10. Színképek és polarizáció

Tartalom

Kulcstartalmak 2
1) Folytonos színkép vetítése 3
a) Folytonos színkép vetítés egyszerű prizmával 3
b) Folytonos színkép vetítés egyeneslátású prizmával 5
2) A folytonos spektrum színeinek egyesítése, részleges egyesítése 6
a) Folytonos színkép színeinek egyesítése fehér fénnyé 6
b) Folytonos színkép színeinek részleges egyesítése (opcionális) 7
3) Higanygőz lámpa spektrumának megfigyelése egyeneslátású prizmával, ún. mattpálcás módszerrel 9
4) Higanygőz és nátrium lámpa spektrumának vetítése 10
a) Higanygőz és nátriumgőz lámpa spektrumának kivetítése egyeneslátású prizmával, egyszerű lencsével 10
b) A higanygőz lámpa spektrumának kivetítése kvarc prizmával és kvarc lencsével 11
5) A fluoreszcencia és a foszforeszcencia jelenség bemutatása erre alkalmas festékekkel, oldatokkal 13
6) Káliumpermanganát oldat abszorpciós színképének vetítése 14
7) Klorofil oldat, piros tinta oldat abszorpciójának megfigyelése mattpálcás módszerrel .. 15
8) Poláros fény előállítása fekete üvegről visszaverődéssel 16
9) Polarizálás üveglemez kötegen történő sorozatos fénytörés révén 18
10) Polárszűrők használata, rezgési síkjuk megállapítása 20
11) Mészpátkristály kettőstörő tulajdonságának bemutatása 21
12) Interferencia jelenség létrehozása párhuzamos poláros fénynyalábbal 22
a) Kettőstörő lemez színeinek kivetítése 22
b) Feszültségoptikai alapjelenségek 23

Kulcstartalmak

- Spektrum (Színkép) (folytonos, vonalas, abszorpciós, emissziós)
- Diszperzió
- Fluoreszcencia
- Foszforeszcencia
- Polarizáció
- Kettőstörés
- Interferencia
- Feszültségoptika

1) Folytonos színkép vetítése

a) Folytonos színkép vetítés egyszerű prizmával

A kísérlet célja

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

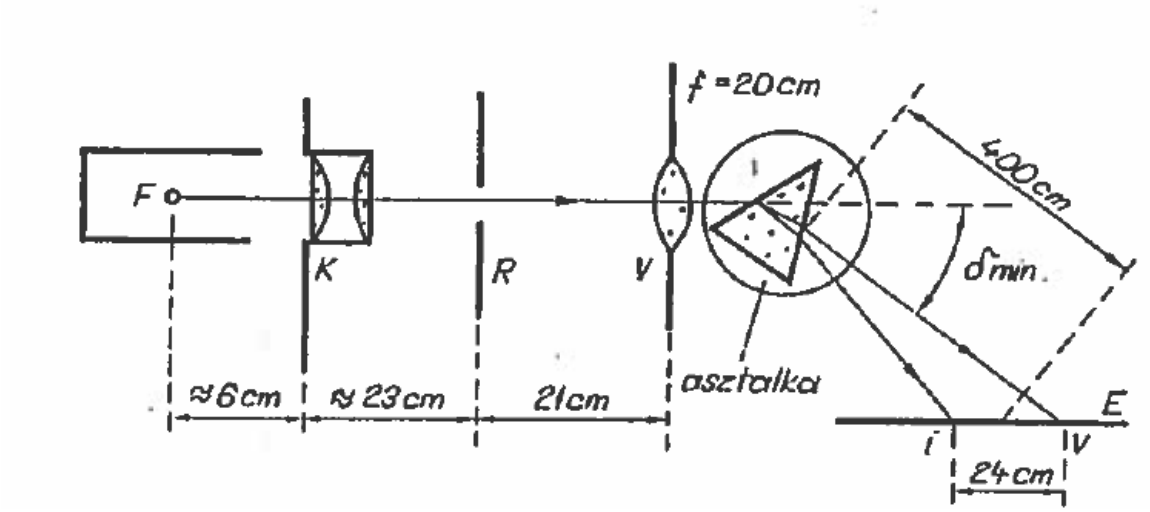
Szükséges anyagok, eszközök

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

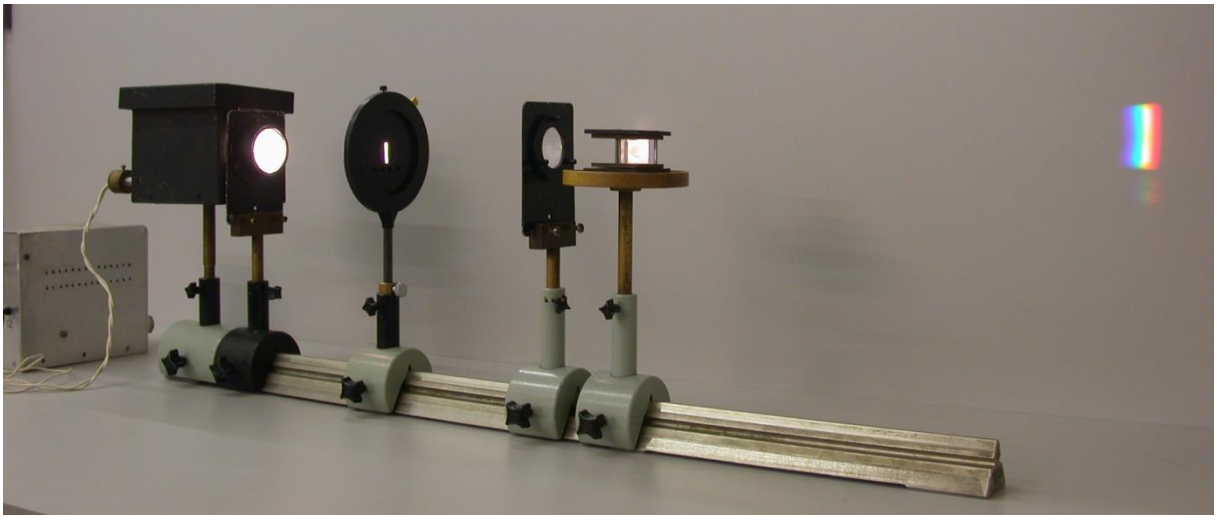
Leírás

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.



Ábra. Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek (85. ábra)



Feladatok

- Állítsa össze a diszperzió bemutatására alkalmas kísérletet!
- Határozza meg a minimális deviáció szögét!
- 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!

Elméleti és módszertani kérdések

- Mi a diszperzió jelensége?
- Magyarázza meg középiskolások számára érthetően, miért jön létre diszperzió!
- Mikor kapunk vonalas és mikor folytonos színképet?

b) Folytonos színkép vetítés egyeneslátású prizmával

A kísérlet célja

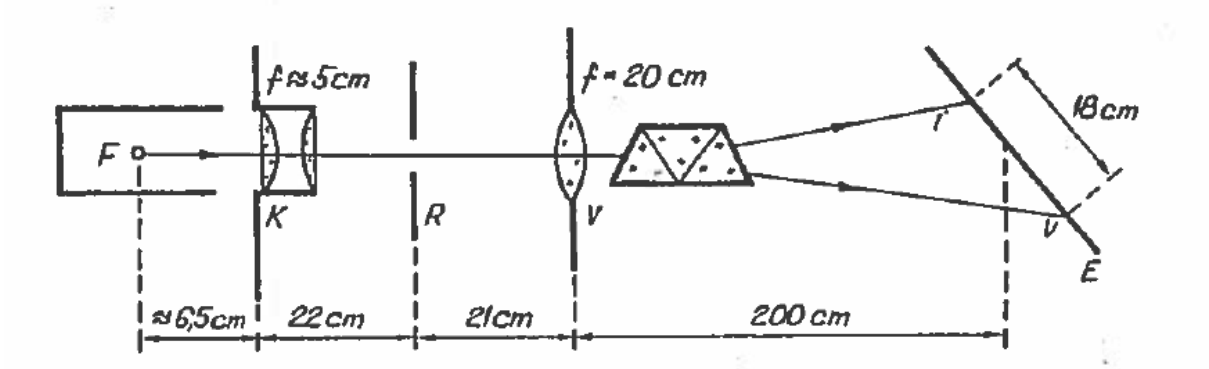
A kísérlet célja az előzővel azonos, de most egyszerűbb összeállítást használunk.

