

b) Szerkesszenek ezen kívül a tanulók a jövő órára két derékszögű háromszöget. Az első befogói 6 és 8 cm, a második befogói 4,5 és 6 cm hosszúak. A jövő órán a tanítást ezeknek a feladatoknak számbavételével kezdjük.

Kratofil Dezső.

## A fény törése és az optikai lencsék

Három tanítási óra a gyakorló polgári iskola III. osztályából.

A következőkben lehetőleg hűen közöljük a fenti egységnek 3 órán lefolyt tárgyalását. Tételünkre a fizika egész anyagához mérten kevés óraszám miatt több időt nem fordíthattunk.

Ha emiatt ragaszkodtunk Utasításunk »legfontosabb«, »legszükségesebb« és »legjelentősebb« megszorításaihoz, azonkívül tekintetbe vesszük azt is, hogy tanításunkba beleszól a tanuló is, érthető lesz, ha sokan azt mondják reá, én nem így csináltam volna. Bizonyos, hogy minden következő évben más- és másképen fog e 3 óra alakulni nálam is, mert hiszen a tanítást részben irányító tanulók is változnak.

A 3 óra lefolyásában változatos. Az első olyan óra, amelyen tanári demonstráció és tanulókisérlet felváltja egymást, a második óra tanári igazoló kísérletek, a harmadik óra tisztán tanulókisérletekre épül.

Tételünk előtt foglalkoztunk a fény visszaverődésével, a sík-, domború és homorú tükörök jelenségeivel. Az óra elején tehát főbb pontjait átismételjük felelés formájában.

Mi tesz minden nem világító tárgyat láthatóvá? Az a tény, hogy a tárgyak a reájuk eső fényt szemünkbe visszaverik. Milyen vonalon halad a fény? Egyenes vonal mentén. Hogyan téríthetjük el útjából? Tükrökkel. Mi a fény visszaverődésének törvénye? A visszaverődés szöge egyenlő a beesés szögével. Melyik tükör nem változtatja meg a sugarak párhuzamosságát, összetartását vagy széttartását? A síktükör. A homorú tükör hogyan változtatja meg a sugarak egymáshoz való viszonyát? A párhuzamosan érkező sugarakat összetartóvá teszi, s ezek egy ponton, a gyűjtő vagy gyűjtőponton haladnak át. A széttartó sugarakat, ha a fényforrás a gyűjtőtávolságnál messzebb van, szintén összetartóvá teszi, s ahol ezek találkoznak, ott megtalálható a fényforrás valódi, fordított képe. A gyűjtőpontból induló széttartó sugarakat párhuzamosan veri vissza. A széttartó sugarak csak akkor maradnak széttartók, ha a fényforrás a tükör és gyűjtőpontja között van. A tükör háta mögött képzeletben való meghosszabbításuk egy pontban találkozik. Ott

egyenes állású látszólagos képeket lát, aki a tükörbe néz. Ez a kép azonban nem látható minden irányból, míg a homályos üvegernyővel felfogott valódi képeket bármely irányból láthatjuk. Mit tapasztaltunk a domború tükörknél? Akár párhuzamos, akár széttartó sugárral esik a domború tükörre, azokat mindig szétszórja, tehát csak ezeknek elképzelt meghosszabbítása találkozhat egy pontban. Ezért a keletkező képek nem láthatóak bármely irányból, fel nem foghatóak, vagyis látszólagos kicsinyített képek. A gömb darabjaiból készített tüköröknek milyen nevezetes pontjait állapítottuk meg? A gömb középpontja a tükör mértani középpontja, a tükör közepe a tükör középpontja, s a kettő között lévő távolság felében van a tükör gyújtópontja. Melyik pontot van módunk könnyen megkeresni? A tükör középpontját és a gyújtópontot a homorú tükörnél. Ezt legegyszerűbben igen távoli fényforrás segítségével (pl. a nap sugarai) kereshetjük meg.

Lássuk, találunk-e még olyan fénytüneményt, amiről érdekes beszélgetni?

Fürdés közben ki látott már valami meglepő, furcsa dolgot?

Erre a kérdésre sok tanuló jelentkezik és vetélkednek egymással, ki tudja tapasztalatait hangosabban elmondani.

No, a sok szóból keveset értünk így! A., beszélj te!

A.: Fürdés közben úgy látszik, mintha a karunk nyomorék volna, el volna törve.

