néhány szem, kis darab (max. borsónyi méretű) vas(III)-klorid illetve réz-szulfát kristályt a folyadékba!
Figyeljük meg, hogy néhány perc múlva színes, ágas-bogas képződmények jönnek létre! Néhány óra múltán igazán szép látvány a „vegyész virágoskertje”. A kémcső megfelelő eszközökkel akár ki is vetíthető.

Érdekes elméleti kérdések

- Mi az ozmózis jelensége?
- Soroljon fel példákat a természetből az ozmózis előfordulására!

Mágnesesség

17) Permanens mágnes terének vizsgálata

A kísérlet célja

Sokszor nehézséget okoz az elektromos és a mágneses mezők elkülönítése. Bár tényleg vannak hasonlóságok a két mező tulajdonságai között, a különbségek nagyon fontosak. A két fogalom tudatos szétválasztása érdekében fontos, hogy a mágneses mező tulajdonságait minél jobban megismerjük.
Megjegyzés: a mágnesek sajnos sok esetben rosszul vannak festve!

Szükséges anyagok, eszközök

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

a) Permanens (rúd)mágnes terének vizsgálata iránytűvel

Leírás

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

Permanens rúdmágnes mezőjének szemléltetése

Feladatok

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

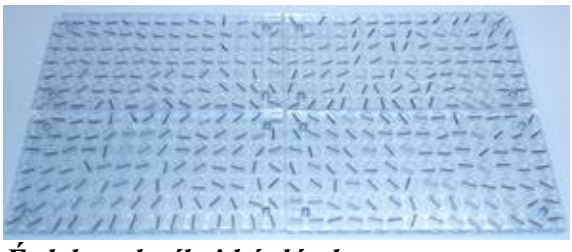
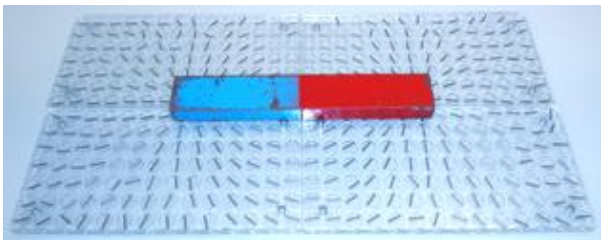
Érdekes elméleti kérdések

- Mit állíthatunk a Föld sarkain létrejövő mágneses pólusokról?

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

Leírás

A mágneses mező finomabb szemléltetésére használhatjuk a plexi lapok belsejében könnyen elmozduló is fém-rudacskák sokaságát. Kellő rázogatás után a kis fém rudak rendezetlenül állnak, ám, ha – kellően erős – rúdmágnest fektetünk rájuk, a kis fém-rudak a külső mezőnek megfelelően – a súrlódás miatt többé-kevésbé – rendeződnek. A rúdmágnes elvétele után vizsgálja meg a mágnes „alatti” mező képét is!

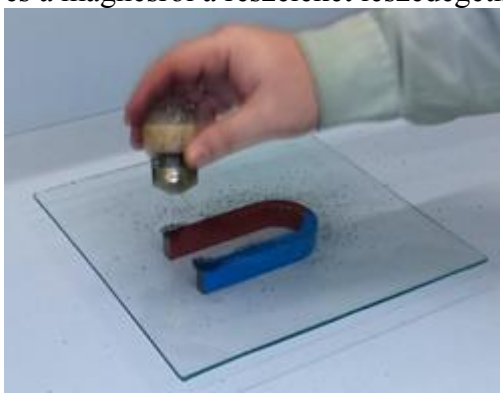
Érdekes elméleti kérdések

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

c) Mágneses erővonalak szemléltetése vasreszelékkel rúd- és patkómágnes esetén

Leírás

Rúd- vagy patkómágnesre helyezett üveglapra egyenletesen szórt, majd kicsit megrázogatott vasreszelék esetén is szépen kirajzolódnak a mágneses mező indukcióvonalai. Az alábbi ábrák mutatnak néhánya alapvető, de érdekes összeállítást – akár egyszerre több mágnessel is.
Megjegyzés: Fontos, hogy a mágnes és a reszelék végig az üveglap különböző oldalán legyenek, különben nehéz és időigényes a mágnesről a reszeléket leszedegetni.



Vasreszelék szórása a mágnesre helyezett üveglapra

Feladatok

- Végezze el a következő 4 összeállítás esetén az indukcióvonalak szemléltetését: rúdmágnes, patkómágnes, két rúdmágnes azonos, valamint ellentétes pólusai egymástól 1-2 cm távolságra.

Értelmezés

A vasreszelék darabkái a mágneses tér hatására kis mágnedipólokká válnak (lásd 20-as kísérlet: mágneses megosztás), így befordulnak a tér irányába és láncokká rendeződnek.

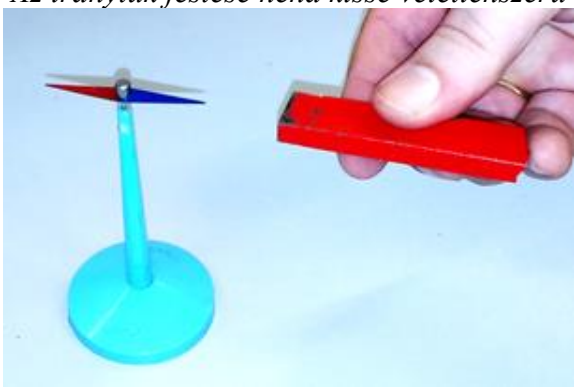
18) Mágnes „kettétörése”

Leírás

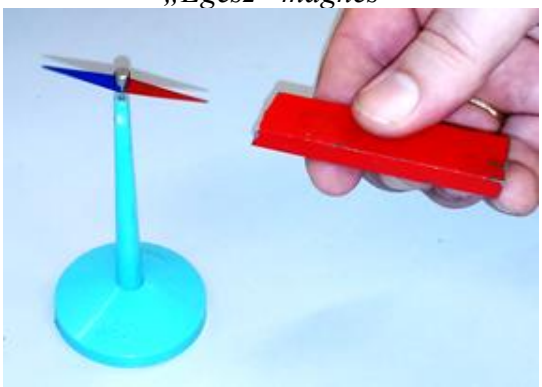
Rúdmágnes kettétörésével a mágneses pólusokat nem lehet szétválasztani, hiszen definíció szerint nem létezik mágneses monopólus. A kettétört mágnes darabjait egyenként közelítse az iránytűhöz, és határozza meg a darabok polarizációját!

Az iránytűk festése néha kissé véletlenszerű

„Egész” mágnes



Az egyenes mágnes „ép” vége



Az egyenes mágnes „törött” vége

Görbe mágnes „törött” vége

Görbe mágnes „ép” vége

19) Felmágnesezés, mágnesség elvesztése

Leírás

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

Felmágnesezett kulcs iránytű közelében

Felmágnesezés előtti, vagy ütögetés utáni kulcs iránytű közelében

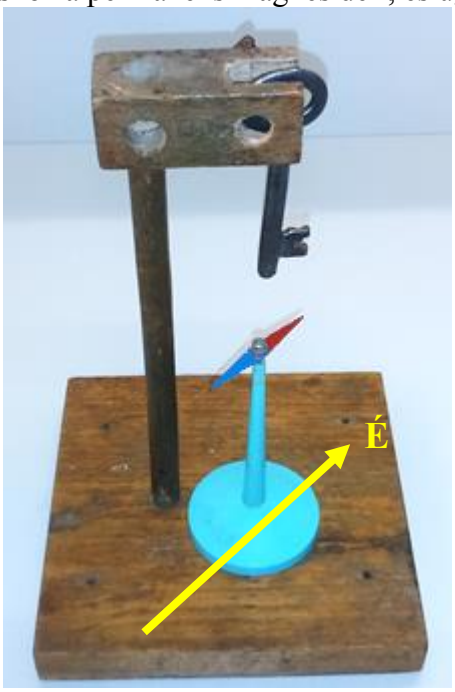
Érdekes elméleti kérdések

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

20) Mágneses megosztás

Leírás

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



Alapállapot

Mágneses megosztás demonstrációja

Értelmezés

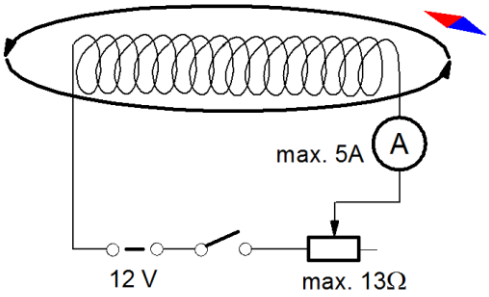
Ferromágneses anyagokat (pl. vas) úgy lehet legegyszerűbben elképzelni, hogy benne elemi (atomi) kis mágnesek vannak. Ezek a kis mágnesek alapesetben rendezetlenül állnak, így összességében nincs hosszú távú mágneses hatásuk. Azonban külső mágneses tér hatására átmenetileg (mágneses megosztás), vagy tartósan (felmágnesezés) rendeződhetnek, így mágneses hatásuk összeadódva jelentőssé válik.

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

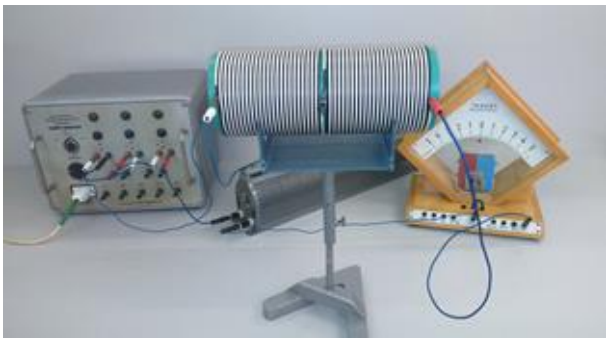
Leírás

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

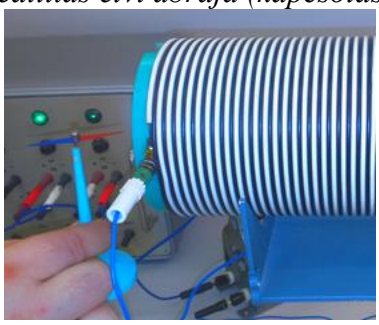
Megjegyzés: A 12 V egyenfeszültséget a tápegység három 4 V-os kimenetének sorba kapcsolásával kapjuk. A 3 A áramerősséget néhány másodpercnél hosszabb ideig ne lépjük túl, az 5 A áramerősséget pedig egyáltalán ne.



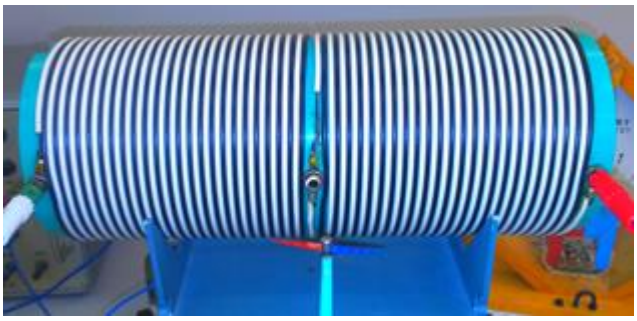
Az összeállítás elvi ábrája (kapcsolási rajza)



A kísérleti összeállítás



Iránytű a tekercs végénél



Iránytű a tekercs oldalában

Feladatok

- Határozza meg a jobb kéz-szabály és mérés segítségével a tekercs északi és déli pólusát!

Érdekes elméleti kérdések

- Milyen módszerekkel lehet a tekercs körüli mágneses mező nagyságát növelni?

Értelmezés

Áramjárta tekercs külső mágneses tere nagyon hasonlít egy permanens mágnesrúd teréhez.

OPTIKA

22)A fénytörés és a fényvisszaverődés együttes bemutatása, teljes visszaverődés

A kísérlet célja

Fénytörés és a fényvisszaverődés jelenségének vizsgálata

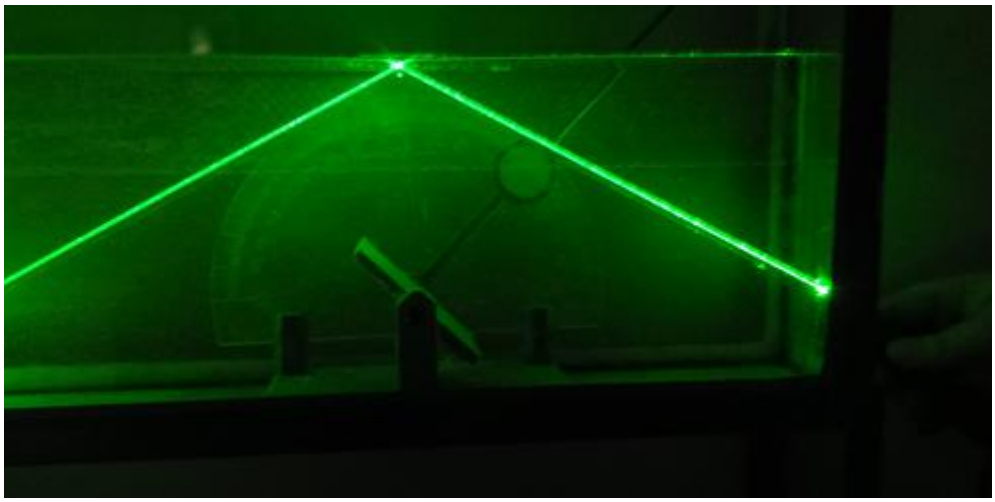
Szükséges anyagok, eszközök

- Zöld lézer fényforrás
- Állítható helyzetű, forgatható tükör (opcionális)
- Vízzel félig töltött, gyengén festett vizeskád, üveglap a kád befedéséhez
- Gyufa/gyertya füsthöz

Leírás

A fénytörés és a visszaverődés együttes bemutatására célszerű egy régi akváriumkádat használni. Ezt töltsük kb. félig floureszceinnel gyengén festett vízzel. Megvilágításhoz lézer fénynyalábot használjunk, vagy egy réssel beszűkített izzóból származó fehér fénynyalábot. A kád fölé Bunsen-állványba fogjunk a lézer fényforrást, vagy egy vízszintes tengely körül elforgatható síktükröt, amely a fehér fénynyalábot a vízbe vetíti – így a beesési szög változtatható. A kádat az üveglappal részlegesen befedjük, s kevés füstöt fújunk be, vagy kialvó gyufaszál segítségével hozunk létre a fedőüveg alatt. Így a fény útja levegőben és vízben egyaránt jól látható lesz, s a levegőből vízbe való átlépéskor a törés és visszaverődés is jól megfigyelhető.
Vízből levegőbe való törést, és a határszög átlépésekor a teljes visszaverődést is könnyen demonstrálhatjuk. Ehhez a kádat lézerrel oldalról, a vízszint alól ferdén világítsuk meg. Izzó fényének használatakor a forgatható tükör segítségével tudjuk a fénynyalábot a megfelelő szögben és helyzetből a vízbe vezetni.

Törés és visszaverődés együttes demonstációja



Teljes visszaverődés demonstrációja

Érdekes elméleti kérdések

- Különböző beesési szögek esetén mit állíthatunk a visszavert fénynyaláb fényerősségéről?
- Különböző színű fénynyalábot használva, mit állíthatunk a teljes visszaverődés határszögéről?

Értelmezés

Fénytörés akkor következik be, ha a fény két eltérő optikai tulajdonságú közeg határán halad át. A fénytörés jelenségét a Huygens – elv segítségével magyarázhatjuk, mely kimondja, hogy a hullámtér minden pontja elemi gömbhullámok kiinduló pontja és az új hullámfront az elemi hullámok burkolója.