Szükséges anyagok, eszközök

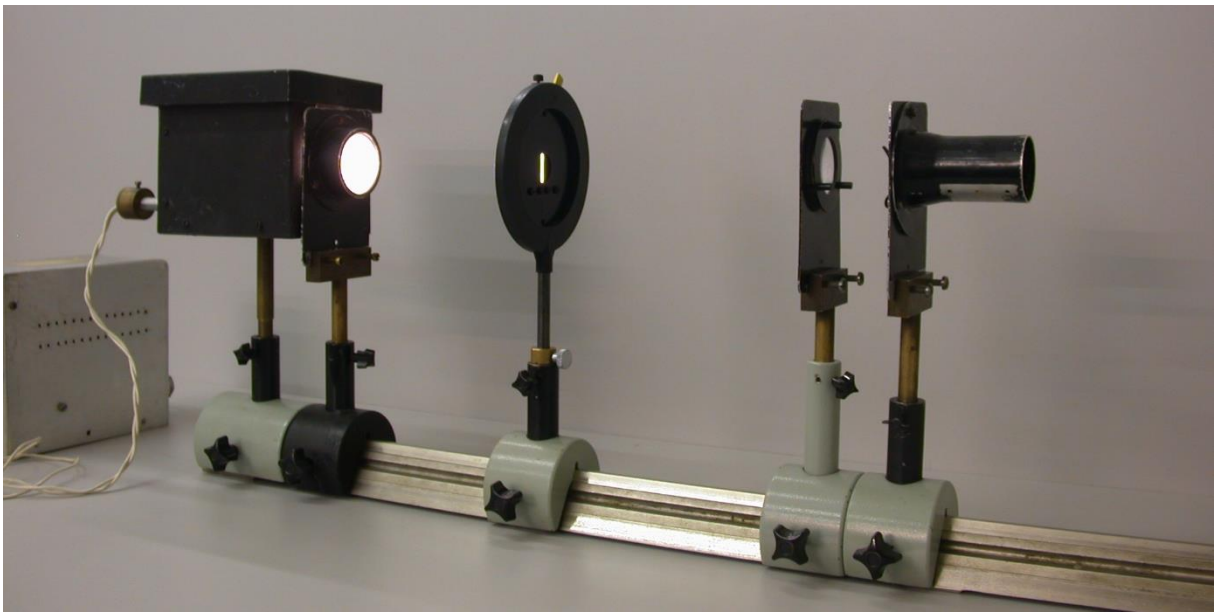
- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kettős kondenzor (f=5 cm)
- Állítható rés
- Gyűjtőlencse (f=20 cm)
- Egyeneslátású prizma fekete védőcsőben, lemezfoglalatban
- Ernyő

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.



Ábra. Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek (87. ábra)



Feladatok

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

Elméleti és módszertani kérdések

- Nézzen utána (pl. Budó: Kísérlet Fizika III.), hogy hogyan lehet egyenes látású prizmát készíteni!

2) A folytonos spektrum színeinek egyesítése, részleges egyesítése

a) Folytonos színkép színeinek egyesítése fehér fénnyé

A kísérlet célja

A spektrumszínek újraegyesítésének bemutatása.

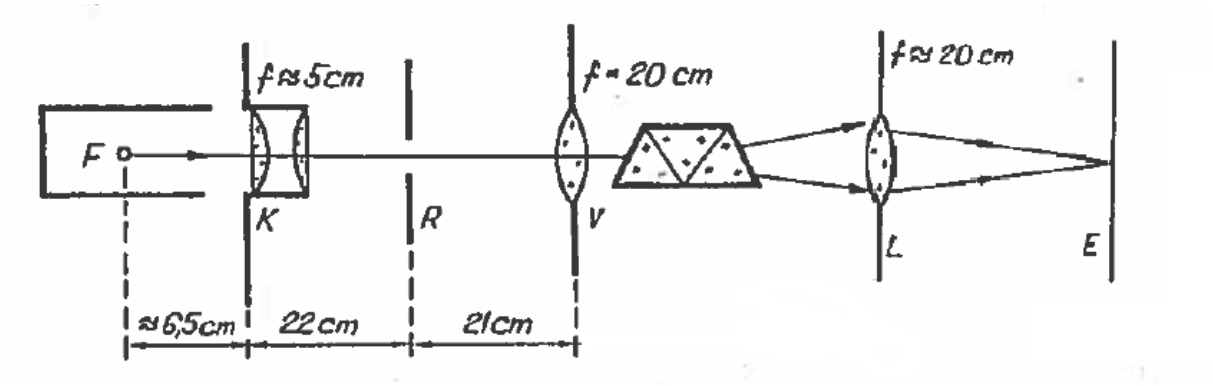
Szükséges anyagok, eszközök

- 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

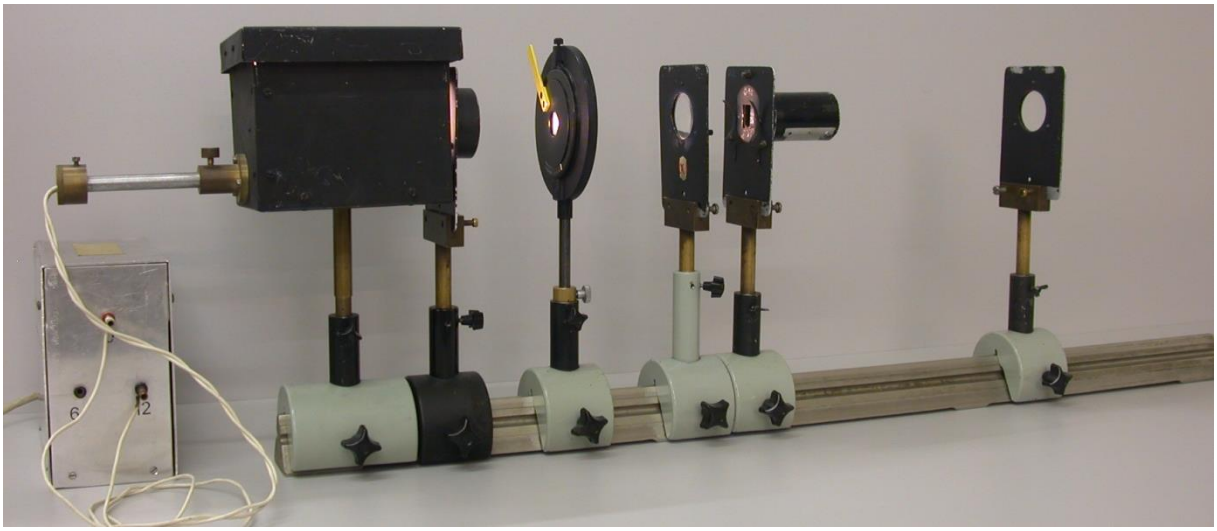
Leírás

Az 1b. feladatban 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.