B.: Én mosdás közben vettem észre, amikor a kezem vízzel telt mosdótálba tettem.

C.: Olyankor úgy látszik, mintha a mosdótál fenéke felemelkedett volna.

D.: A vízbe nyúló evező is görbének látszik.

Csak vízből induló fénysugár esetében tapasztaltatok ilyesmit?

E.: Nekem van otthon egy lámpáról való üvegdarabom (támr: üveghasáb). Ha azt a betűkre teszem, úgy látszik, mintha a betűk nem volnának egy sorban.

F.: Ha a girbe-görbe ablaküvegen át nézzük a házakat, az egyenes vonalakat görbének látjuk és úgy látszanak, mintha mozognának.

Megfigyeléseitek helyesek. Tudjátok, hogy mi okozza ezeket a jelenségeket? (Hallgatnak.)

Ismerkedjünk meg hát jobban ezekkel a fénytani tüneményekkel!

Azokban az esetekben, amelyeket elmondtatok, milyen anyagokon, közegeken keresztül jut el szemünkbe a fény? Víz-levegő, üveg-levegő. A víz és üveg milyen fizikai tulajdonságban különbözik a levegőtől? Némi tapogatózás után rájönnek: a sűrűségben.

Csináljunk egy kísérletet, amely hasonlít ahhoz, amiket felsoroltatok és figyeljük jól meg a dolgokat. Az asztalon van egy nagy edény vízzel tele, oldala papírral körülburkólva, úgy hogy a fénysugár csak a papírburok széle fölött mehet tova szabadon. A vízben az edény fenekén egy sárgarézt kocka van. Az edénytől kb. 80 cm-re egy keménypapír-lap van felállítva, amelyen a szem részére kis lyukat vágtam. Így csak az a fénysugár juthat a szemünkbe, amelyik a sárgarézt kockáról a nyíláson átjut. Sorban vonuljatok el és nézzetek át a lyukon, látható-e a sárgarézt kocka?

A tanulók jelentik, hogy látható. Amint sorban elvonulnak, megjegyzik, hogy az edényben levő egy kocka kettőnek látszik, mert az edény egyik oldala fedetlen.

Egy pálcika egyik végére vastagabb színes cérnát kötöttem. Ennek egyik végét a pálcika segélyével a rézkockára szorítom, másik végét az ernyőn levő lukon áthúzva, a zsineget kifeszítem.

Egyenes vonalban fekszik a rézkocka, az edény széle és a luk? Nem. Milyen vonalat alkot a cérnaszál?

Természetes, hogy nem kapjuk azonnal és egyöntetűen a várt feleletet, hogy *tört* vonalat. Hiszen a tört vonal egyszer fordult csak elő még, az első osztály mértani óráján. Várható feleletek, hogy a cérna vonala görbé, elhajlik. Ezt előre tudva, az asztalra ki van már készítve egy kötőtű és egy hurkapálcika. Aki azt mondta, hogy a vonal hajlott, azt felszólítom, hogy jöjjön ki és hajlítsa meg a kötőtűt. Ilyen a cérna vonala? Nem. Alakítsd ki a cérna vonalát a hurkapálcikából! Mit kell vele csinálni? Megtörni. Ekkor emlékszik a vonal elnevezésére minden tanuló: törtvonal. És ezzel együtt a törtvonal fogalma talán kitörölhetetlenül bevésődik a gyerekek agyába.

A rézkockáról elinduló fénysugár mit beszélhetne el útrjáról, G.!

G.: Elindultam a rézkockáról, előbb vízen mentem keresztül, azután levegőben, míg eljutottam egy ember szemébe.

Hogyan érhetném el, hogy egyik tárgyat sem mozdítva el helyéről, a kockáról elinduló fénysugár csak levegőn menjen át? A vizet kell eltávolítani az edényből. Hogyan érhető ez el az edény megmozdítása nélkül? Szívócsővel lehúzni a vizet (ismétlés, alkalmazása a régebben tanultaknak!).

Erre a vizet egy gummicsővön leszívatom, s a tanulók ismét sorban betekintenek az ernyőn levő nyíláson. Megállapítják, hogy a rézkocka nem látható.