23) A síktükör leképezési törvényének demonstrálása

A kísérlet célja

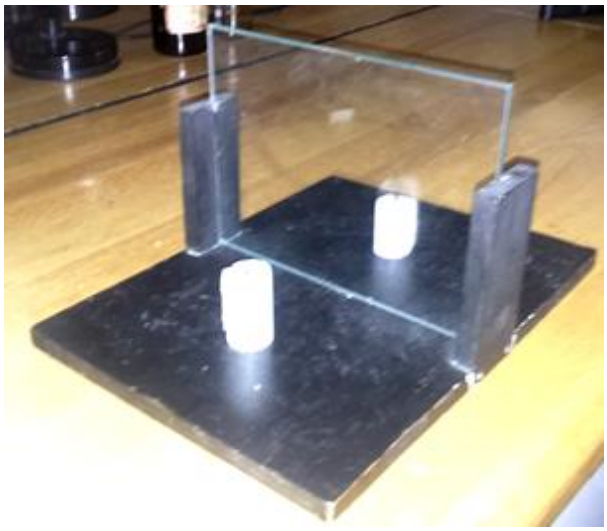
A tükörrel történő képalkotás alapvetően mindenki számára ismert, de a tudatos vizsgálathoz segítséget adhat az itt bemutatott egyszerű kísérlet.

Szükséges anyagok, eszközök

- Két gyertya, gyufa
- Függőleges helyzetű üveglap (kis állványban)

Leírás

A síktükör valódi tárgyról csak virtuális képet ad. A kép a tükör mögött keletkezik, és a tárgytávolság megegyezik a képtávolsággal ($t = k$). Ezt igazolhatjuk egy tükörnek alkalmazott, átlátszó üveglemezzel, amelyet az asztalra merőlegesen élére állítunk, s oldalról rögzítjük – pl. Bunsen-fogóval vagy kis állvánnyal. Az üveglap elé és mögé is helyezzünk egy-egy azonos méretű gyertyát. Az elől levőt meggyújtjuk, s a másikat az égő gyertya tükörképbe helyezzük. Elölről nézve úgy látszik, mintha a hátul levő is égne. Megállapítható, hogy a tükröző felülettől mérve a két gyertya távolsága azonos ($t = k$).



Síktükör képalkotásának demonstrációja

Érdekes elméleti kérdések

- Mennyinek vehetjük egy síktükör fókusztávolságát?

Értelmezés

A síktükör azonos nagyságú látszólagos képet hoz létre a tárgyról.

24) Homorú tükör képalkotásának bemutatása

A kísérlet célja

Homorú tükörrel először talán a fürdőszobában – kozmetikai ill. borotválkozó tükör formájában találkozhat az ember. Talán már ezeknél az első találkozásoknál is feltűnt, hogy homorú tükörrel elég érdekes képeket lehet létrehozni.

Szükséges anyagok, eszközök

- Nagy átmérőjű homorú tükör
- Gyertya (állványon), gyufa
- Mérőszalag
- Ernyő

Leírás

Nagy átmérőjű, homorú tükröt használunk. Tárgyként alkalmazhatunk pl. égő gyertyát (kis optikai asztalra állítva), melyet helyezzünk a tükör fókusztávolságán kívülre. A valódi kép kicsit távolabbról – pl. az asztal végéről – jól megfigyelhető. Különösen jól beállítható az a helyzet, amikor a tárgy és a kép azonos helyen, a kétszeres fókusztávolságban van. A valódi kép ernyőn felfogható, fordított állású, ezért a keletkező képet ernyőre is vetítsük ki!

A virtuális kép ($t < f$) ernyőn nem fogható fel, egyenes állású, szemmel jól megfigyelhető.

Ernyőn felfogott valód kép

Feladatok

- Valódi kép létrehozásával határozza meg a tükör fókusztávolságát! A méréshez használjon három különböző helyzetet, s mérőszalaggal mérje meg a tárgy és képtávolságokat! A leképezési törvénybe ($\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k}$) behelyettesítve számolja ki a fókusztávolságot.

Érdekes elméleti kérdések

- Sorolja fel a homorú tükör néhány gyakorlati alkalmazását < f, t = f, f < t < 2f, t = 2f, és 2f < t esetekben!

25) Domború tükör képalkotásának bemutatása

A kísérlet célja

A közlekedésből ismerős domború tükör leképezését szemléltető kísérletek segíthetik diákjainak a domború tükör viselkedésének jobb megértését.

Szükséges anyagok, eszközök

- Gyertya, gyufa
- Domború tükör

Leírás

Helyezze a gyertyát a domború tükör elé, tetszőleges helyre, de közel a tükör optikai tengelyéhez. A domború tükör valódi tárgyról, vagy valódi tárgyként szereplő (más optikai elem által létrehozott) valódi képből egymagában kizárólag kicsinyített, egyenesállású, virtuális képet alkot. A tükör elé helyezzünk egy gyertyát (vagy bármilyen önvilágító vagy nem önvilágító tárgyat), s adott térszögből nézve figyeljük meg a képet!

Érdekes elméleti kérdések

- Domború tükörrel valódi (ernyőn felfogható) képet is létrehozhatunk, például egy gyűjtőlencse segítségével. Készítsen egy ilyen összeállítást!

26) Fordított állású kép üveghengerbe töltött vízzel

A kísérlet célja

Gyűjtőlencse képalkotásának egyszerű bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Átlátszó, színtelen PET-palack
- víz
- tetszőleges tárgy

Leírás

Helyezzünk el az asztalon egy olyan tárgyat, ami szemből nézve nem szimmetrikus a függőleges tengelyre! Ez lehet például a „szomjas kacsa” vagy egy papírlapra rajzolt egyszerű, oldalra mutató nyíl.
Tegyük be a vízzel teli palackot a tárgy és a szemünk közé! Legjobb a látvány akkor, ha fél szemmel nézzük a palackon át a tárgyat.
Figyeljük meg, hogy a tárgy megfordult, az ellenkező irányba „néz”.
A kísérletet elvégezhetjük úgy is, hogy egy papírra egymás fölé több, azonos irányba mutató nyilat rajzolunk, és folyamatosan töltjük fel a palackot (vagy egyéb üveghengert) vízzel.

Érdekes elméleti kérdések

- Elfordított képét vagy tükörképét látjuk-e a palack mögötti tárgynak?
- Mik a hasonlóságai és a különbségei ennek a „palack-lencsének” egy kétszer domború lencséhez (pl. nagyítólencse) képest?

- Milyen távolságra helyezzük a tárgyat a palacktól, hogy a kívánt eredményt (a fent leírt tapasztalatot) kapjuk?

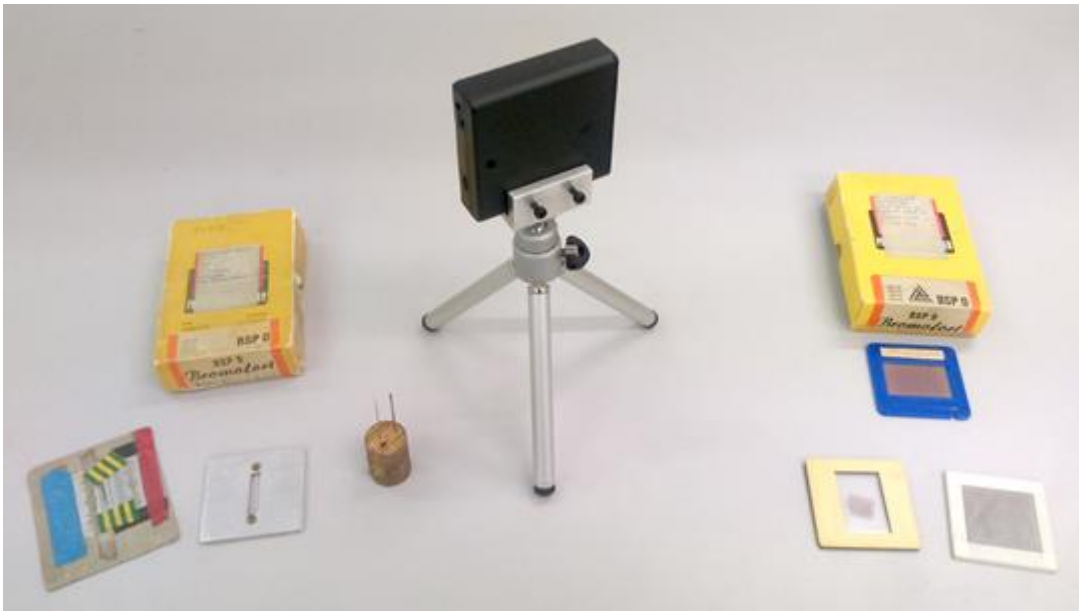
27) Réselhajlási jelenség bemutatása

A kísérlet célja

Fényelhajlás (diffrakció) vizsgálata résen.

Szükséges eszközök

- Lézer fényforrás
- Változtatható szélességű rés
- Ernyő (zsírpapír), (esetleg optikai pad)

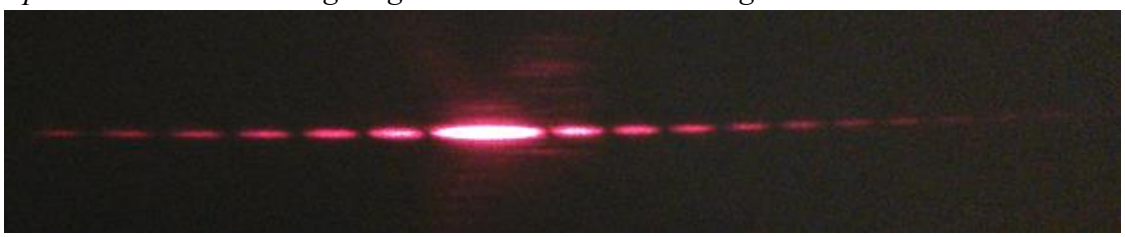


Fényelhajlási jelenség további bemutatásához is használható eszközök: (balról jobbra) borotvapenge-rés, vékony kifeszített drótszál diakeretben, dugóba szúrt tű, lézer fényforrás állványon, sűrű szövésű drótháló (keresztrács), kék keretben optikai rács, textil keresztrács

Leírás

A kísérlet sikerének feltétele, hogy a rés szélessége a lehetőleg kicsi legyen. A lézernyalábbal – monokromatikus fénnyel – a rést merőlegesen világítsuk meg, s az ernyőt a réstől kellő távolságban – kb. 1 m – helyezzük el. Az ernyő persze ne legyen túl távol a réstől, mert akkor a fényintenzitás olyan alacsony lehet, hogy a jelenséget nem lehet szabad szemmel érzékelni. (Ha a zsírpapíros ernyőt alkalmazzuk, célszerű az ernyő nem megvilágított oldalról megfigyelni a jelenséget.)

Optikai sínen lézerrel megvilágított változtatható szélességű rés és a kialakuló mintázat



A résen elhajló fény által az ernyőn kialakuló minta

Feladatok

- Kísérleti megfigyelése alapján határozza meg, hogyan változik az elhajlás mértéke a rés méretének növelése esetén?
- Piros helyett zöld lézert alkalmazva hogyan változik az elhajlás mértéke?

Érdekes elméleti kérdések

- Fehér fény alkalmazása esetén milyen elhajlási képet kapunk? Miért?

28) Drótszál (vagy tű) elhajlási képének bemutatása

A kísérlet célja

Elhajlás természetesen nem csak rés esetében, hanem vékony, éles akadály esetén is létrejön. A jelenséget szemléletesen bemutathatjuk lézerfény és vékony drót (tű) segítségével.

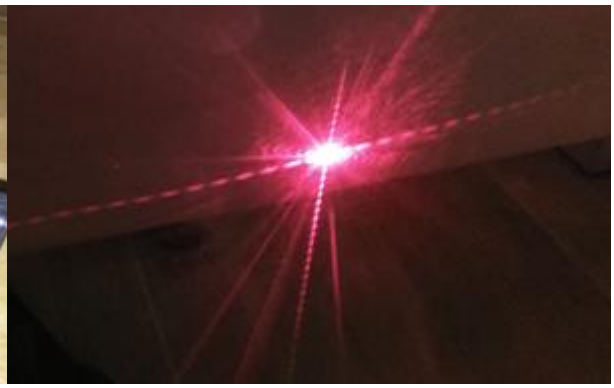
Szükséges eszközök

- Lézer fényforrás
- Vékony drót, tű
- Ernyő (zsírpapír), (esetleg optikai pad)

Leírás

Az összeállítás nem különbözik jelentősen a résen való elhajlásétól. A rés helyére helyezze a diakeretbe fogott drótszálat, majd később a dugóba szúrt tűt.

Drótszál megvilágítása lézerrel



Drótszál lézeres megvilágítása esetén létrejött mintázat

Feladatok

- Milyen lényeges különbség figyelhető meg a vékony drótszál és a tű megvilágításával nyert mintázatok között?
- Piros helyett zöld lézert alkalmazva hogyan változik az elhajlás mértéke?

Érdekes elméleti kérdések

- Fehér fény alkalmazása esetén milyen elhajlási képet kapunk? Miért?

29) Keresztrácson elhajló fény interferenciaképének bemutatása

A kísérlet célja

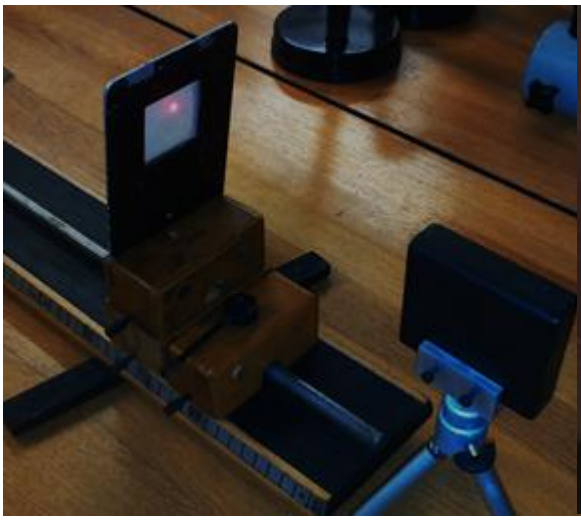
A természetben gyakoribb a „kétdimenziós” fényelhajlás, melynek egy egyszerű és szemléletes esete a keresztrácson történő elhajlás esete.

Szükséges eszközök

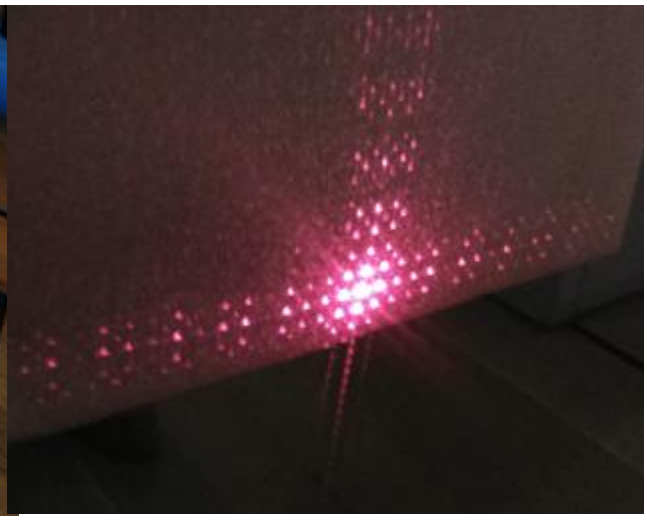
- Lézer fényforrás
- Sűrű szövésű fém vagy textil szitaszövet (keresztrács)
- Ernyő (zsírpapír)
- Optikai pad

Leírás

Az előbbi mérés-összeállításnál a rács helyére sűrű fém vagy textil szitaszövetet helyezünk. Mivel ez a szövet két egymásra merőleges rácsból áll, a kialakuló interferenciakép is kétdimenziós mintázatot eredményez.