Ábra. Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek (91. ábra)



Feladatok

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

b) Folytonos színkép színeinek részleges egyesítése (opcionális)

A kísérlet célja

A komplementer színek bemutatása kettősprizma segítségével, valamint annak demonstrálása, hogy komplementer színek egyesítésekor fehér fényt kapunk.

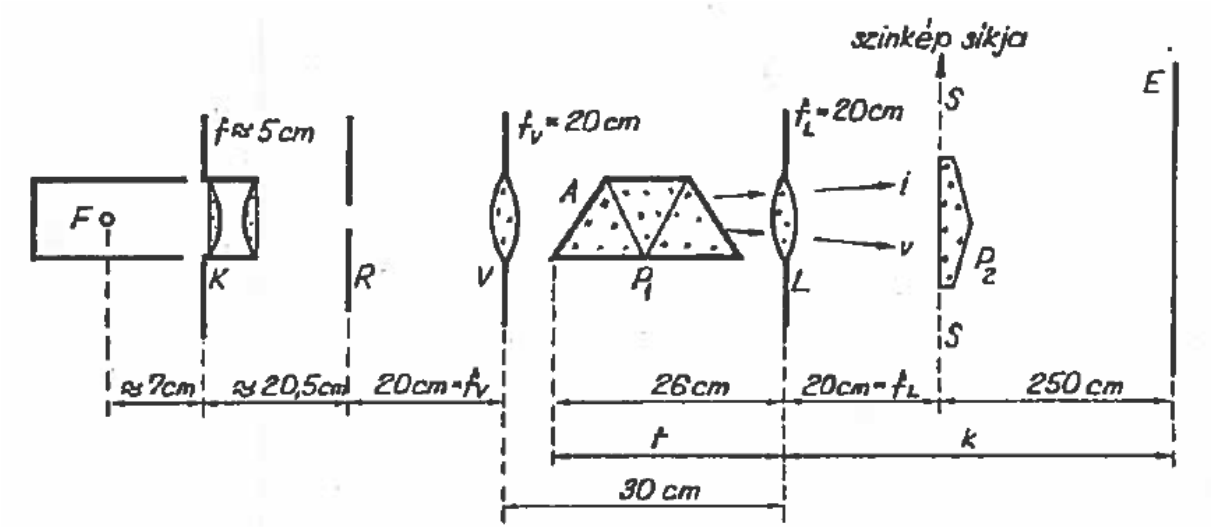
Szükséges anyagok, eszközök

- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kettős kondenzor (f=5 cm)
- Állítható rés
- Két gyűjtőlencse (f=20 cm)

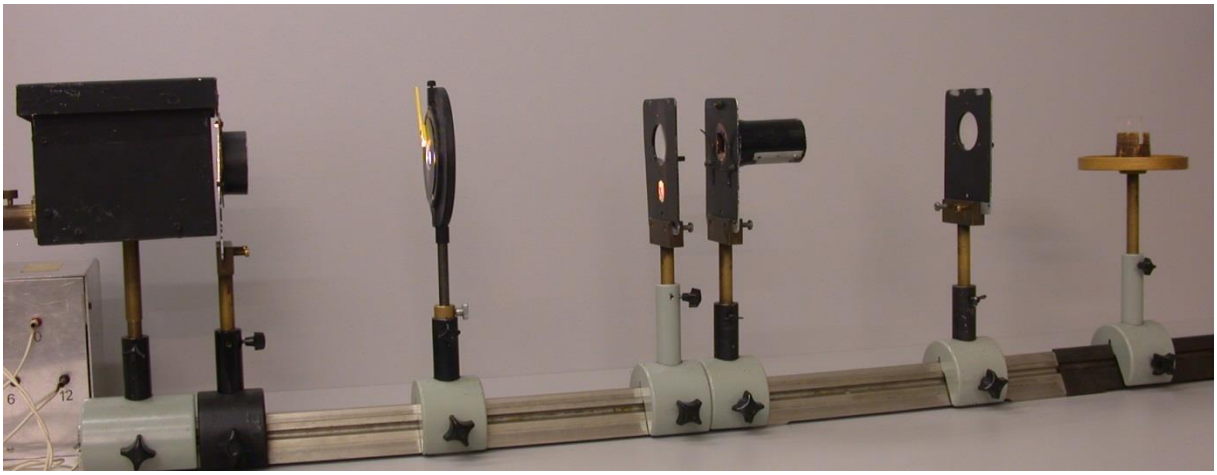
- Egyeneslátású prizma fekete védőcsőben, lemezfoglalatban
- Fresnel-féle biprizma, parafadugóban
- Prizmatartó (kerek) asztalka nyéllel
- Ernyő

Leírás

Először állítsuk elő az ábrán látható összeállítást a Fresnel prizma nélkül. Ehhez a kondenzort helyezzük közvetlenül a vetítőlámpa után, majd kb. 20 cm-re helyezzük el a rést. A V vetítőlencsét a réstől éppen fókusztávolságnyira tesszük, így V-t párhuzamos nyaláb hagyja el. Az egyeneslátású prizma helyzete emiatt nem kritikus. Az L lencse helyét úgy állítsuk be, hogy az ernyőn a rés éles (fehér) képét kapjuk meg. Végül helyezzük el a Fresnel-féle prizmát prizmatartó asztalkán az L ernyő felöli fókuszsíkjában.



Ábra. Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek (93. ábra)



Elméleti és módszertani kérdések

- Magyarázza meg az ernyőn látható „zászló” színeit!
- Milyen színű „zászló” hozható még létre ezzel a módszerrel? Miért nem lehet tetszőleges komplementer színpárt létrehozni?

3) Higanygőz lámpa spektrumának megfigyelése egyeneslátású prizmával, ún. mattpálcás módszerrel

A kísérlet célja

Higanygőz lámpa spektrumának egyszerű bemutatása

Szükséges anyagok, eszközök

- Higanygőz lámpa, fojtótekerccsel egybeépítve
- Matt pálca alumínium lemezbe foglalva
- Egyeneslátású prizma fekete védőcsőben, lemezfoglalatban

Leírás

A higanygőz lámpát a fojtótekercs bedugásával lehet üzembe helyezni. Néhány perc szükséges, míg a maximális intenzitását eléri. A higanygőz lámpa elé helyezzük az alumínium lemezbe foglalt matt üvegpálcát. A közvetlen a szemünk elé tartott prizmán keresztül nézzük a matt pálcát. A spektrum megfigyeléséhez a prizma törőélének párhuzamosnak kell lennie az üvegpálcával.

Vigyázat!

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

Feladatok

- Figyelje meg a prizmán keresztül a higanygőz lámpa spektrumát!

Elméleti és módszertani kérdések

- Miért használunk matt pálcát egyszerű rés helyett? (Dr. Lévius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek)
- Mi a vonalas színkép jelentősége?