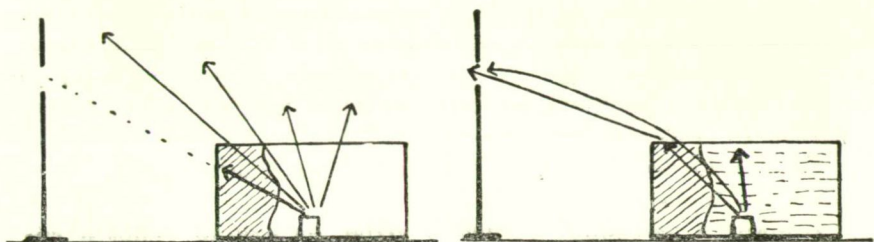
Miért nem látható most a rézkocka? Mert a fény egyenes vonalban terjed s ezt az egyenes vonalat az edény falára erősített átlátszatlan papír keresztelzi, a fény nem juthat szemünkbe.

Hogyan tehetem ismét láthatóvá a kockát? Vizet kell önteni az edénybe. H. jöjj ki, nézz keresztül a nyíláson és hango-

san jelentsd osztálytársaidnak, amit látsz, miközben én lassan vizet töltök az edénybe!

A tanuló jelenti, hogy a kockát nem látja. Már látom a csücskét! Már a felét látom! Most már ismét látszik az egész kocka!

Rajzoljuk fel az egész összeállítást, amikor nincsen víz az edényben!



Rajzolás közben a következőket mondom:

Az edény egyik oldalán ernyő van, kis lukkal. Az edénynek az ernyő felé eső oldala átlátszatlan. A belehelyezett kockáról minden irányba egyenes vonalon fénysugár indul, de ezek közül egyik sem juthat át az ernyő nyílásán. Látható-e tehát a úton. Kérdés, melyik a helyes? Hogyan lehetne erről meggyőzőkocka? Nem.

Ismét rajzolva ezt mondom:

Az edény és az ernyő helyzete változatlan, a kocka is előbbi helyén van. Az edényben azonban most víz van, s a kocka látható. Hogyan juthat a kockáról fénysugár a szembe? Vagy tört úton, de mindig egyenes vonalon halad, vagy pedig görbe zödni?

Itt sok tanuló siet a föltevessel, hogy tört vonalon halad. Feladatunk azonban, hogy rászoktassuk a tanulót, ne kövesse határozott ítélet a feltevést, hanem előbb győződjünk meg véleményünk helyességéről. Éppen ebben van a természettan formális képző ereje.

Helyes fölteni a kérdést, hogy miképpen lehetne a fénysugár útját láthatóvá tenni. De azt tapasztaltam, hogy segítő kérdések nélkül a végzendő kísérletre nehezen eszmélnék a tanulók. Mégis mindig felteszem ezt a kérdést, mert meg vagyok győződve arról, hogy ha magamnak kell is a követendő utat kijelölnöm, a tanulók elméjüket erőltetve, könnyebben megértik a megoldás módját, mint ha egyszerűen készen eléjük tálalom.

A kísérlet eszközei és felállítása a következő. Nagy fényerejű izzólámpa van erősítve egy fadobozba, amelynek elülső részére vékony, hosszú réssel bíró deszkalapot erősítünk. Egy rajzpapírra négyszögletes üvegládat helyezek, amelybe fluor-eszceinnel, vagy kevés pirostintával megfestett vizet öntök. A

lámpából jövő sugárpásmát először merőlegesen bocsájtom az üvegcádra.

A tanulókat most magam köré hívom ki. Nálunk ez könnyen véghez vihető, mert a tanulók száma minden osztályban 30-nál kevesebb. Ha több volna, két csoportba osztva figyeltetném meg a látható dolgokat. A termet kevésbé elsötétítjük.

Milyen szögben esik a fénysugár az üvegcádra? Merőlegesen. Húzzuk meg ceruzával az útját! Az üvegcádon túl folytatja útját. Jelöljük meg ezt is! Gyűjtsuk fel a lámpát! Hogyan rajzolhatnánk meg a fény útját a kádban? A belépési pontot kössük össze a kilépési ponttal! Milyen vonalat ad a három vonaldarab? Egy egyenesbe esik.

Ez a színesre festett vízben látható is, amint megfigyelés közben a tanulók jelzik.

Amikor a levegőből a sűrűbb vízbe, és azután ismét a ritkább levegőbe merőlegesen jut a fénysugár, változtatja-e irányát? Nem.