Textil szitaszövet (keresztrács) megvilágítása lézerrel



Textil szitaszövet (keresztrács) megvilágításával nyert interferencia mintázat

Feladatok

- Piros helyett zöld lézert alkalmazva hogyan változik a kialakuló mintázat?

Érdekes elméleti kérdések

- Fehér fény alkalmazása esetén milyen képet kapunk? Miért?

30) Egy speciális reflexiós rács (CD) "rácsállandójának" meghatározása lézerfény elhajlási képéből

A kísérlet célja

CD-ről visszavert fénynyaláb a finom rácsstruktúrán elhajlást szenved. Az elhajlást követő interferencia révén az erősítési rendek jól láthatók. Alkalmas elrendezés esetén – ismert hullámhosszúságú fényt használva – a lemez „rácsállandója” meghatározható.

Szükséges eszközök

- Lézer fényforrás
- Lyukkal ellátott ernyő
- CD, dugós állvány
- Mérőszalag / vonalzó

Leírás

A rácsállandó méréséhez állítsuk be a lézermutató vízszintes nyalábjára merőlegesen a lyukas ernyőt. A nyaláb haladjon át a lyukon!Rögzítsük a CD-t az ernyő mögött, az ernyővel párhuzamosan! A nyaláb a lemez vízszintes átmérőjére essen! Ilyen elrendezés mellett a CD-n elhajló nyalábok nullad-rendje nagyjából a beeső nyaláb irányába, a többi rend pedig vízszintes síkba verődik vissza. Az ernyőn – a lyukra szimmetrikusan – két elhajlási rend négy fényfoltja jelenik meg, magasabb rendű elhajlást nem tapasztalunk.

Mivel harmadrendű (n=3) elhajlást már nem tapasztalunk, a

$$\sin\alpha_n = \frac{n\lambda}{d}$$

összefüggés alapján arra következtethetünk, hogy a rácsállandó $3\lambda \geq d \geq 2\lambda$ határok között mozog (azaz vörös lézer esetén λ = 652 nm, így 1,95 μm > d > 1,3 μm).

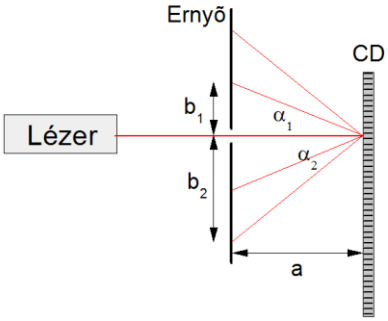
A rácsállandó pontos meghatározásához az $\alpha_{1,2}$ elhajlási szögeket kell megtudnunk. A szögeket tangens értékekből számíthatjuk:

$$\mathrm{tg}\alpha_1 = \frac{b_1}{a} \text{ és } \mathrm{tg}\alpha_2 = \frac{b_2}{a}$$

ahol b_1 és b_2 a nulladrendtől (lyuktól) mért távolsága az egyes rendeknek megfelelő foltoknak, a pedig a diszk és ernyő közötti távolság. Így

$$d = \frac{n\lambda}{sin\alpha_n},$$

ahol n = 1, illetve 2.



Bal fent: megvilágított lyukas ernyő; bal lent: összeállítás elvi vázlata; jobb: CD elhelyezése a lyukas ernyő mögött, a kialakuló mintázattal

Feladatok

- Az első és másodrendű elhajlások segítségével határozza meg a CD „rácsállandóját”!

Érdekes elméleti kérdések

- Egyszerű fehér fénnyel megvilágítva milyen mintázatot kapnánk? Válaszát indokolja!

Becslési feladat:

Legalább hány Mbyte a CD kapacitása? Ennek a kérdésnek a megválaszolásához elsősorban azt kell tudni, hogy hány kis vájat van a CD-n – hiszen a két bites (1 és 0) információt vájat-

nem vájat formában könnyen kódolhatjuk. Ehhez kell becsülnünk egy-egy vájat területét ($\approx d^2$) és a CD teljes felületének $A_{CD}=\pi(R^2-r^2)$ nagyságát – ahol R a CD külső r a CD belső sugara. Így a CD kapacitását az alábbi összefüggéssel becsülhetjük:

$$C \approx \frac{A_{CD}}{d^2}$$

- Mérései alapján becsülje meg egy adattárolási CD kapacitását!

Értelmezés

A fényelhajlás jelenségét a Huygens–Fresnel-elv segítségével magyarázhatjuk, mely kimondja, hogy a hullámtér minden pontja elemi gömbhullámok kiinduló pontja és az új hullámfront az elemi hullámok interferenciájaként jön létre.

31) Folytonos színkép vetítés egyszerű prizmával

A kísérlet célja

A kísérlet célja kettős: a diszperzió jelenségének és a fehér fényt alkotó különböző színek bemutatása.

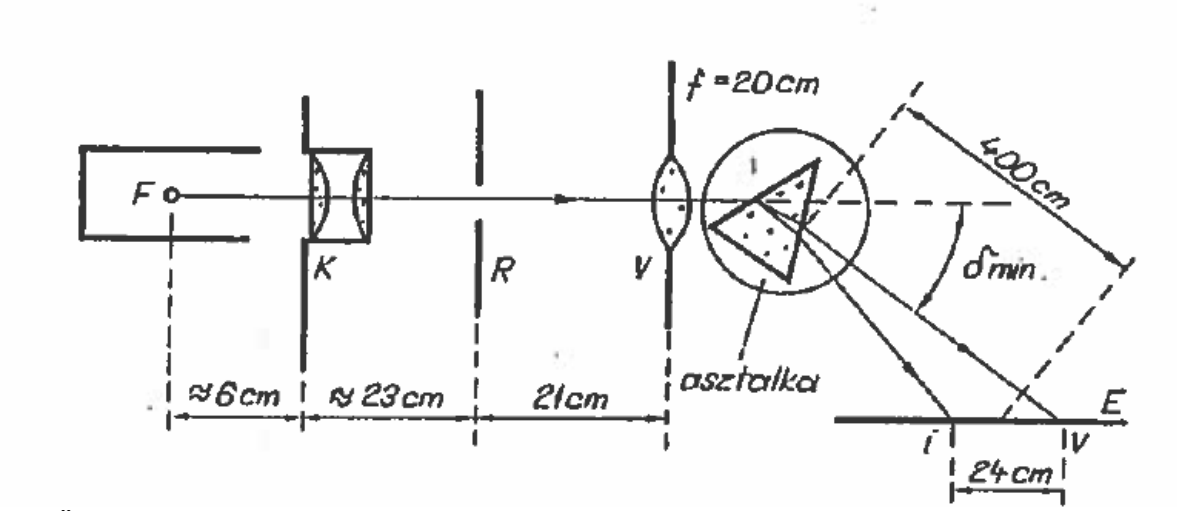
Szükséges anyagok, eszközök

- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Állítható rés
- Gyűjtőlencse (f = 20 cm)
- 60 fokos törőszögű prizma
- Prizmatartó (kerek) asztalka nyéllel
- Ernyő

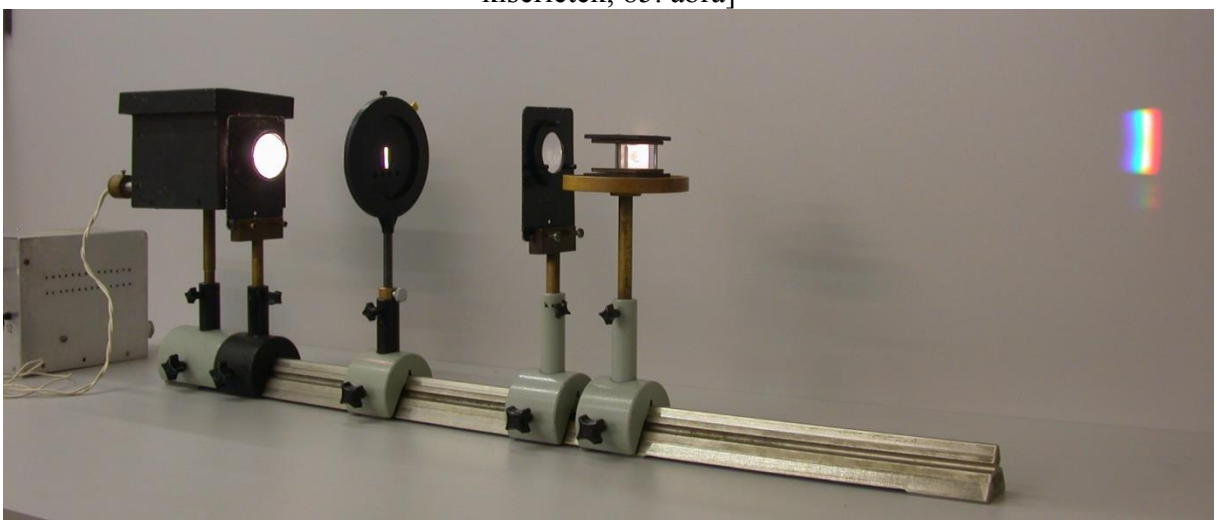
Leírás

Közvetlenül a lámpaház után helyezzük el a kondenzort, de ne szorítsuk rá a nyílásra, mert ekkor az izzószál nem tud hűlni. Ezután a kb. 1 mm széles rést tegyük kb. 20 cm-re a kondenzortól. Figyeljünk arra, hogy az egyes optikai elemek tengelye közös legyen. Az izzó előre-hátra mozgatásával koncentráljuk a fényt a résre. Helyezzük az ernyőt 3-4 m távolságra a lámpaháztól, majd helyezzük el a vetítőlencsét úgy, hogy az ernyőn megkapjuk a rés éles képét és a résből jövő fénynyaláb teljes egészében áthaladjon a vetítőlencsén. A vetítőlencse után (közel) helyezzük el a rendszer optikai tengelyébe a prizmát a prizmatartó asztalkára. A prizma behelyezésével a nyaláb a prizma matt oldala felé térül el. Keressük meg az ernyővel a nyaláb képét. A legjobb képet minimális deviációnál kapjuk. A minimális deviáció megkereséséhez forgassuk a prizmát lassan mindkét irányba, majd keressük meg a prizma azon helyzetét, amikor a színkép a legközelebb van az optikai tengely irányához. A lencse mozgatásával (néhány cm) élesítsük a rés képét az ernyőn! A lencse színhibáinak kiküszöbölésére (a lencse fókusztávolsága ibolya fényre rövidebb, mint pirosra) forgassuk el az ernyőt úgy, hogy a színkép végig éles legyen. Az ernyő elforgatásával a színkép megnyúlik, ezáltal jobban láthatóvá válik a sárga szín.

Az ernyő közelebb is tehető, ekkor csak a V vetítőlencse helyzetét kell módosítani. A színkép így rövidebb, de fényesebb lesz.



Összeállítás folytonos színkép kivetítéséhez [Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek, 85. ábra]



Feladatok

- Miért rést használunk? Tegyen a rés helyébe diafragmát! Hogyan változik a színkép?
- Nézze meg hogyan változik a színkép, ha változtatja a kondenzor és az izzó távolságát (az izzó helyzetének eltolásával)!
- Változtassa a rés nagyságát! Állítsa be a „legszebb” színképet!

Érdekes elméleti kérdések

- Mi a diszperzió jelensége?

Értelmezés

Izzó szilárd testek folytonos spektrumú fényt bocsátanak ki. A prizma azért bontja fel a fehér fényt komponenseire, mert a különböző hullámhosszúságú fény másképp törik meg rajta.

32) Folytonos színkép vetítése egyeneslátású prizmával

A kísérlet célja

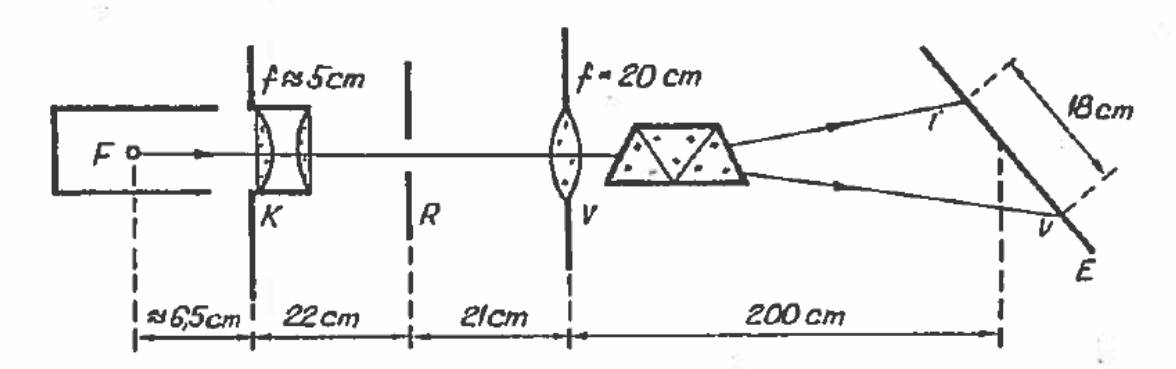
A kísérlet célja az előzővel azonos, de most egyszerűbb összeállítást használunk.

Szükséges anyagok, eszközök

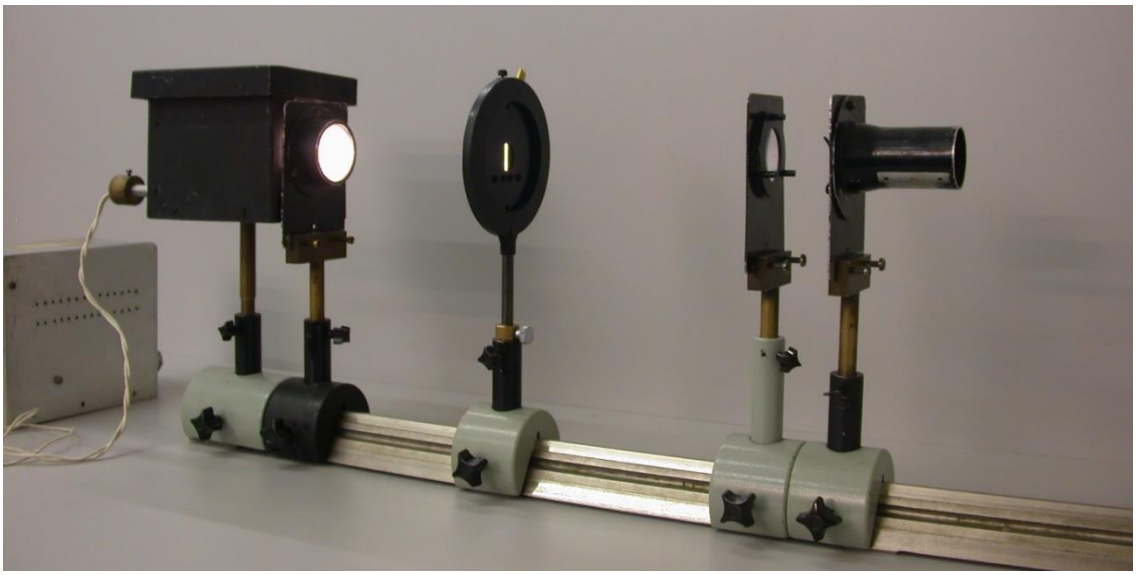
- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kettős kondenzor (f=5 cm)
- Állítható rés
- Gyűjtőlencse (f=20 cm)
- Egyeneslátású prizma fekete védőcsőben, lemezfoglalatban
- Ernyő

Leírás

Közvetlenül a lámpaház után helyezzük el a kondenzort (kis helyet hagyva a nyílásnál, hogy az izzó hűlését ne akadályozzuk), majd a kb. 1 mm széles rést tegyük kb. 20 cm-re a kondenzortól. Figyeljünk arra, hogy az egyes optikai elemek tengelye közös legyen, különben fényszegény lesz a spektrum. Az izzó előre-hátra mozgatásával koncentráljuk a fényt a résre. Helyezzük az ernyőt 1,5-2 m távolságra a lámpaháztól, majd helyezzük el a vetítőlencsét úgy, hogy az ernyőn megkapjuk a rés éles képét az ernyőn, és a résből jövő fénynyaláb teljes egészében áthaladjon a vetítőlencsén. A vetítőlencse után tegyük az optikai sínre egy lovasba rögzítve az egyeneslátású prizmát. A lencse színhibáinak kiküszöbölésére (a lencse fókusztávolsága ibolya fényre rövidebb, mint pirosra) forgassuk el az ernyőt úgy, hogy a színkép végig éles legyen. Az ernyő elforgatásával a színkép megnyúlik, ezáltal jobban láthatóvá válik a sárga szín. A színkép további élesítését a V vetítőlencse mozgatásával (néhány cm) érhetjük el.