4) Higanygőz és nátrium lámpa spektrumának vetítése

a) 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

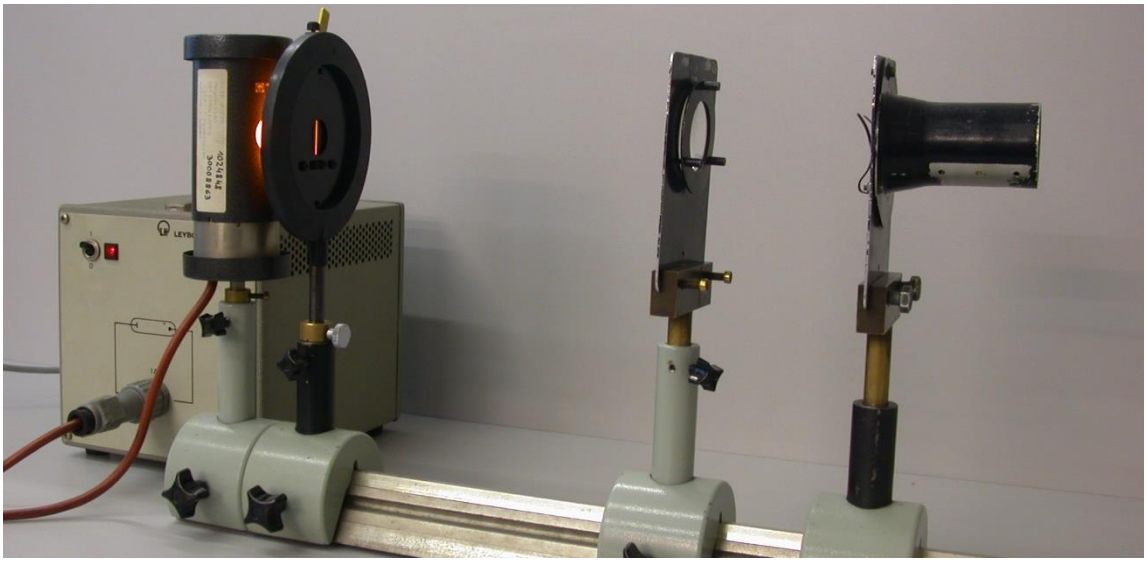
- Nátrium lámpa, fojtótekerccsel egybeépítve
- Higanygőz lámpa, fojtótekerccsel egybeépítve
- Optikai sín
- Állítható rés
- Egyeneslátású prizma
- Vetítőlencse (f = 20 cm)
- ZnS bevonatú ernyő műanyag tokban; a tokból nem lehet kivenni
- Kettős kondenzor (f = 5 cm)
- Ernyő

Leírás

Az 1b. feladatban használt összeállítást alkalmazzuk, azonban most rakhatjuk a rést közvetlenül a fényforrás (higany- vagy nátriumgőz lámpa) elé. (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

- Vetítse ki a higanygőz lámpa spektrumát!
- Tartsa a kis ZnS-os ernyőt a kivetített spektrum elé, és figyelje meg, hogy változott-e a spektrum!
- Vetítse ki a nátriumgőz lámpa spektrumát!
- Helyezzünk egy színes képet a nátriumgőz lámpa fényébe. Milyennek látszódik a színes kép? Miért?

Elméleti és módszertani kérdések

- Mit mutathatunk ki a ZnS-os ernyővel?

b) 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

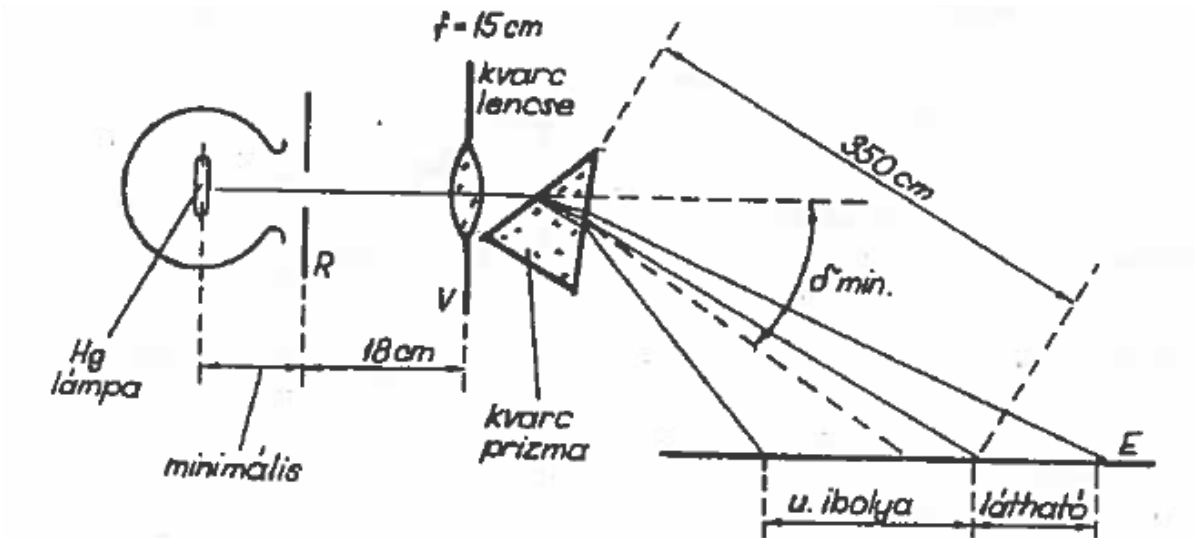
- Higanygőz lámpa, fojtótekerccsel egybeépítve
- Optikai sín
- Állítható rés
- Kvarc lencse (f = 15 cm, Leybold)
- 60 fokos törőszögű kvarc prizma
- Prizmatartó (kerek) asztalka nyéllel
- ZnS bevonatú ernyő, műanyag tokban; a tokból nem lehet kivenni
- Fénymásoló papír
- Ernyő

Leírás

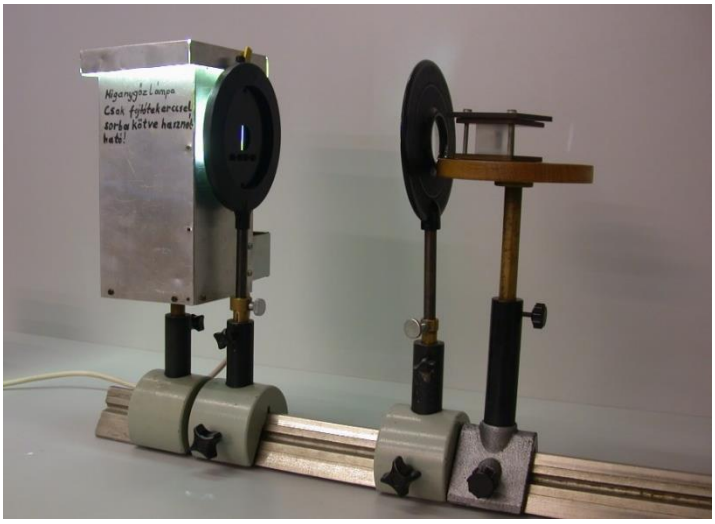
Az 1a. feladatban használt összeállítást alkalmazzuk kisebb módosítással. A lámpát cseréljük ki higanygőz lámpára és ne rakjunk kondenzort a lámpa után, hanem a rést rakjuk közvetlenül a lámpaház elé. (Ügyeljünk arra, hogy ne akadályozzuk a hűlést!) Az ernyőt kb. 2 m-re helyezzük a réstől. A kvarc vetítőlencsét 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.

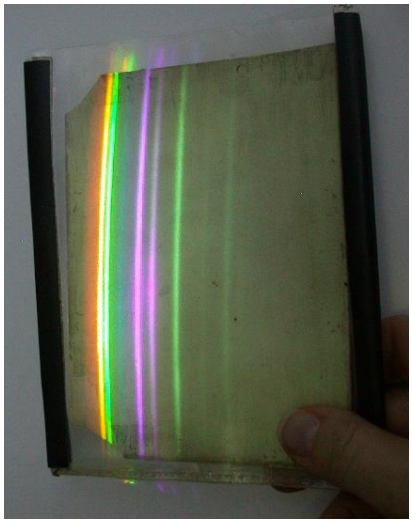
Vigyázat!

Ne nézzünk közvetlenül a lámpába, mert a szemünk károsodásához vezethet! Csak addig működtessük a lámpát, amíg indokolt! A kvarc optikai eszközök hamar könnyen koszolódnak (megváltoztatva ezzel az ultraibolya sugárzás abszorpcióját), ezért használat után rögtön helyezzük vissza azokat a dobozukba.



Ábra. 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!
- Tartsa a kis ZnS-os ernyőt a kivetített spektrum elé, és figyelje meg, hogyan változik a spektrum!

Elméleti és módszertani kérdések

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

5) A fluoreszcencia és a foszforeszcencia jelenség bemutatása erre alkalmas festékekkel, oldatokkal

A kísérlet célja

A kísérlet célja a fluoreszcencia és a foszforeszcencia jelenség bemutatása erre alkalmas oldatokkal, festékekkel.

Szükséges anyagok, eszközök

- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Eszköz a fluoreszcencia bemutatására (3 folyadékkal telt üveg henger; műanyag kerettel)
- Eszköz a foszforeszcencia bemutatására (fekete kerek tégelyben 3 különböző festék)

Leírás

A vetítőlámpa háza elé közvetlenül tegyük a kondenzort (nagyon kis rést hagyva a hűlésnek). Tegyük előbb a fluoreszcencia bemutatására szolgáló eszközt a fény útjába, majd a foszforeszcencia bemutatására szolgáló eszközt.

Feladatok

- Tegyük a fluoreszcencia és a foszforeszcencia bemutatására szolgáló eszközöket egymás után a fény útjába 1-2 percig! Figyeljük meg színüket a megvilágítás során, majd a megvilágítás megszűntével, a sötétben is! Mit tapasztalunk?

Elméleti és módszertani kérdések

- Magyarázza meg középiskolás diákok számára érthetően a fluoreszcencia és a foszforeszcencia jelenségét!
- Keressen példát olyan alkalmazásokra, amely ezekre a jelenségekre épül! Sorolja fel a legérdekesebbnek talált 3-at!

6) Káliumpermanganát oldat abszorpciós színképének vetítése

A kísérlet célja

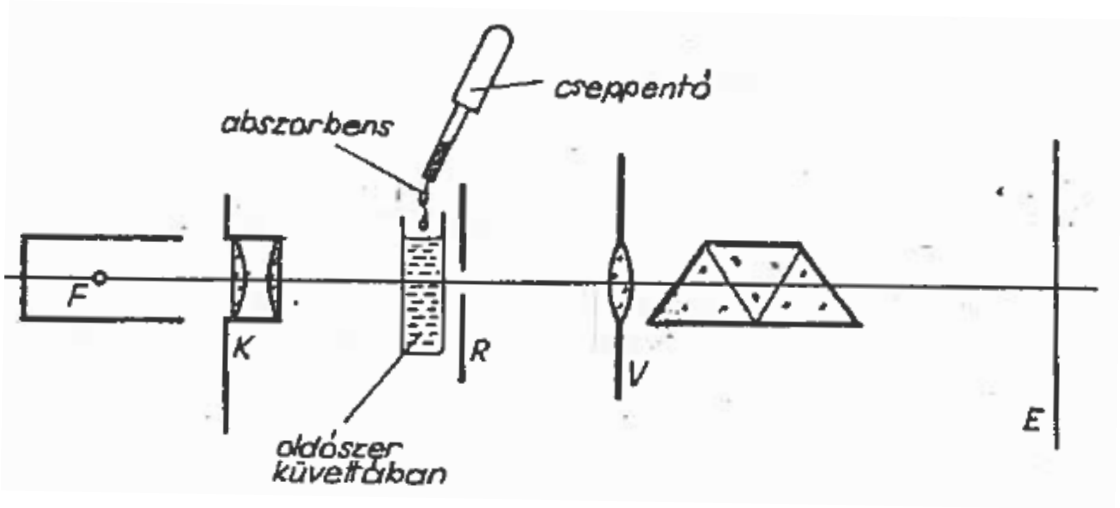
A kísérlet célja a káliumpermanganát oldat abszorpciós színképének vetítése.

Szükséges anyagok, eszközök

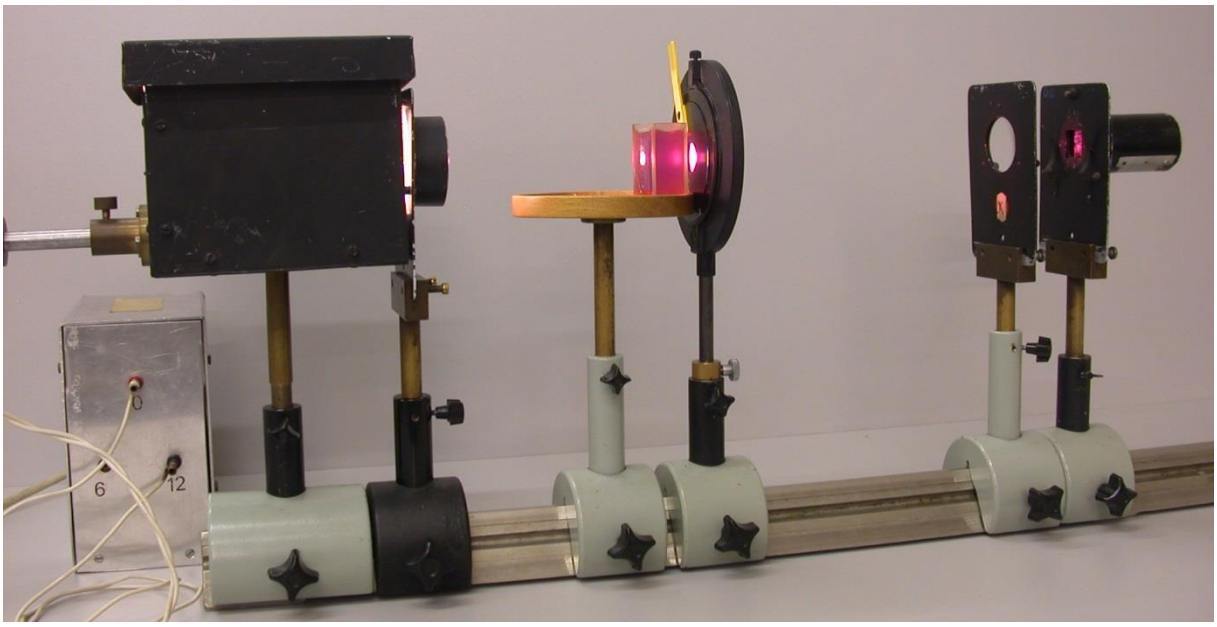
- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Állítható rés
- Gyűjtőlencse (f=20 cm)
- Egyeneslátású prizma
- Hasáb alakú küvetta (laboránstól kell kérni)
- Prizmatartó (kerek) asztalka nyéllel
- Ernyő
- 1 üveg káliumpermanganát 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 az 1b. feladatban 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!



Ábra. 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?

Elméleti és módszertani kérdések

- Mi az abszorpciós színkép?
- Magyarázza meg középiskolás diák számára megérthetően az abszorpciós színkép eredetét!
- Mire használható az abszorpciós színkép?