Összeállítás folytonos színkép kivetítéséhez [Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek, 87. ábra]



Feladatok

- Állítsa össze a diszperzió bemutatására alkalmas kísérletet egyenes látású prizmával!

33) A folytonos spektrum színeinek egyesítése

A kísérlet célja

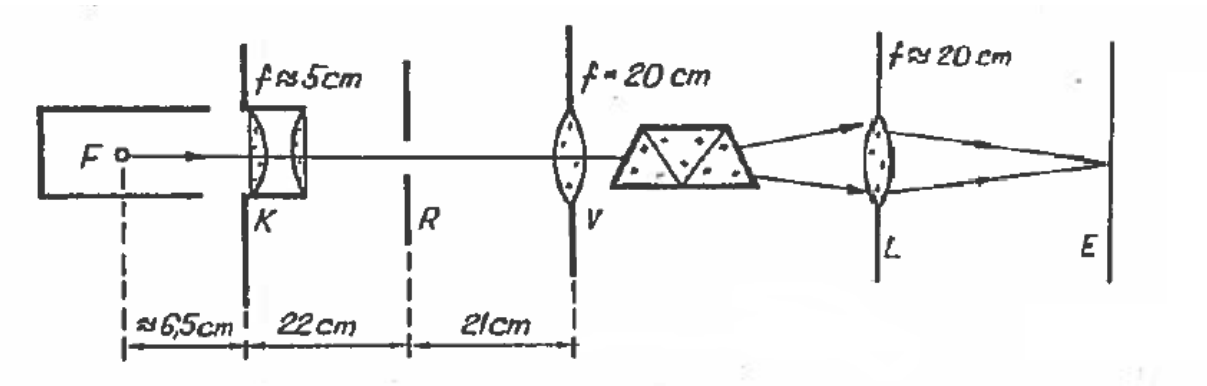
A spektrumszínek újraegyesítésének bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

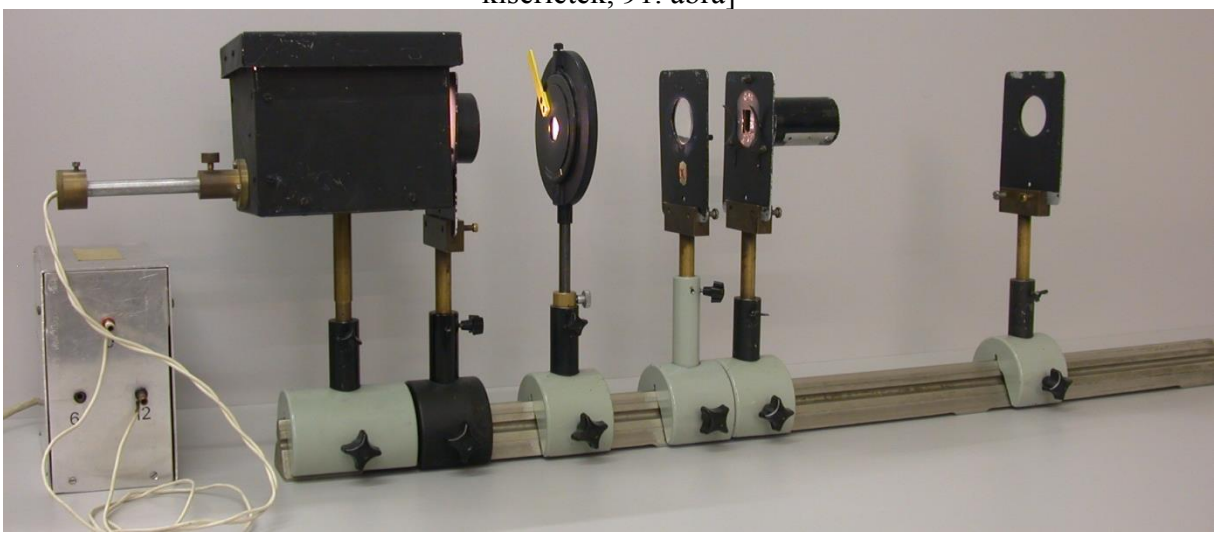
- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kettős kondenzor (f=5 cm)
- Állítható rés
- 2db gyűjtőlencse (f=20 cm)
- Egyeneslátású prizma fekete védőcsőben, lemezfoglalatban
- Ernyő

Leírás

A 32)-es. kísérletben használt összeállításban az egyeneslátású prizma után, az optikai tengelyre, a nyaláb útjába egy 20 cm fókusztávolságú gyűjtőlencsét helyezünk úgy, hogy az ernyőn a rés éles képét kapjunk. Figyeljünk arra, hogy az L gyűjtőlencsén a teljes nyaláb átmenjen! (Ez az ernyő és az L lencse mozgatásával érhető el.) Ha rosszul állítjuk be az izzó-kondenzor távolságot, akkor a rés képe az ernyőn nem teljesen fehér, mert az izzószál szerkezete is látszik. Ezen az izzó előre-, vagy hátramozgatásával segíthetünk.



Összeállítás spektum színeinek egyesítéséhez [Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek, 91. ábra]



Feladatok

- Mutassa be, hogy a prizma által színeire bontott nyaláb fehér fénnyé egyesíthető!

34) Higanygőz és nátriumgőz lámpa spektrumának kivetítése egyeneslátású prizmával, egyszerű lencsével

A kísérlet célja

A kísérlet célja a higany és nátrium spektrumának vetítése a látható tartományban.

Szükséges anyagok, eszközök

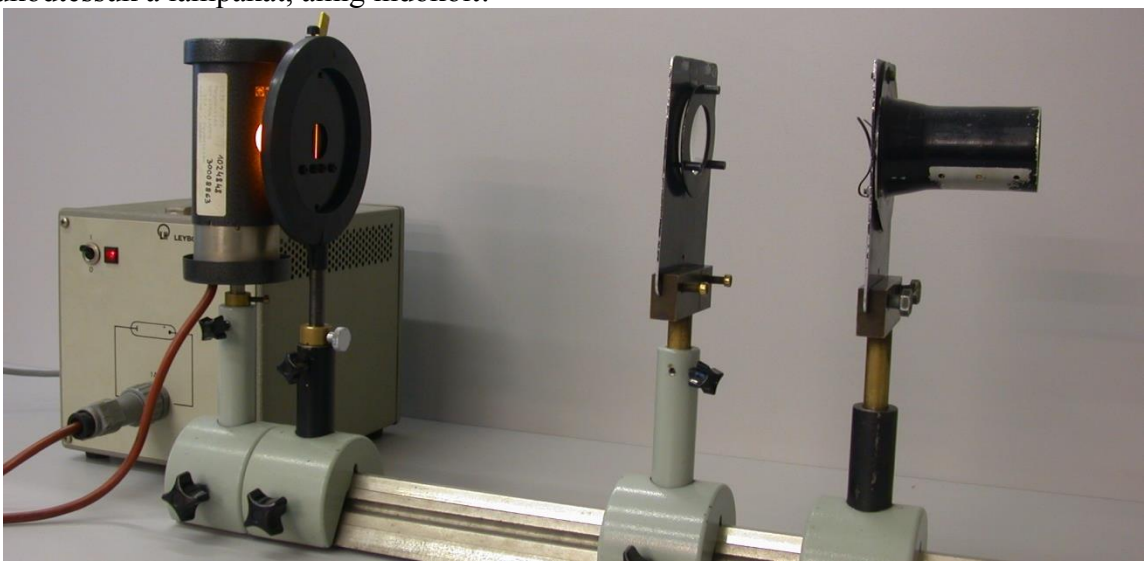
- Nátrium lámpa, fojtótekerccsel egybeépítve
- Higanygőz lámpa, fojtótekerccsel egybeépítve
- Optikai sín
- Állítható rés
- Egyeneslátású prizma
- Vetítőlencse (f = 20 cm)
- Kettős kondenzor (f = 5 cm) (opcionális)
- Ernyő

Leírás

A 32)-es kísérletben használt összeállítást alkalmazzuk, azonban most rakhatjuk a rést közvetlenül a fényforrás (higany- vagy nátriumgőz lámpa) elé, a kettős kondenzort kihagyva. (Itt is ügyeljünk arra, hogy ne akadályozzuk a hűlést.) Az ernyőt kb. 2 m-re helyezzük a réstől. A vetítőlencsét az ernyő és a rés közé úgy tesszük, hogy az ernyőn a rés éles képe jelenjen meg, majd a lencse után betesszük az egyeneslátású prizmát. A vetítőlencse mozgatásával élesítjük a spektrumot. Ha a színkép vonalai átfednek, csökkentjük a rés méretét. Vonalas színkép vetítésénél keskenyebb rést használunk, mint folytonos színkép vetítésénél, hogy az egyes vonalak jobban elkülönüljenek.

Vigyázat!

Ne nézzünk közvetlenül a lámpákba, mert a szemünk károsodásához vezethet! Csak addig működtessük a lámpákat, amíg indokolt!



Feladatok

- Helyezzünk egy színes képet a nátriumgőz lámpa fényébe. Milyennek látszódik a színes kép? Miért?

Értelmezés

Izzó gázok színképe vonalas, mely annak tudható be, hogy az elektronjaik csak bizonyos (diszkrét) energiájúak lehetnek. Amikor magasabb energiáról alacsonyabbra ugranak, akkor sugároznak ki fényt.

35) A higanygőz lámpa spektrumának kivetítése kvarc prizmával és kvarc lencsével

A kísérlet célja

A kísérlet célja a higany spektrumának vetítése a látható és nem látható tartományban és a higany ultraibolya tartományba eső színképének bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Higanygőz lámpa, fojtótekerccsel egybeépítve
- Optikai sín
- Állítható rés
- Kvarc lencse (f = 15 cm)

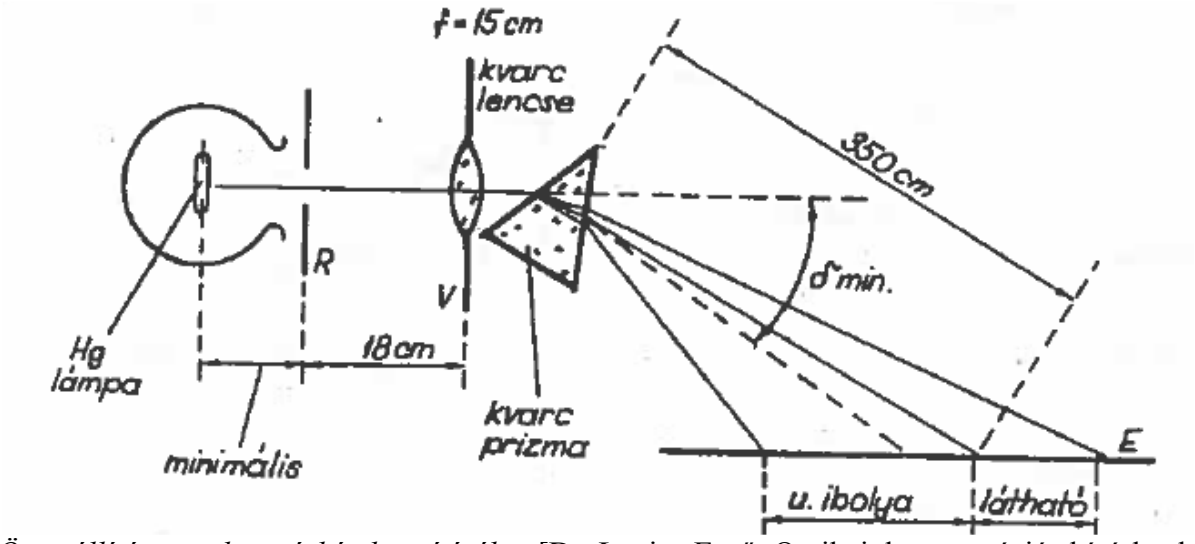
- 60 fokos törőszögű kvarc prizma
- Prizmatartó (kerek) asztalka nyéllel
- Fénymásoló papír
- Ernyő

Leírás

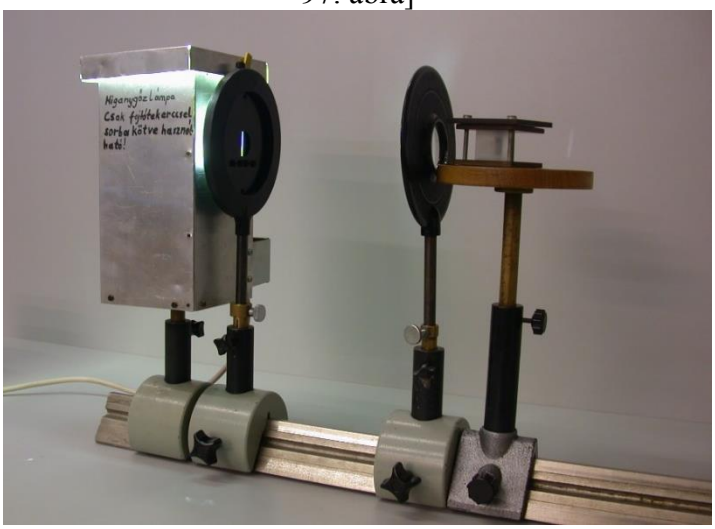
A 31)-es kísérletben használt összeállítást alkalmazzuk kisebb módosítással. A lámpát cseréljük ki higanygőz lámpára és ne rakjunk kondenzort a lámpa után, hanem a rést rakjuk közvetlenül a lámpaház elé. (Ügyeljünk arra, hogy ne akadályozzuk a hűlést!) Az ernyőt kb. 2 m-re helyezzük a réstől. A kvarc vetítőlencsét az ernyő és a rés közé úgy tesszük, hogy az ernyőn a rés éles képe jelenjen meg, majd a lencse után betesszük a kis asztalkára helyezve a kvarc prizmát. A prizmát a minimális deviációra állítjuk. Az ernyőt kissé elforgatva és a vetítőlencse helyzetén kicsit változtatva kapjuk az éles spektrumot.

Vigyázat!

Ne nézzünk közvetlenül a lámpába, mert a szemünk károsodásához vezethet! Csak addig működtessük a lámpát, amíg indokolt!



Összeállítás vonalas színkép kivetítéséhez [Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek, 97. ábra]



Feladatok

- Vetítse ki a higanygőz lámpa spektrumát kvarc lencsével és kvarc prizmával először egy ernyőre, majd az ernyőre helyezett fénymásolópapírra!

Érdekes elméleti kérdések

- Miért és miben különbözik a kivetített spektrum, ha üveg helyett kvarc optikai eszközöket használunk?

Értelmezés

A közönséges üveg lencsék elnyelik az UV sugárzást, melyet a higanygőz lámpa sugároz. A kvarc lencsék ezzel szemben átengedik. Érdekes módon, ha egy fehér papírlapot UV sugárzás ér, akkor látható kékes derengése van, így láthatóvá teszik a láthatatlan UV sugarakat.