7) Klorofil oldat, piros tinta oldat abszorpciójának megfigyelése mattpálcás módszerrel

A kísérlet célja

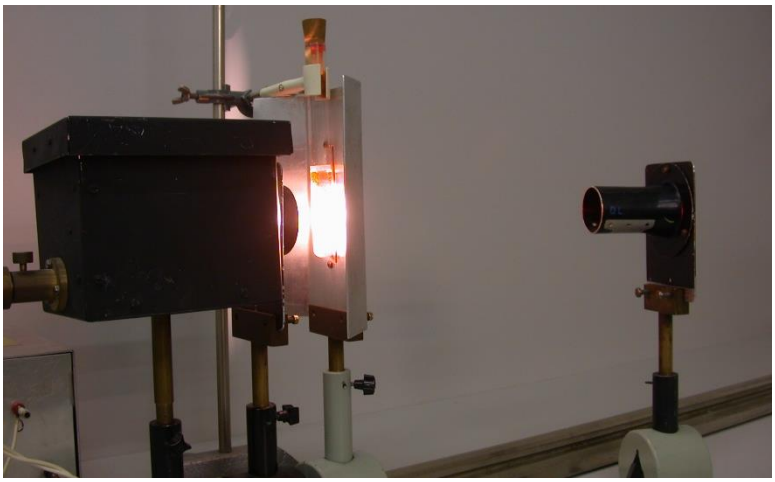
Különböző oldatok abszorpciós színképének megfigyelése.

Szükséges anyagok, eszközök

- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Piros tinta oldata ledugózott kémcsőben
- Klorofil alkoholos oldata ledugózott kémcsőben
- Matt pálca alumínium lemezbe foglalva
- Egyeneslátású prizma fekete védőcsőben, lemezfoglalatban
- Kémcsőtartó állvánnyal

Leírás

A vetítőlámpa fényét kondenzorral a matt pálcára irányítjuk. Az alumínium lemezbe foglalt matt üvegpálca legyen minél közelebb a kondenzorhoz! A kémcsövet a megfelelő oldattal rögzítjük a kémcsőtartóba, majd a kémcsövet beállítjuk közvetlenül a matt pálca mögé. Közben a közvetlen a szemünk elé tartott prizmán keresztül nézzük a matt pálcát. A spektrum megfigyeléséhez a prizma törőélének párhuzamosnak kell lennie az üvegpálcával.



Feladatok

- Figyelje meg a prizmán keresztül a klorofil és a piros tinta oldatának spektrumát (és magyarázza a látottakat)!

8) Poláros fény előállítása fekete üvegről visszaverődéssel

A kísérlet célja

Annak bizonyítása, hogy a fény transzverzális hullám. Polarizált fény előállítása.

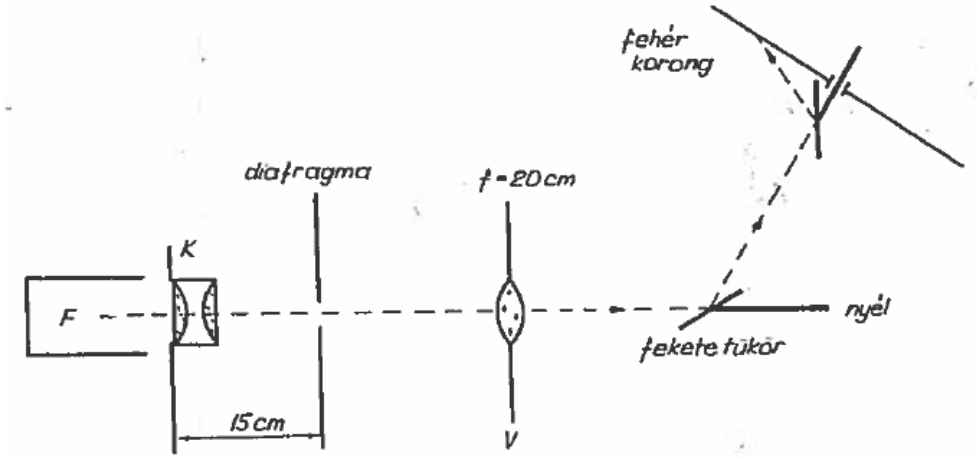
Szükséges anyagok, eszközök

- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Íriszdiafragma
- Gyűjtőlencse (f=20 cm)
- Polarizációs korong forgatható tükörrel
- Polarizációs tükör (lila), Bunsen állványon

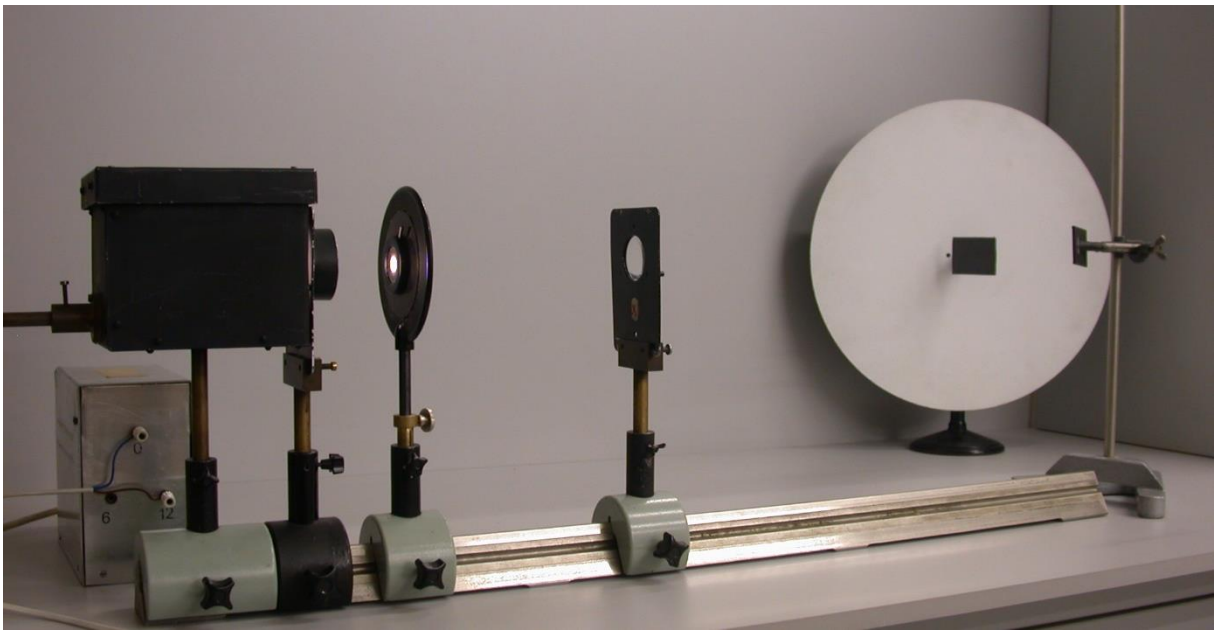
Leírás

A vetítőlámpa háza elé közvetlenül tegyük a kondenzort (nagyon kis rést hagyva a hűlésnek), majd helyezzünk az optikai tengelyre egy szűk (2-3 mm keresztmetszetű) diafragmát. A diafragma képét képezzük le először (a kondenzortól 1-1,5 m-re lévő) lila polarizációs tükörre. A polarizációs tükör csak akkor polarizálja teljesen a beeső fényt, ha az optikai tengely végigmegy a tükör nyelén. Ez azt jelenti, hogy a diafragma képe a polarizációs tükrön éppen a

tükör nyéllel érintkező részén található (azaz megfelelő magasan van a tükör az állványon), és a fény éppen a nyél irányába mutat (az optikai tengely vízszintesre van állítva és az állvány az optikai tengely irányába van forgatva). Ebben az esetben a fény éppen Brewster-szög alatt esik a tükörre, így a visszaverődő fény teljesen poláros lesz. A visszaverődő fény útjába tesszük a polarizációs korongot úgy, hogy a fény képe a polarizációs korong tükrén éppen oda essen, ahol a nyél érintkezik a tükörrel (polarizációs korong magasságának beállítása), és a fény éppen a nyél irányába mutasson. Ez utóbbit úgy ellenőrizhetjük, hogy a forgatható tükröt forgatva a korongra eső fénysugár jó beállítás esetén a középponthoz képest szimmetrikusan esik. Érdemes a korongon a függőlegeshez képest 90°-nál és 270°-nál ellenőrizni a fényfolt helyét: ha itt egyenlő távolságra vannak a nyél helyétől, akkor jó a beállítás. Végül a vetítőlencse mozgatásával állítsuk be, hogy a diafragma képe a korongon legyen éles. Szűkítsük a diafragmát, ha a diafragma képe szélesebb, mint a polarizációs tükör.