36) Káliumpermanganát oldat abszorpciós színképének vetítése

A kísérlet célja

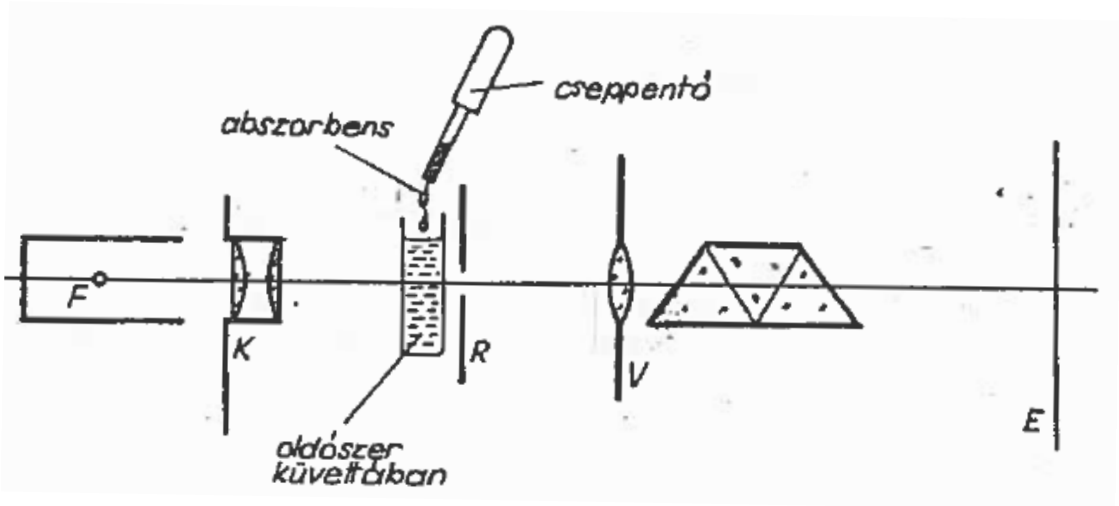
A kísérlet célja a káliumpermanganát oldat abszorpciós színképének vetítése.

Szükséges anyagok, eszközök

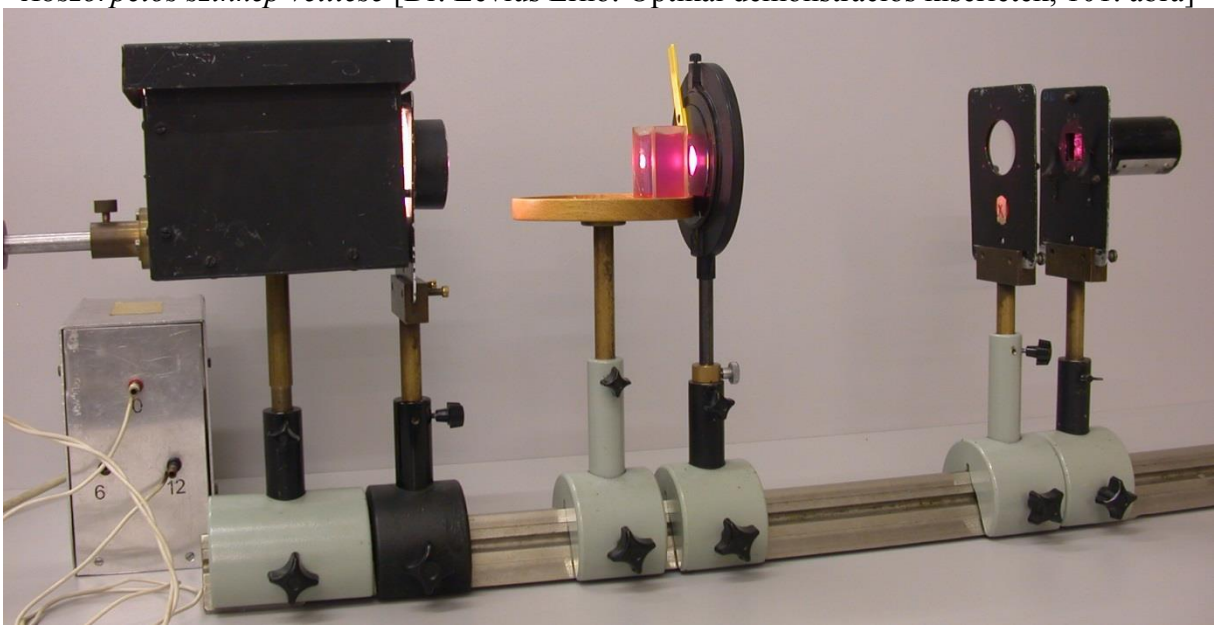
- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Állítható rés
- Gyűjtőlencse (f=20 cm)
- Egyeneslátású prizma
- Hasáb alakú küvetta
- Prizmatartó (kerek) asztalka nyéllel
- Ernyő
- 1 üveg káliumpermanganát oldat
- 50 ml-es főzőpohár
- Szemcseppentő

Leírás

A vetítőlámpa háza elé közvetlenül tegyük a kondenzort (nagyon kis rést hagyva a hűlésnek), majd a prizmatartó asztalka után helyezzük el a rést, ami kb. 0,5 mm széles legyen. Állítsunk be mindent úgy, ahogy a 32)-es kísérletben tettük, azaz a rés éles képét vetítsük ki az ernyőre először a prizma és az abszorbens nélkül, majd tegyük be az egyeneslátású prizmát, igazítsunk a vetítőlencsén, hogy éles legyen a (folytonos) spektrum. Végül helyezzük az asztalkára a vízzel félig telt küvettát úgy, hogy a fény a vízen keresztülhaladva essen a résre. (Ez a prizmatartó asztalka magasságának változtatásával érhető el. Érdemes a réshez közel tenni a küvettát.) Töltsünk a káliumpermanganát oldatból egy keveset a főzőpohárba! Cseppentsünk a küvettába az oldatból 1-2 cseppet a szemcseppentővel! Ha szükséges, csökkentsük a rés méretét!



Abszorpciós színkép vetítése [Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek, 101. ábra]



Feladatok

- Vetítsük ki a káliumpermanganát abszorpciós színképét! Először egyetlen csepp $KMnO_4$ oldatot cseppentsünk a küvettában lévő vízbe! Mit tapasztalunk?
- Cseppentsünk még egy csepp oldatot! Mi változott?

Érdekes elméleti kérdések

- Mi az abszorpciós színkép?
- Mire használható az abszorpciós színkép?

Értelmezés

A jelenség magyarázata hasonló a vonalas színképp létrejöttéhez (lásd 34) kísérlet). Annyi a különbség, hogy itt a folytonos spektrumból nyel el meghatározott energiájú (hullámhosszú) fotonokat a $KMnO_4$ oldat, azért bizonyos színek hiányoznak a továbbmenő fényből.

37) Polárszűrők használata, rezgési síkjuk megállapítása

A kísérlet célja

Polárszűrő működésének megismerése. Az analizátor rezgési síkjának meghatározása a polarizátorhoz képest.

Szükséges anyagok, eszközök

- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Íriszdiafragma
- Gyűjtőlencse (f = 20 cm)
- 2 db polárszűrő, forgatható foglalatban
- Ernyő

Leírás

A vetítőlámpa háza elé közvetlenül tegyük a kondenzort (nagyon kis rést hagyva a hűlésnek), majd helyezzünk az optikai tengelyre egy diafragmát úgy, hogy a polárszűrő elférjen a kettő között (15-20 cm-re a kondenzortól). A diafragma képét képezzük le először a diafragmától kb. 20 cm-re lévő vetítőlencsével (a kondenzortól 1-1,5 m-re lévő) ernyőre. Végül tegyük be a két polárszűrőt: egyiket a diafragma elé (polarizátor), másikat a vetítőlencse után (analizátor).

Vigyázat!

Hő hatására a polárszűrő elvesztheti polarizáló hatását, így a polarizátort, amely közvetlenül a kondenzor után található a kísérletekben, igyekezzünk csak a lehető legrövidebb ideig hőnek kitenni, azaz a polarizátort közvetlenül a kísérlet bemutatása előtt helyezzük csak be, és a kísérlet bemutatása után rögtön vegyük is ki.

Feladatok

- A vetítőlencse után elhelyezett polárszűrő forgatásával állítsuk be az analizátor orientációját úgy, hogy az analizátor rezgési síkja párhuzamos / merőleges legyen a polarizátor rezgési síkjára!

Érdekes elméleti kérdések

- Magyarázza meg, hogy az analizátor forgatásával miért változik az ernyőn a fény intenzitása!
- Nézzen utána, hogyan működik a polarizátor! (Budó: Kísérleti fizika III.)

38) Interferencia jelenség létrehozása párhuzamos poláros fénynyalábbal

a) Kettőstörő lemez színeinek kivetítése

A kísérlet célja

Különböző vastagságú celofán / cellux színeinek kivetítése párhuzamos poláros nyalábok interferenciájának segítségével.

Szükséges anyagok, eszközök

- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Gyűjtőlencse (f = 20 cm)
- 2 db polárszűrő, forgatható foglalatban
- Kettőstörő lemezek (diában)
- Forgatható diatartó
- Ernyő

Leírás

A vetítőlámpa és a kondenzor távolságát úgy állítjuk be, hogy a kondenzort párhuzamos nyaláb hagyja el. Az optikai tengelyre fűzzük fel a polárszűrőt, a diatartóba helyezett kettőstörő lemezt, majd a vetítőlencsét. A vetítőlencsét úgy állítsuk be, hogy a diában lévő kettőstörő lemez (celofán, cellux) képe élesen jelenjen meg az ernyőn, majd helyezzük be a vetítőlencse után a másik polárszűrőt is. A diát kivéve a diatartóból a polárszűrőket keresztezett állásba állítjuk. (Azaz az ernyőn megszűnik a fényfolt.) A diát előző helyére visszatéve az ernyőn látható az interferenciakép.

Feladatok

- Vetítse ki különböző vastagságú celofán / cellux minták interferenciaképét!
- Forgassa a forgatható diatartóba tett diát!

Érdekes elméleti kérdések

- Magyarázza meg, hogy miért látjuk színesnek a fenti elrendezésben a celofán képét!

b) Feszültségoptikai alapjelenségek

A kísérlet célja

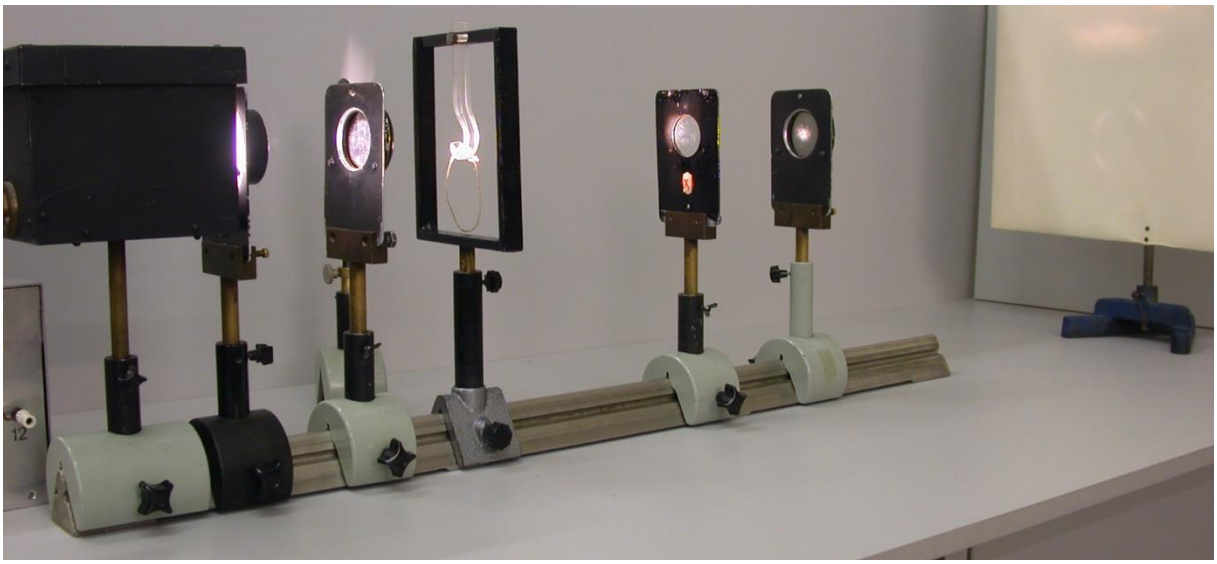
A feszültségoptika alapjelenségének bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Gyűjtőlencse (f = 20 cm)
- Két polárszűrő, forgatható foglalatban
- Vonalzó
- Feszültségoptikai modell („vonóhorog”), műanyag (átlátszó) vonalzó
- Ernyő

Leírás

A 38)a. kísérleti beállításában a kettőstörő lemez helyére rakjuk be a vonóhorgot vagy egy vonalzót. (Ha szükséges, a vetítőlencse mozgatásával állítsuk a képet az ernyőn élesre.)



Feladatok

- Állítsa össze a feszültségoptika bemutatására alkalmas kísérleti összeállítást!
- A vonóhorgot terhelve, vagy a vonalzót deformálva (hajlítgatva) figyelje meg, hogyan változik az ernyőn a kép!

39) CD-spektroszkóp készítése

A kísérlet célja

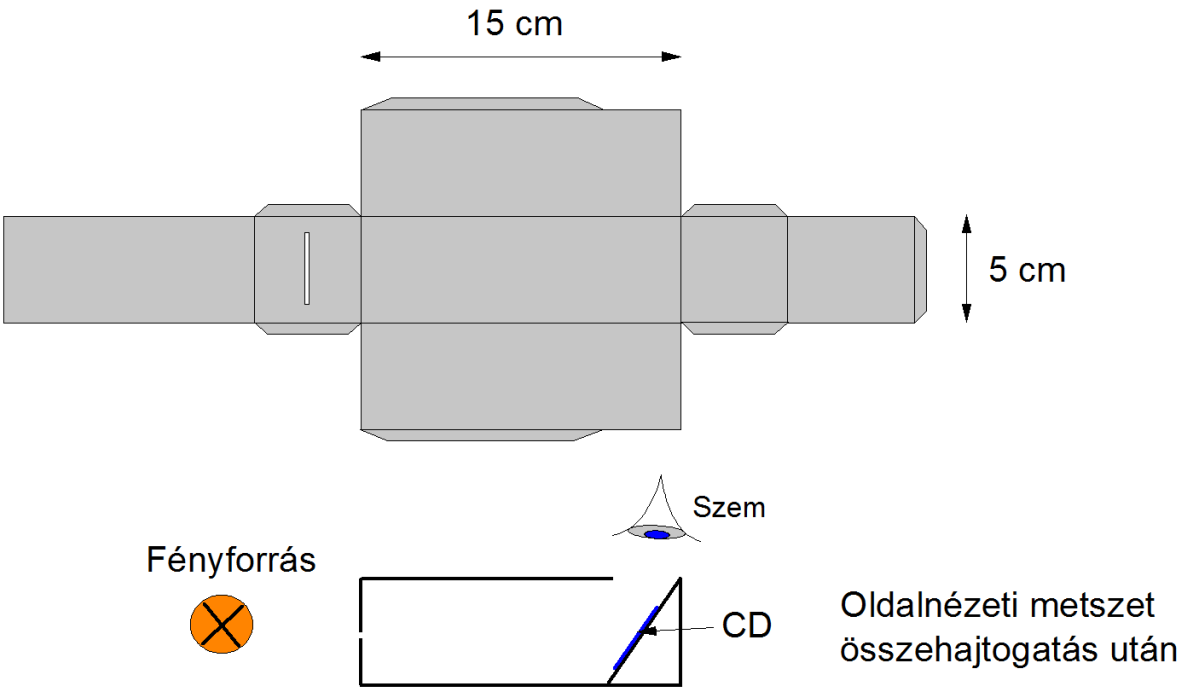
Spektroszkóp készítése házi eszközökkel.

Szükséges anyagok, eszközök

- Karton, vagy valami vastagabb papír (a doboz elkészítéshez)
- Ragasztó
- CD töret

Leírás

A kísérleti összeállításhoz a következő ábrának megfelelő sablon szerint lehet a dobozt elkészíteni. Még a felső lemez beragasztása előtt érdemes a CD töretet rögzíteni a jobb oldali nyúlványból készülő kb. 60°-os szögben döntött felületre. A kész eszköznél a szűk rést kell a vizsgálandó fényforrás felé fordítani és felülről rátekinteni a CD-re.



Feladatok

- Figyeljük meg egy hagyományos izzó lámpa, egy fénycső, egy higanygőz lámpa, valamint egy nátriumgőz lámpa spektrumát. Fogalmazzuk meg a különbségeket!

Érdekes elméleti kérdések

- Miben különbözik (a színek sorrendjének tekintetében) a CD-vel létrehozott spektrum attól, mint amit prizmával tudunk bemutatni.

Értelmezés

A CD, mint optikai rács (lásd 30)-as kísérlet) összetevőire bontja a fényt. Az izzólámpa folytonos spektrumú fényt sugároz ki, a higany- ill. nátriumlámpa vonalas színképet.

Számítógépes mérések

40) Tracker program modellezés funkciójának használata közegellenállással csillapított rezgés esetén

A Tracker program használati útmutatója megtalálható a fizika tanítás a középiskolában jegyzet (http://csodafizika.hu/fiztan/letolt/fizika_tanitasa_1.pdf) 682. oldalán. A program ingyenes.

A kísérlet célja

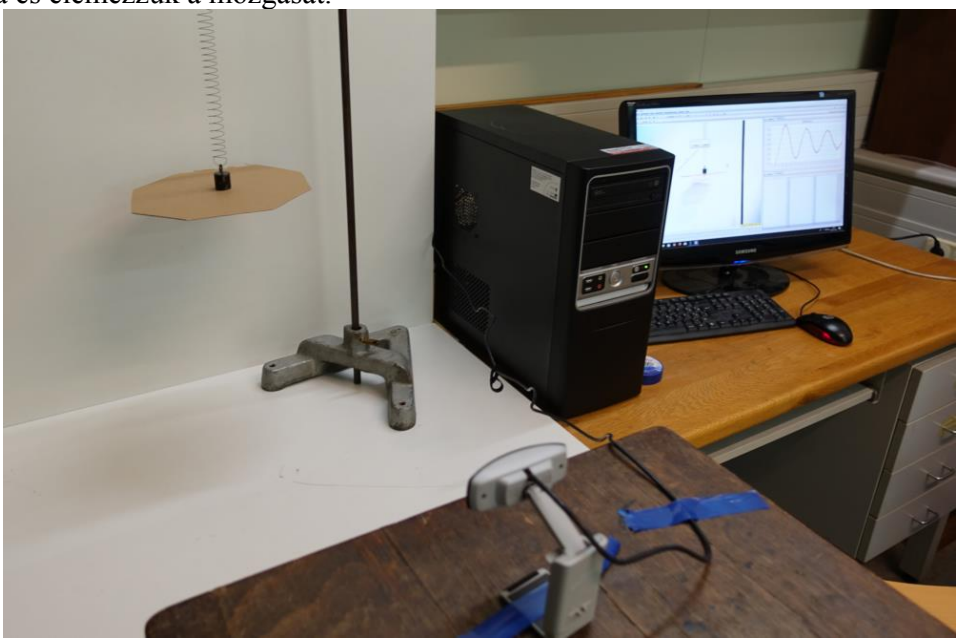
Közegellenállással csillapított rezgőmozgás vizsgálata. A testre ható erők felírása, és az alapján a mozgás szimulálása.

Szükséges anyagok, eszközök

- 50 g-os súly, melynek talpához nagy méretű hatszöges karton van rögzítve.
- Spirálrugó
- Állvány
- Webkamera (mobiltelefon vagy rendes videókamera is megfelelő)
- Számítógép (Tracker programmal)
- Fotóháttér

Leírás

Lógassuk fel a súlyt az állványzattal úgy, hogy nyugalmi helyzetébe a fehér fotóháttér közepén függjön. A webkamerát helyezze a változtatható magasságú asztalra, mozgassa úgy, hogy a vízszintesen nézzen a testre. A test fölött és alatt körülbelül 20 cm legyen a képtér. Indítsuk el a felvételt, majd ezt követően húzzuk lefelé a testet (úgy, hogy még a képtérben maradjon), majd hagyjuk magára. A test rezgésbe jön, de jól láthatóan csillapodik. Amikor már csak néhány centiméter az amplitúdója, akkor állítsuk le a felvételt. Az elkészült videót töltsük be a Tracker programba és elemezzük a mozgását.



Feladatok

- A felvétel alapján értékelje ki a test hely – idő grafikonját! (Ennél a felvételnél csak kézi nyomkövetés lehetséges.) Érdemes a kiértékelést onnan kezdeni, ahol elengedtük a

testünket. A felvétel alapján határozza meg a rezgés periódusidejét, melyből számolja ki a szögsebességet!

- A testre ható erők alapján modellezze a mozgást! Először alkosson dinamikai modellt! A dinamikus modell megalkotásához a 'Létrehozás'-on belül válassza a 'Dinamikai modell' funkciót (derékszögű koordinátarendszerben). Ekkor az ábra közepén egy modell-építő ablak jelenik meg. A mozgás csak függőleges irányú, így a testre ható erők a következők:

$$\boldsymbol{F_y} = -m\omega^2\boldsymbol{y} - k\boldsymbol{v}_y^2\frac{\boldsymbol{v}_y}{|\boldsymbol{v}_y|}.$$

Az első tag a rugó által kifejtett erő, ami a rezgőmozgást biztosítja. A második a közegellenállás hatását fejezi ki, ami mindig a test pillanatnyi sebességével ellentétes irányú és nagysága a sebesség négyzetével arányos. Az egyenlet abban a koordinátarendszerben érvényes, amelynek origója a rugóra függesztett test egyensúlyi helyzetében van. Ekkor a nehézségi erő kitranszformálódik az egyenletből (részletesen lásd: Tasnádi P., Skrapits L, Bérces Gy.: Mechanika I. 149-150). A mozgás három paraméter: a tömeg (m), a szögsebesség (ω) és a csillapításra jellemző k szám függvénye. A tömeg és a szögsebesség ismert, a csillapítás mértékét kezdetben rögzítse 0,05-re (később finomítható). Az értékek bevitele után kell megadni a kezdőfeltételeket (t, x, y, v_x, v_y). Az értékek egyszerűen beemelhetők a párbeszéd ablak jobb felső sarkában látható 'Rendszerindító' funkcióval. Ehhez a 'Rendszerindító' felirat mellett válasszuk ki a követett tömegpontunkat. Ekkor a program bemásolja a kezdő pillanatban a test mozgását jellemző paramétereket. Ezt követően az erőket kell megadni. Az fx sorba 0-t kell írni, az fy-hoz:

$$-m * o * o * y - k * vy * vy * vy/abs(vy).$$

Görög betűket nem kezel a program, így az ω jelet o-val kell egyszerűsíteni. Az erők bevitele után indítsa el a szimulációt! A program lépésenként berajzolja modellezett pont helyét a képernyőre, amit közvetlenül össze lehet hasonlítani a mért adatpontokkal. Módosítsuk a csillapítási tényező értékét, hogy a mért és számolt pozíció minél jobb egyezésben legyen! Az összehasonlítást segíti, ha a jobb oldalon a mért és a számolt mozgás hely – idő grafikonját egyszerre megjelenítjük (grafikonra jobb egérgombbal kattintva az 'Összehasonlítás ezzel' funkciót kell választani).

Érdekes elméleti kérdések

- Mit nevezünk mozgásegyenletnek?

41) Mérések LabCamera program segítségével

A LabCamera (WebCam Laboratory) program használati útmutatója megtalálható a fizika tanítás a középiskolában jegyzet (http://csodafizika.hu/fiztan/letolt/fizika_tanitasa_1.pdf) 688. oldalán. A webkamera csatlakoztatása után nyissa meg a programot. A kinematika funkcióra kattintva, ha a webkamera képe megjelenik, akkor minden megfelelően működik.

a) Lejtőn mozgás

A kísérlet célja

LabCamera mérőprogram használatának gyakorlása. Lejtőn szabadon guruló kiskocsi mozgásának elemzése.

Szükséges anyagok, eszközök

- Lejtő (hozzá való dőlésszög változtató ék, fékező dobozt)
- Színes kiskocsi
- Dőlésszög mérő
- Webkamera
- Számítógép (*LabCamera* mérőprogrammal)

Leírás

A lejtőt állítsa 5 fokos dőlésszögűre az ék segítségével. A beállítást a lejtőre helyezett dőlésszög mérővel, vagy geometriai mérések alapján (emelkedés, hossz) végezze. A futópálya végéhez helyezze a fékező dobozt, hogy a leérkező kiskocsi ne ütközzön jelentőset. A számítógépen indítsa el a LabCamera kinematika funkcióját! A webkamerát helyezze a változtatható magasságú asztalra, mozgassa úgy, hogy a lejtőt jól lássa, és egy magasságban legyen a lejtő közepével, majd a fej döntésével állítsa be úgy, hogy a lejtő vízszintesnek látszódjon rajta. A kiskocsit rögzítse (vagy tartsa) a lejtő tetején és a programban kattintson rá (a kék részére), hogy követni tudja a szoftver. A program hosszúság kalibrációjához használjuk fel, hogy a kiskocsi hossza 10 cm.

Feladatok

- Indítsa el a mérést, majd kezdősebesség nélkül hagyja legurulni a kiskocsit. Amint legurult állítsa le.
- A program lefuttatása után hívjuk be a mozgás vízszintes irányú, sebesség – idő (v_x – t) grafikonját! A grafikon alapján jellemezzük a kocsi mozgását és határozzuk meg a kocsi

gyorsulását! (*Megjegyzés:* a program a gyorsulást is ki tudja rajzolni az idő függvényében, de általában nagy hibával, pontról pontra számolja, így a sebesség – idő grafikonról sokkal pontosabb eredményt kaphatunk)

- A gyorsulás meghatározásához exportáljuk ki az adatokat (save data table). A fájlt nyissuk meg táblázatkezelővel. Ábrázoljuk a sebességet az idő függvényében és illesszünk egyenes a mozgás gyorsuló szakaszára!
- Végezzük el a mérést két másik dőlésszög esetén (pl. 2° és 10°). Foglaljuk értéktáblázatba a három különböző meredekségű lejtőn mért gyorsulások értékét (a) és a lejtők szögét (α)!

Érdekes elméleti kérdések

- A kiskocsi nem a lejtőn súrlódás nélkül csúszó testre jól ismert képlet ($g \sin \alpha$) által jósolt gyorsulással fog mozogni. Ez nem mérési hiba (és nem a súrlódásnak tudható be)! Magyarázza, hogy mi okozza a várt gyorsulás és mért gyorsulás közötti különbséget!

Értelmezés

A kiskocsi kerekei forognak miközben a lejtőn lefelé mozog, azáltal nem érvényes rá a jól ismert $g \sin \alpha$ képlet, mely csak súrlódás mentesen csúszó test esetén érvényes.

b) Rezgő test mozgásának elemzése

A kísérlet célja

Rezgő test hely – idő, sebesség – idő és gyorsulás – idő grafikonjának elemzése LabCamera program segítségével.

Szükséges anyagok, eszközök

- Spirálrugó és rezgő test (a rugó és a test megválasztása akkor optimális, ha a rezgésidő értéke 1 másodperc körüli. Túl gyors rezgés esetén a program nem tudja folyamatosan követni a mozgó testet, ezért a grafikon hibás lesz)
- A rugó felakasztására szolgáló állvány
- Fotóháttér
- Webkamera
- Számítógép (*LabCamera* mérőprogrammal)

Leírás

Lógassuk fel a súlyt az állványzattal úgy, hogy nyugalmi helyzetébe a fehér fotóháttér közepén függjön. A számítógépen indítsa el a LabCamera kinematika funkcióját! A webkamerát helyezze a változtatható magasságú asztalra, mozgassa úgy, hogy a vízszintesen nézzen a testre. A test fölött és alatt körülbelül 20 cm legyen a képtér. Indítsuk el a felvételt, ezt követően húzzuk lefelé a testet (úgy hogy még a képtérben maradjon), majd hagyjuk magára. A test rezgésbe jön, csillapodása minimális.

Feladatok

- Vegyük fel a rezgőmozgás kitérés - idő függvényét! Határozzuk meg rezgést jellemző paraméterek - amplitúdó (A) és rezgésidő (T) - értékeit!
- Ábrázoljuk egyszerre a rezgés kitérés – idő, sebesség – idő és gyorsulás – idő grafikonját. Vizsgáljuk meg a fázisviszonyokat, valamint igazoljuk a maximális

sebesség és gyorsulás értékére megismert $v_{max} = A \cdot \omega$ és $a_{max} = A \cdot \omega^2$ összefüggéseket!

Értelmezés

A rezgő test harmonikus rezgőmozgás végez. A $v_{max} = A \cdot \omega$ és $a_{max} = A \cdot \omega^2$ összefüggések jó közelítéssel teljesülnek.

42) Mérések Audacity számítógépes akusztikus mérőprogram segítségével

Az Audacity program (ingyenes letöltés: https://www.audacityteam.org/) használati útmutatója megtalálható a fizika tanítás a középiskolában jegyzet (http://csodafizika.hu/fiztan/letolt/fizika_tanitasa_1.pdf) 702. oldalán. A feladatok elkezdése előtt a mikrofont és a hangfalat csatlakoztassa a számítógéphez. Ezt követően indítsa el az Audacity programot. Ha a program megfelelő működik, akkor felismeri a két eszközt. A működését érdemes letesztelni: indítsunk el egy felvételt, beszéljünk bele a mikrofonba, majd állítsuk le és hallgassuk vissza. Ha jó minőségben visszahalljuk a saját beszédünket, akkor minden rendben működik.

a) Az emberi hang, a hangvilla és síp hangjának elemzése

A kísérlet célja

Különböző hangok elemzése Audacity programmal. Nyílt és zárt síp hangja közötti különbség bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- Számítógép (*Audacity* akusztikai mérőprogrammal)
- Mikrofon
- Ismert frekvenciájú hangvilla, gumi ütő
- Nagy méretű, demonstrációs síp

Leírás

A mikrofont helyezzük magunk elé és a különböző eszközökkel (hangszál, hangvilla, síp) keltett hangokat vegyük fel. Vizsgáljuk meg a hangnyomást az idő függvényében, valamint elemezzük a hangok spektrumát!

Feladatok

- Mondjuk bele egy szöveget a mikrofonba. Nagyítsunk rá a hangnyomás grafikonra és figyeljük meg a hangnyomás nagyságának „periodikus” változását! Készítsük el a hang spektrumát, és határozzuk meg a hangunk legjellemzőbb frekvenciáját. Kérjük meg egyik társunkat, hogy mondja bele ugyanezt a szöveget a mikrofonba. A spektrum alapján döntsük el kinek mélyebb a hangja!
- A gumi ütővel szólaltassuk meg a hangvillát. Nagyítsunk rá a hangnyomás grafikonra és figyeljük meg a hangnyomás nagyságának periodikus változását! Mi a különbség az emberi hanghoz képest? Figyeljük meg a hang spektrumát! Hasonlítsuk össze a mért és a hangvillára írt frekvenciát! Hogyan módosul a hangvilla hangja (spektruma), ha az asztalhoz csapva szólaltatjuk meg?
- Fújunk bele a sípba egyenletesen és rögzítsük a hangját! Figyeljük meg a hangnyomás nagyságának periodikus változását! Hasonlítsuk össze az előző kettő grafikonnal! A spektrum alapján határozzuk meg a síp alaphangját! Fogjuk be a síp végét és szólaltassuk meg újra. Ebben az esetben is határozzuk meg a zárt síp alaphangját és vessük össze a nyitott síp alaphangjával!