Ábra. Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek (108. ábra)



Feladatok

- Állítsa össze az ábrán látható rendszert! A polarizációs korong forgatható tükrét forgatva keresse meg azt az irányt, amikor a két polarizációs tükör polarizációs síkjai egymásra merőlegesek illetve egymással párhuzamosak!

Elméleti és módszertani kérdések

- Mi a polarizáció jelensége?
- Mit nevezünk Brewster-szögnek?
- Milyen síkban rezegnek a polarizációs üvegről visszaverődő elektromágneses hullámokban az elektromos térerősségvektorok?
- Mi történik a kísérletben a polarizációs korong forgatható tükrét forgatva? Magyarázza meg a jelenséget!

9) Polarizálás üveglemez kötegen történő sorozatos fénytörés révén

A kísérlet célja

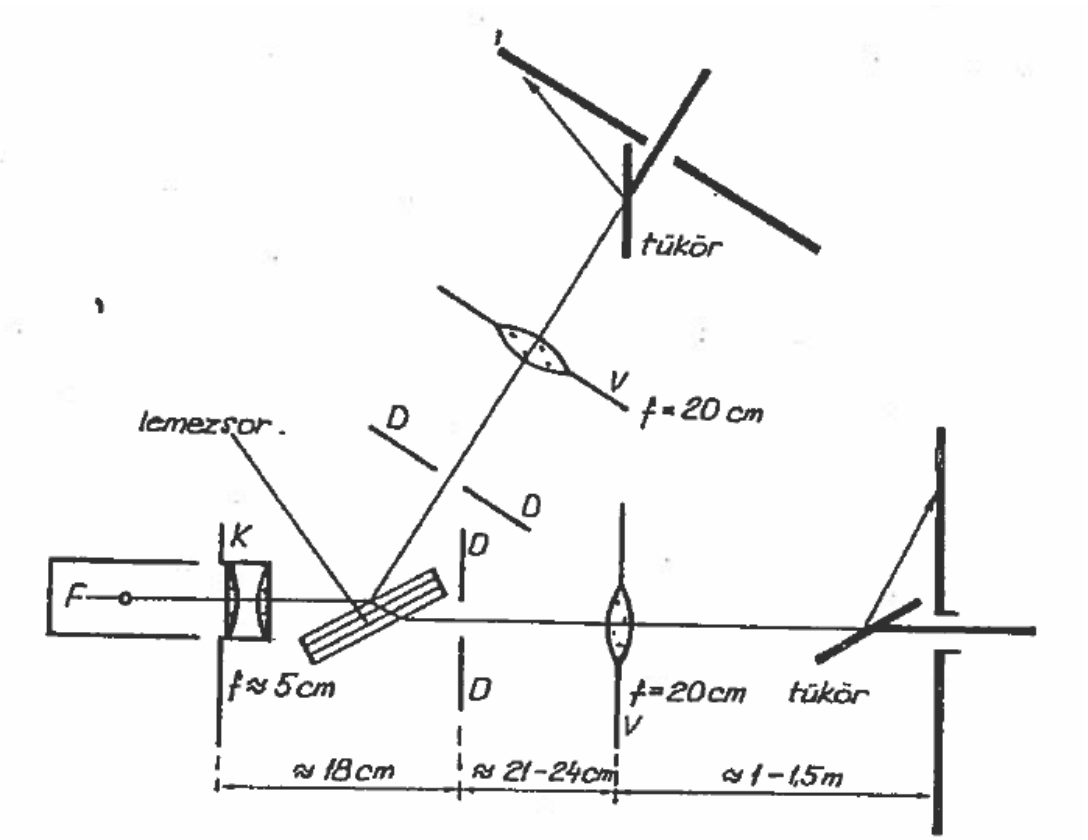
Annak igazolása, hogy az átlátszó üveg részben polarizál.

Szükséges anyagok, eszközök

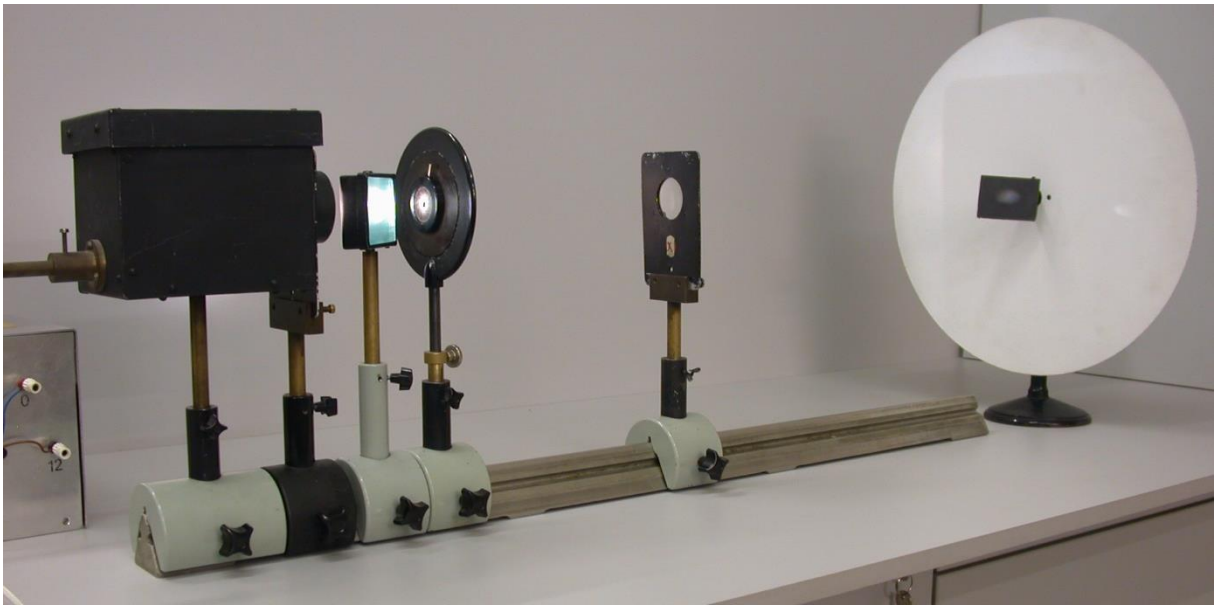
- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Íriszdiafragma
- Gyűjtőlencse (f=20 cm)
- Polarizációs korong forgatható tükörrel
- Forgatható üveglemezsor

Leírás

Először az átmenő fény polarizáltságát vizsgáljuk. A vetítőlámpa háza elé közvetlenül tegyük a kondenzort (nagyon kis rést hagyva a hűlésnek), majd helyezzünk az optikai tengelyre egy szűk (2-3 mm keresztmetszetű) diafragmát úgy, hogy a lemezsor még elforgatva is elférjen a kondenzor és a diafragma között (nagyjából 20 cm). A diafragma képét képezzük le először a diafragmától kb. 20 cm-re lévő vetítőlencsével (a kondenzortól 1-1,5 m-re lévő) polarizációs korong tükrére. A polarizációs tükör csak akkor polarizálja teljesen a beeső fényt, ha az optikai tengely végigmegy a tükör nyelén. (Ennek ellenőrzését ld. az előző mérésben.) Végül tegyük be az üveglemezsort a diafragma elé, és forgassuk Brewster-szögbe a lemezsort. A Brewster-szögbe való állítás a következőképpen végezhető. Állítsuk kb. 50-60 fokos szögbe a lemezsort, majd a polarizációs tükröt forgatva figyeljük, hogy maximális polarizáció esetén mekkora a fényfolt intenzitása. A lemezsort (kissé) forgatva keressük meg a lemezsor olyan helyzetét, amikor a polarizációs korongra eső (a polarizációs tükörről visszavert) folt maximális polarizáció mellett minimális intenzitást mutat.