Érdekes elméleti kérdések

- Mi határozza meg az ember hangszínét? Honnan látszik a spektrumán?
- Magyarázza a nyitott és zárt síp hangja közötti különbségeket. Magyarázza a felharmonikusok létrejöttét!
- Mit jelent a dB skála?

Értelmezés

A hangmagasságot a spektrumban látható legerősebb csúcs frekvenciája határozza meg. Nagyobb frekvenciához tartozik a magasabb hang. Az ember hangszínét a felharmonikusok határozzák meg. A hangvillának hangnyomás grafikonja szinuszosan hullámzik, spektrumában egyetlen csúcs látható. A zárt síp alaphangjának hullámhossza fele akkora, mint a nyitott sípé, ezáltal a hangja magasabb.

b) Hang állóhullámok, hangsebesség mérése

A kísérlet célja

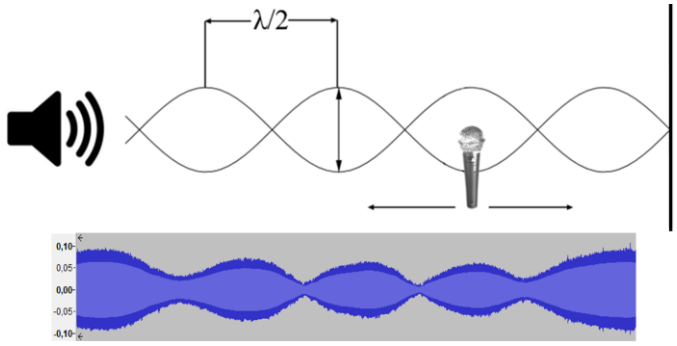
Hangsebesség mérése hang állóhullámok keltésével.

Szükséges anyagok, eszközök

- Számítógép (*Audacity* akusztikai mérőprogrammal)
- Mikrofon (yeti)
- Hangfal
- Mérőszalag

Leírás

Fordítsuk egyenes, sima fal felé hangfalunkat, és a programmal generáltassunk monokromatikus hangot (1000 Hz) (Generálás→Hang). A hangfal és a fal távolsága legyen 1,02 m. A generáltatással párhuzamosan indítsuk el a hangfelvételt is (ehhez egy új hangsávot kell nyitni: Sávok→új hozzáadása→audió sáv), és a faltól indulva mozgassuk egyenletes sebességgel a mikrofont, ahogyan a sematikus ábrán látszik.



Ekkor a hangnyomás-intenzitásban periodikus csökkenést emelkedést láthatunk (bal oldali ábra, alsó része).

Feladatok

- Határozza meg két szomszédos minimumhely távolságát, és számolja ki az adatból a hangsebességet!

Érdekes elméleti kérdések

- Mi az állóhullámok kialakulásának feltétele. Magyarázza miért volt érdemes a hangszórót pont 1,02 méterre helyezni a faltól.

Értelmezés

A generált hang és a falról visszaverődő hang interferenciája révén állóhullámok alakulnak ki.

Alkalmazások (házi és modell kísérletek)

43) Modellkísérlet az égbolt kék színére, polározottságára és naplemente vörös színére

A kísérlet célja

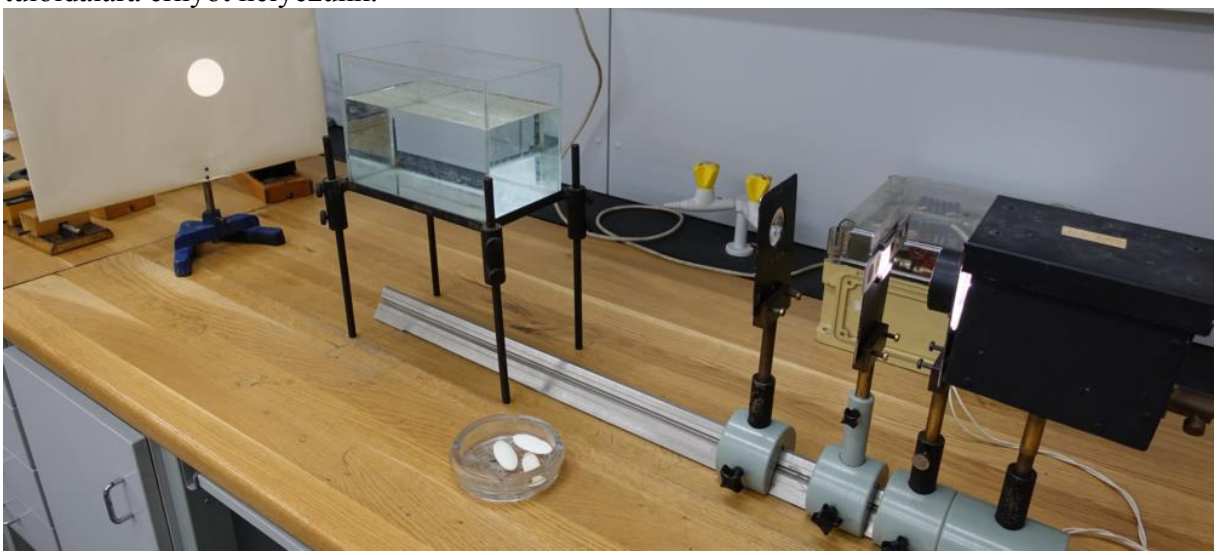
Hétköznapi jelenségek (naplemente vörös színe, ég kék színe) fizikai magyarázata modellkísérlet segítségével.

Szükséges anyagok, eszközök

- Üvegkád állványon
- Kemény szappan
- Lámpa (12 V, 100 W, transzformátorra kötve)
- Kettős kondenzor lencse (f = 5 cm)
- Diafragma (lyukblende)
- Gyűjtőlencse (f = 10 cm)
- Optikai sín (4 db lovas, 3 db T tartó)
- Talpas ernyő
- Polárszűrő

Leírás

Üvegkádba tiszta vizet öntünk, és ebben mossunk bele hagyományos keményszappant. A kádon keskeny, optikai padon előállított (kb. 5 cm átmérőjű) fénynyalábot bocsájtunk keresztül, a kád túloldalára ernyőt helyezünk.



A szappant óvatosan adagoljuk! Már egészen kis koncentráció esetén is látható, hogy a fény oldalirányban kilép a nyalábból, és a fénynyaláb környékén a víz égszínkék színűvé válik. A továbbhaladó fénynyaláb pedig sárgás színűnek látszik, nagyobb szappankoncentrációnál pedig bíborvörössé válik. Ez utóbbit legjobban az átmenő nyalábban lehet megfigyelni. Üvegkádas kísérletünk alkalmas annak az ismert ténynek a demonstrálására is, hogy az égbolt fénye poláros. Ha ugyanis polárszűrőn keresztül nézünk a kád felé, a polárszűrőt forgatva a látómezőt periodikusan világosnak, majd sötétnek látjuk.

Érdekes elméleti kérdések

- Adjunk szerkezeti magyarázatot a jelenségekre. Mi okozza az ég kék színét és a naplemente vörös színét a légkörben?

Értelmezés

A légtérben két jelenség is okozza a fény szóródását: i) helyenként sűrűsödések és ritkulások alakulnak, valamint ii) a levegőben lévő apró porszemcsék. A Napból érkező fehér fényből a rövidebb hullámhosszút (ibolya, kék) erősen, a hosszabb hullámhosszakat (sárga, vörös) kevésbé képesek minden irányban egyenletesen szórni. Ezért az égboltot kéknek, a lenyugvó Napot pedig vörösnek látjuk. Napnyugtakor a fény vastagabb légkörön halad át és ezért a kék

komponens szinte teljesen kiszóródik. Modellkísérletünkben a szappan részecskéi is apró - mikroszkópikus méretű – gömböcskék formájában diszpergálódnak. Ezek a kis gömböcskék ugyanúgy szórják a fényt, mint az égbolt sűrűségfluktuációi és porszemcséi.

44) Mikroszkóp modell

A kísérlet célja

Mikroszkópok működési elvének megismerése.

Szükséges anyagok, eszközök

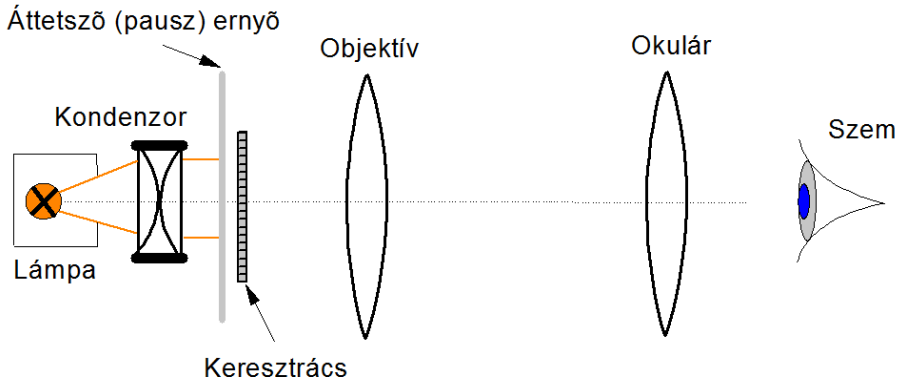
- Lámpa (12 V, 100 W, transzformátorra kötve)
- Kettős kondenzor lencse (f = 5 cm)
- Gyűjtő lencse (2 db, f = 10 cm)
- Tárgyak (drótkeret, ecset, madártoll)
- Pausz ernyő
- Optikai sín (5 db lovas, 5 db T tartó)

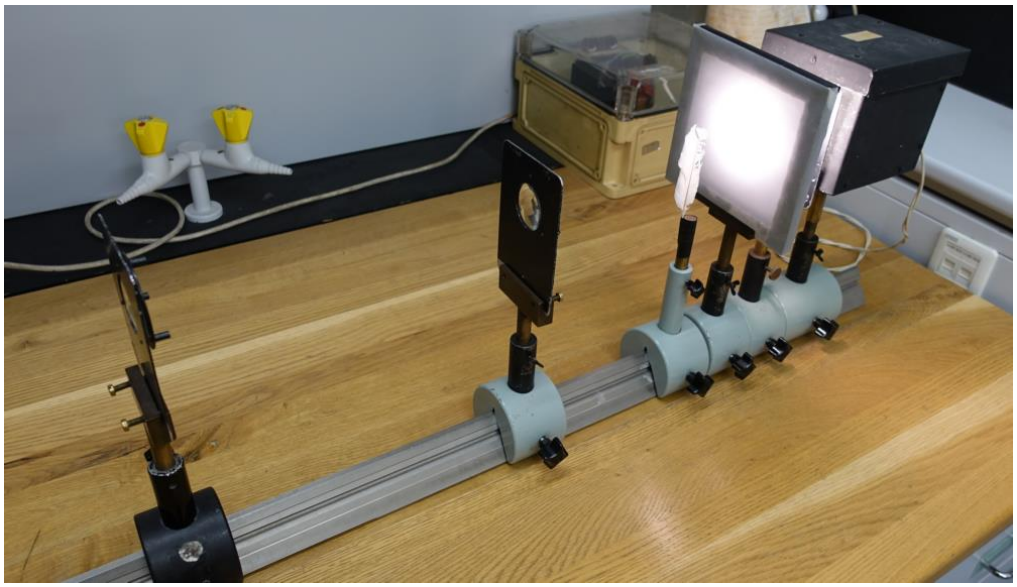
Leírás

A modell egyszerű (l'I'G) optikai padon összeállítható. Objektív (tárgy) és okulár (szem) lencseként egyaránt f = + 10 cm. gyújtótávolságú gyújtólencsét alkalmazzunk. Állítsuk be a két lencsét úgy, hogy távolságuk

$$d > f_1 + f_2 \qquad (d = f_1 + f_2 + \Delta d)$$

legyen. Tárgynak használhatunk kezdetnek egy drótkeretet (majd ecsetet, madártollat, stb) amelyet átmenő fénnyel világítunk át. Tanácsos a tárgy és kondenzor közé egy áttetsző papírlemezt (pausz ernyőt) helyezni, mely csökkenti a kép vakító fényességét. Az elrendezés a következő ábrán látható.





Feladatok

- Állítsuk élesre a képet a tárgy mozgatásával. A tárgytávolságot és a tubushosszat (d) ki kell kísérletezni ahhoz, hogy torzításmentes nagyított képet kapjunk.

45) Galilei és Kepler távcsőmodell.

A kísérlet célja

A Galilei és Kepler távcső működési elvének megismerése, használatuk gyakorlása.

Szükséges anyagok, eszközök

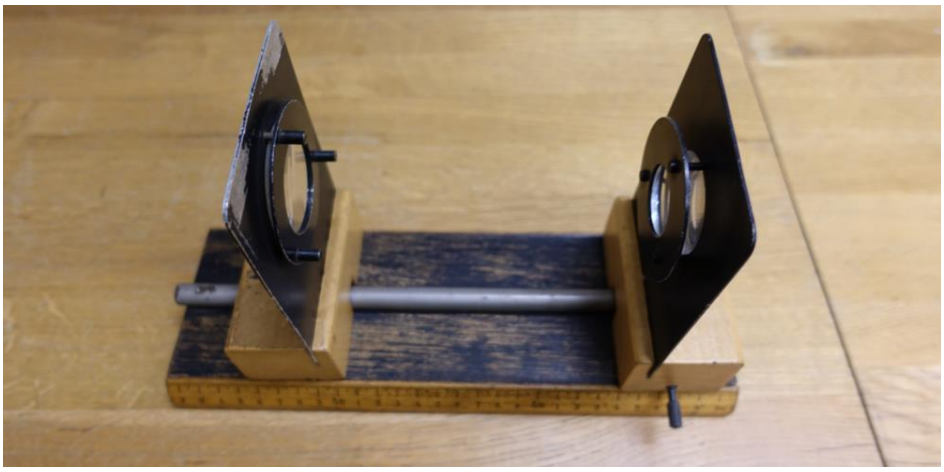
- Fa optikai sín
- Gyűjtő lencse (1 db f = 10 cm, 1 db f = 20 cm, 1db f = 5 cm)
- Szórólencse

Leírás

A távcsövek egyszerű modelljeit rövid fa optikai padon állítsa össze, hogy könnyen mozgatható legyen.
A Galilei távcső két lencséből áll, egy hosszabb gyújtótávolságú gyűjtő- (objektív, f = 20 cm) és egy rövid gyújtótávolságú szórólencséből (okulár, f = -5 cm). Állítsuk be úgy őket, hogy a lencsék távolsága

$$d = |f_{obj}| - |f_{ok}|$$

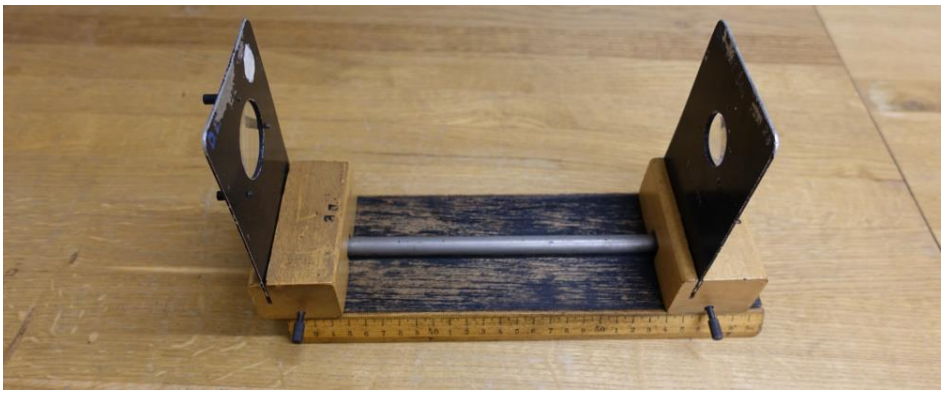
legyen. Nézzünk bele az okulár lencsébe és figyeljünk meg egy távoli tárgyat. A kép élesre állítását d hangolásával érhetjük el. Egyenes állású nagyított képet láthatunk.