Ábra. Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek (109. ábra)



Feladatok

- Mutassa be az ábrán látható összeállítás megvalósításával, hogy az üvegen áthaladó fény részben polarizált!
- Mutassa meg, hogy az üveglemezsorról visszavert fény is részben polarizált!

Elméleti és módszertani kérdések

- Mikor mondjuk, hogy a fény részben polarizált?

10) 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!

A sok tekergetéstől a polárszűrők könnyen kieshetnek a foglalatból. 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!

Elméleti és módszertani kérdések

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

11) Mészpátkristály kettőstörő tulajdonságának bemutatása

A kísérlet célja

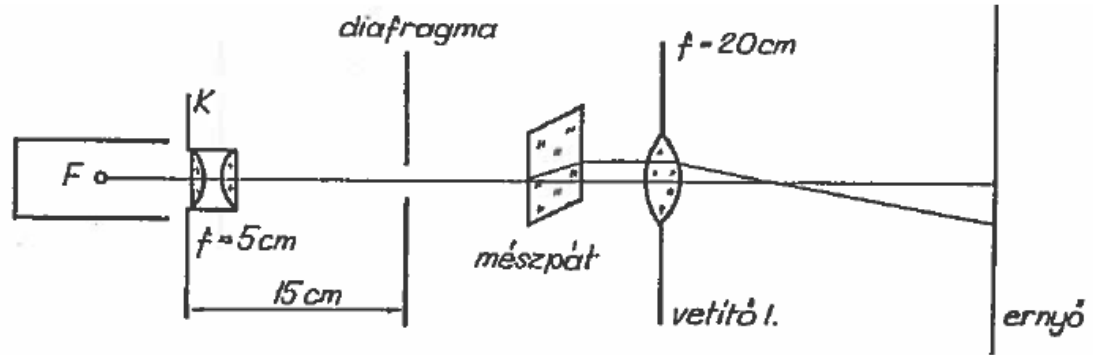
A kísérlet célja a kettőstörés jelenségének bemutatása, valamint az ordenáris (rendes) és extraordenáris (rendellenes) sugár polarizáltságának bemutatása.

Szükséges anyagok, eszközök

- 220V/12V transzformátor a vetítőlámpához
- Optikai sín (1 m-es)
- Vetítőlámpa 12V, 100W (lámpaházzal)
- Kondenzor
- Íriszdiafragma
- Gyűjtőlencse (f = 20 cm)
- Polárszűrő, forgatható foglalatban, vagy polarizációs korong forgatható tükörrel
- Mészpát kristály 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 15 cm-re a kondenzortól, ezt követően tegyük be a mészpát kristályt (lovasba rakva), végül a vetítőlencsét. Figyeljünk arra, hogy az optikai tengely vízszintes legyen, és merőleges a mészpát kristály két párhuzamos oldalára. A vetítőlencsét úgy állítsuk be, hogy a kondenzortól 1-1,5 m-re lévő ernyőn a diafragma képei élesek legyenek.



Ábra. Dr. Levius Ernő: Optikai demonstrációs kísérletek (110. ábra)

Feladatok

- A mészpát kristály forgatásával vizsgálja meg, hogyan változnak a diafragma képei az ernyőn! Mutassa meg melyik a rendes és melyik a rendellenes sugár!
- A vetítőlencse után elhelyezett polárszűrő forgatásával mutassa be, hogy mind a rendes, mind a rendellenes sugár polarizált! (Polárszűrő helyett használhatjuk a polarizációs korong forgatható tükrét is.)
- Mutassa be, hogy a rendes és rendellenes sugárban a rezgési síkok egymásra merőlegesek!

Elméleti és módszertani kérdések

- Mi a kettőstörés jelensége?
- Magyarázza meg középiskolás diákok számára is megérthetően, hogy miért és hol alakul ki kettőstörés!
- Magyarázza meg a mészpát forgatásával tapasztalt jelenséget! (Első mérési feladat.)

12) 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!

Elméleti és módszertani kérdések

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

b) Feszültségoptikai alapjelenségek

A kísérlet célja

A feszültségoptika alapjelenségének bemutatása.

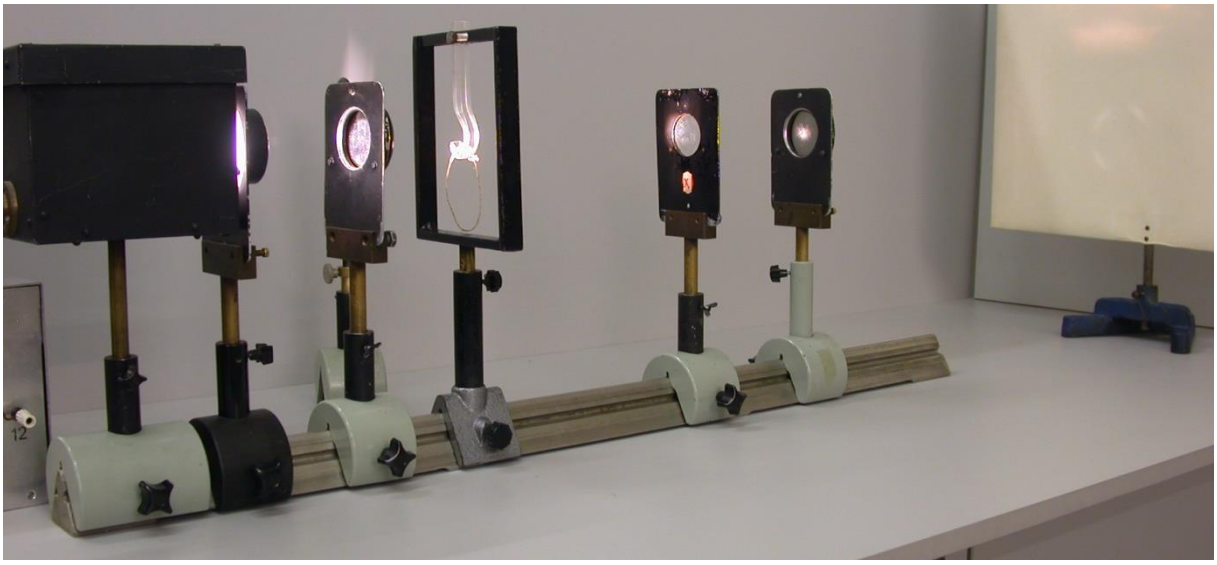
Szükséges anyagok, eszközök

- 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”)
- Ernyő

Leírás

A 12a. 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 figyelje meg, hogyan változik az ernyőn a kép!

Elméleti és módszertani kérdések

- Magyarázza meg a kísérletben tapasztaltakat középiskolás diákok számára is megérthetően!