A Kepler távcső is két lencséből áll, egy hosszabb (objektív, f = 20 cm) és egy rövidebb (okulár, f = 5 cm) fókusztávolságú gyűjtőlencséből. Állítsuk be úgy őket, hogy a lencsék távolsága

$$d = f_{obj} + f_{ok}$$

legyen. Nézzünk bele az okulár lencsébe és figyeljünk meg egy távoli tárgyat. A kép élesre állítását ennél az eszköznél is d hangolásával végezhetjük. Fordított állású nagyított képet láthatunk.



Feladatok

- A távcsövek nagyítását a lencsék fókusztávolságának aránya adja. Ellenőrizzük kísérletileg. Cseréljük ki az objektívet 10 cm-es fókusztávolságú lencsére és vizsgáljuk meg a nagyítás változását!

46) A nehézségi gyorsulás meghatározása mobiltelefonnal

A kísérlet célja

A nehézségi gyorsulás meghatározás mobiltelefonnal.

Szükséges anyagok, eszközök

- Mobiltelefon
- Androidos operációs rendszer esetén Sensor Kinetics nevű program (vagy más gyorsulásmérő program)
- Párnával kibélelt doboz

Leírás

A fent ajánlott gyorsulásmérő programot (Sensor Kinetics), vagy bármely más célnak megfelelő programot telepítsen mobiltelefonjára!
A gyorsulásmérő program elindítása után engedjük el a telefont vízszintesen tartva, a párna felett kb. 2 m-rel. Előtte mindenképpen próbáljuk ki a párnázott doboz rugalmasságát, nehogy kipattanjon a mobilunk!

Feladatok

- A mobiltelefon mozgatásával határozza meg melyik a telefonhoz képesti x, y, z-tengely!
- Határozza meg a nehézségi gyorsulás értékét!

Érdekes elméleti kérdések

- Nézzen utána, hogyan méri a gyorsulást a mobiltelefon. Miért mutat a mobiltelefon álló helyzetben kb. 10 m/s^2 gyorsulást?

Értelmezés

A mobiltelefon z tengelye általában a kijelzőre merőleges. Ha egy vízszintes asztallapra tesszük, akkor 10 m/s^2 gyorsulást mutat ebben az irányban, ugyanis a gyorsulásmérő „súlyból" számolt gyorsulást mutat. Ha leejtjük a telefont, akkor ez jó közelítéssel 0-ra esik vissza az esés idejére.

47) Gyorsulásérzékelő szenzor helyének meghatározása

A kísérlet célja

A gyorsulásérzékelő szenzor helyének meghatározása a mobiltelefonban.

Szükséges anyagok, eszközök

- Mobiltelefon
- Androidos operációs rendszer esetén Sensor Kinetics nevű program (vagy más gyorsulásmérő program)
- Lemezjátszó

Leírás

A telefont helyezzük rá a lemezjátszóra (vízszintesen) úgy, hogy a gyorsulásmérő program vagy csak az x, vagy csak y tengely mentén mutasson gyorsulást. Ekkor ez a tengely biztosan egy vonalba esik a lemezjátszó közepétől a szenzorig húzott egyenessel. Ekkor már tudjuk mely egyenes mentén kell keresni a szenzort. A középponttól mért távolságot ismert szögsebességű forgatás alapján számolhatjuk a mért centripetális gyorsulásból.

Feladatok

- Mérjük meg a gyorsulást a lemezjátszóra helyezett mobiltelefonnal a lemezjátszó két különböző fordulatszáma mellett (a lemezjátszóra írt fordulatszám fordulat/perc egységekben van).
- A mért adatokból határozza meg a gyorsulásérzékelő szenzor helyét!

Értelmezés

A lemezjátszó egyenletes forgómozgást végez. A telefon gyorsulásérzékelője egy körpályán halad egyenletesen, így gyorsulása a centripetális gyorsulással egyezik meg, mely egyenletes forgásnál mindig a kör középpontja felé mutat. Ennek megfelelően, ha csak x, vagy y irányban érzékel gyorsulást, akkor a megfelelő tengely irányában van a forgás középpontja.

48) Légpárnás jármű CD-ből, kupakból, lufiból

A kísérlet célja

A súrlódás sokszor erősen befolyásolja a bemutatott kísérleteket, eltérést okozva ezáltal a tanórai, „idealizált” leírástól, magyarázattól. A súrlódást persze sok féleképpen csökkenthetjük, ám igazán eredményesek pl. légpárnás rendszerekkel leszünk. Egy-egy légpárnás jármű elkészítése nem nehéz. Diákjaink otthon is elkészíthetik, s ha csak rövid időre is, de tanulmányozhatnak szinte teljesen súrlódásmentes mozgásokat is!

Szükséges anyagok, eszközök

- CD
- Szelepes kupak energiaitalokról vagy gyerekitalokról (esetleg jó a sima is, de azt még át kell fúrni)
- Folyékony ragasztó
- Lufik
- A4 papírlapok, papír mérőszalag

Leírás

A CD belső átmérőjének környékét erősen kenjük meg folyékony ragasztóval, majd erősen nyomjuk össze a kupakkal. Várjunk, amíg megszárad a ragasztó. Fújjuk fel az egyik lufit, majd

felfújt állapotban húzzuk rá a zárt kupakra. A szelep felhúzásával elkezd kifelé áramolni a levegő, s a légpárnás „járművünk” lebegni kezd!

Feladatok

- Lebegési magasság becslése: Fújja a lufit többször nagyjából azonos méretűre, majd nyissa kis a szelepet. A lebegő légpárnást óvatosan lökje egy A4-es papírlapra. Ha ez gond nélkül sikerült, emelje az egymásra rakott papírlapok számát addig, amíg a jármű a lapok szélén már fent akad. A papírlapok számának ismeretéből becsülje a lebegés magasságát!
- Lebegési idő: Fújjon fel már korábban is használt lufit három különböző méretre. A lufik átmérőjét leeresztés előtt mérje meg a papír mérőszalaggal. A szelep nyitása után mérje a leeresztés idejét, s ábrázolja a lufi kerületének függvényében. Mit tapasztal?

Érdekes elméleti kérdések

- Ha a CD alatt túl gyorsan áramlik a levegő, a CD nem lebeg, hanem rezeg az asztalon. Magyarázza a jelenséget!

Értelmezés

A lufiból áramlik ki a levegő, ezáltal (mint egy rakéta) elindul felfelé. Azonban ekkor a CD alatt a levegő mozgása miatt csökken a nyomás (Bernulli – törvénynek megfelelően), így a külső légnyomás nem engedi elemelkedni a talajról.

49) Magnus-effektus hurkapálcára rögzített hengerrel és Magnus-sikló készítése

A kísérlet célja

Magnus-effektus bemutatása

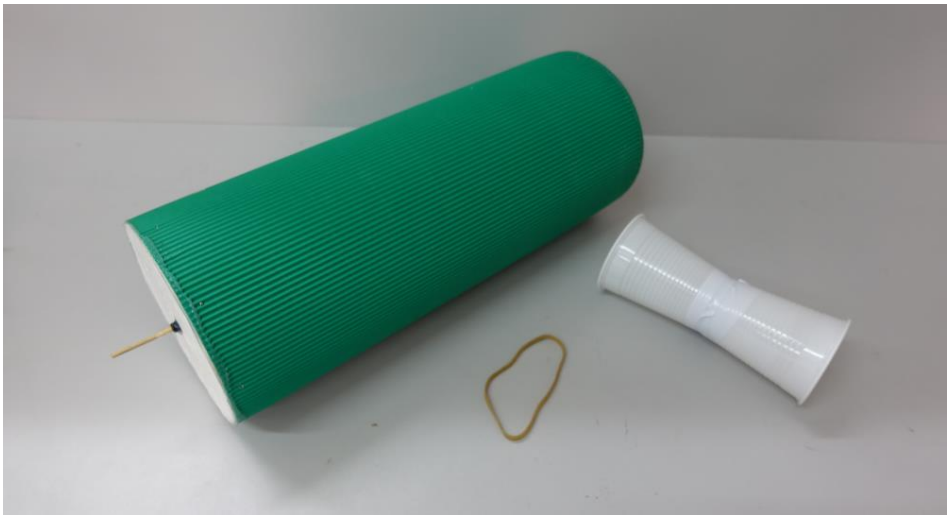
Szükséges anyagok, eszközök

- Hurkapálca
- Polisztirol

- Hullámos karton
- Műanyag pohár
- Ragasztószalag
- Postásgumi (3 db)

Leírás

A Magnus-effektust demonstráló egyszerű szerkezet készíthető két, kör alakban kivágott polisztirol lapból és hullámos kartonból. A polisztirol köröket szúrjuk át a közepüknél hurkapálcával, majd a távolságukat állítsuk be kartonunk szélességének megfelelően. Ezután ragasszuk a kartont körbe a körön. A hullámok legyenek párhuzamosak a hurkapálcával! Az eszközt tartsuk magunk elé, majd ejtsük le. A henger függőlegesen zuhan. Ezt követően forgassuk be az ejtés előtt. Ekkor jól láthatóan eltér a pályája a függőlegestől!
Érdekesebb eszköz építhető műanyag poharakból. A műanyag poharak talpait ragasztószalaggal rögzítsük össze (ez lesz a sikló). A postásgumikból készítsünk láncot. A lánc egyik végét fogjuk a szerkezet közepéhez, és megfeszítve hurkoljuk köré néhányszor. Ha már csak egy pár centiméteres szabad vég maradt a gumiból, akkor feszítsük meg a gumi végét és lőjük ki az eszközt. Az interneten Magnus Glider néven sok videó található a siklóról.



Feladatok

- Vizsgáljuk meg mindkét eszközt és próbáljuk ki a működésüket! Figyeljük meg a forgásirány és a mozgás irányának kapcsolatát!

Érdekes elméleti kérdések

- Mi a forgásirány és az eltérülés kapcsolata?

Értelmezés

A henger körül áramlik a levegő (esés, vagy ellövés során). A forgása miatt az egyik oldalán növeli az áramlás sebességét a másikon csökkenti. Ezáltal az egyik oldalon nagyobb lesz a nyomás (Bernulli – törvénynek megfelelően), így a pályája eltérül. Hasonló jelenség látható a csavart labdák esetén.

50) Bűvészkedés a tehetetlenség törvénye segítségével

A kísérlet célja

A tehetetlenség törvényének egy érdekes bemutatása egyszerű eszközökkel és módon

Szükséges anyagok, eszközök

- üres gyufásdoboz
- 5 Ft-os pénzérme

Leírás

Csúsztassuk az 5 Ft-os pénzérmét a gyufásdoboz fala és a fiók fenéklapja közé! Vegyük bal kezünkbe a gyufásdobozt úgy, hogy legkisebb lapja legyen alul, ahová a pénzérmét is helyeztük! Fordítsuk úgy, hogy a pénzérme tőlünk távolabbi oldalon, a „nézők” felé legyen! Kisujjunkkal támasszuk meg alulról a dobozt, többi ujjunkat lazán tegyük köré, csak annyira, hogy megakadályozzuk az elborulását és a leesését! Jobb kezünk mutató- és középső ujjával erősen ütögessük a gyufásdoboz tetejét többször egymás után! Figyeljük meg, hogy néhány ütés után a pénzérme kibújik a gyufásdoboz tetején!

Érdekes elméleti kérdések

- Adjon teljeskörű magyarázatot a jelenségre! Mi a szerepe az ütögetésnek a kísérletben?
- Miért pénzérmét használunk a kísérletben és nem műagyagból vagy kartonlapból készült korongot?

Értelmezés

A hirtelen ütés hatására gyufásdoboz lefelé elmozdul, de a pénzérme tehetetlensége folytán egy helyben marad.

51) Goethe barométer (hőmérő) házilag

A kísérlet célja:

Szemétből kísérleti eszközt konstruálni. Barométer működési elvének bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- 2 db fél literes PET-palack
- A PET-palack szájába illeszkedő átfúrt gumidugó

- Az átfúrt gumidugó lyukába illeszkedő kb. fél méter hosszú üveg (vagy plexi) cső.
- Festett folyadék
- Bunsen-állvány, dió, kémcsőfogó

Leírás

Az egyik PET-palackot dugaszoljuk le az átfúrt gumidugóval és toljuk bele az üvegcsövet (nem kell túl mélyre). A másikat töltsük félig festett vízzel. Az első palackot rögzítsük fejjel lefelé a Bunsen-állványhoz úgy, hogy a csöve belelógjon a második palackba töltött folyadékba. A felső PET-palackot nyomjuk meg enyhén, majd engedjük el, hogy a csövébe (kb. a hosszának feléig) víz kerüljön.

Feladatok

- Tegyük a kezünket a felső PET-palackra (anélkül, hogy nyomást fejtenénk ki rá) és figyeljük meg a folyadékszint változását!

Érdekes elméleti kérdések

- Magyarázza meg hogyan működik az eszköz. Miért alkalmas barométernek és hőmérőnek is? Mi az egyes funkciók helyes működésének feltétele?

Értelmezés

Az eszköz működésének alapja, hogy az üvegcsőben lévő víz hidrosztatikai nyomása plusz a zárt tartályban lévő levegő nyomása egyenlő a külső légnyomással. Ezáltal ha a külső légnyomás változik, akkor változik a vízmagasság. Ekkor barométerként működik. Ha állandó a külső légnyomás, de ha változik a hőmérséklet, akkor a zárt tartály nyomása nő, így változik a vízmagasság (ekkor hőmérő).

52) Szívószál-lebegtetés és vízsugár eltérítése elektrosztatikával

A kísérlet célja

Elektrosztatikus vonzás és taszítás bemutatása házi eszközökkel.

Szükséges anyagok, eszközök

- üres PET-palack
- 3 db szívószál
- vatta
- fahasáb

Leírás

a) Szívószál lebegtetése

A PET-palack oldalán egymással szemben hozzunk létre egy-egy kivágást! Állítsuk a palack mellé a fahasábot úgy, hogy a hátsó kivágástól néhány cm-re legyen a fala. Így megakadályozva a szívószálak kiesését.

Dörzsöljünk meg vattával egy szívószálat és fektessük a résbe! Tegyük meg ugyanezt egy második szívószállal is!

Figyeljük meg, hogy a két szívószál egymást a lehető legtávolabbra taszítja!
Dörzsöljünk meg vattával egy harmadik szívószálat is és csúsztassuk a résbe! Figyeljük meg, hogy szintén a legmesszebbre taszítódik a másik két szívószáltól, így felemelkedik a résben!
Figyeljünk arra, hogy a szívószálakat teljes hosszukban megdörzsöljük!

b) Vízsugár eltérítése
Nyissuk ki a vízcsapot annyira, hogy a lehető legvékonyabb, de már folytonos vízsugár jöjjön ki rajta!
Dörzsöljük meg az egyik szívószálat a vattával, és közelítsük a vízsugárhoz! Figyeljük meg, hogy a vízsugár elhajlik a szívószál irányába!

Érdekes elméleti kérdések

- Mit bizonyít az a tény, hogy az elektromosan töltött testek vonzani és taszítani is tudják egymást?
- Mit tapasztalnánk, ha nem vízsugárhoz, hanem kifolyó benzinhez közelítenénk a megdörzsölt szívószálat?