Most hegyes szög alatt bocsássuk a fénysugarat az üvegcádra!

A lámpát tokjával úgy fordítom, hogy a fénysugár beesési szöge nagy legyen, talppontja azonban az előbbi merőleges.

Rajzoljuk ki a fénysugár útját, mielőtt a vízbe lépne és a vízből való kilépés után! Hogyan halad a fénysugár? Z alakban.

Világosság mellett kiegészítjük a rajzot a fénynek a vízben követett útjával.

Hasonlítsuk össze a beesési merőleges és a fénysugárnak a levegőben megtett útja közt lévő szöget a beesési merőleges és a vízben való fényút között levő szöggel! Kisebb! Közelebb jött a beesési merőlegeshez.

Mi történt ott, ahol a fény a sűrűbb közegből kilépett a ritkább közegbe?

Hogyan foglalhatnánk össze a tapasztalatokat szavakban?

A fény mindig egyenes vonalon terjed. De amikor ritkább közegből sűrűbb közegbe lép, elhagyja eredeti irányát és közeledik a beesési merőlegeshez, amikor pedig sűrűbb közegből ritkább közegbe lép, távolodik a beesési merőlegetől.

Az természetes, hogy ezt a szövegezést nem kapjuk meg azonnal ilyen tisztán, hanem a kísérletet követő megbeszálásnek botlásokon át javuló végeredménye lesz csak.

Kérdés még, vajjon csak a víz esetében tapasztalhatjuk-e ezt a jelenséget? Vizsgáljuk meg vastag üvegdarabbal is!

A kísérletet tehát ismételjük 8–10 mm vastag üveggel. Szükség esetén több vékonyabb üvegdarab egymáshoz szorítása helyettesítheti az ilyen üveglemezt.

Itt iktattam be tanuló kísérletet, amely tulajdonképpen ismétlése az eddigi tanári kísérletnek.

Kiosztottunk tanuló csoportonként 10 cm széles rajzpapírszeleteket, s vízzel töltött négyyszögletes üvegedényeket (a tanulók részére beszerzett kis edényedények, amelyek helyett azonban négyyszögletes tintásüvegek is használhatók).

Húzzatok vonalzóval egyenes vonaldarabot a rajzlapra! Helyezzétek a vízzel telt edényt ennek a vonaldarabnak végére, merőlegesen a vonalra! Az üveg mögött helyezétek el úgy a vonalzó, hogy az elöttetek levő vonal folytatását alkossa! Rajzoljátok körül az edény alapvonalait! Tegyétek félre az üvegedényt! Mit lehet a rajzból megállapítani, N.?

A vonalzó éle egyenes folytatása a vonalnak, tehát a fénysugár törés nélkül folytatta eredeti irányát.

Allítsátok az edényt a vonalra úgy, hogy azzal hegyes szöveget alkosson! (Mutatni kell!)

Ismét állítsátok úgy a vonalzó az edény mögött, hogy az elöttetek levő vonal egyenes folytatásának látszon! Rajzoljátok körül az edényt!

Rajzoljátok ki a fény útját az edény helyén! Rajzoljátok meg a levegőből a vízbe való belépés helyén a merőlegest! Hogyan tört meg útjában a fénysugár?

Közeledett a beesési merőlegeshez.

Rajzoljátok meg a merőlegest a kilépés helyén! Hogyan változtatta meg útját a fénysugár?

Távolodott a merőlegetől.

(A kísérletek és rajzolás alatt a tanuló csoportok között mozogva a tévedéseket igazítottam.)

Mi történik a fénysugárral, amikor különböző sűrűségű anyagokon halad keresztül? Megtörik. Hogyan nevezhetnénk el ezt a fénytani tüneményt? Fénytörésnek. Mikor törik meg a fény útja? Miről tanultunk a mai órán?

Csak most neveztuk el a tüneményt, miután a tanulók annak fogalmával tisztába jöttek. Mennyire hibás lett volna ezzel az ismeretlen fogalommal, tehát egy tartalom nélküli szóval kezdeni a tanítást!

Magyarázzuk meg, miért volt csak akkor látható az edényben lévő kocka, amikor az edényben víz volt!

Az egyik tanuló a táblai rajzot kiegészítve magyarázza a többiek segítő közbeszólásaival a tüneményt: a kockáról visszaverődő fénysugarak a víz és levegő határához érve irányukat megváltoztatják, a merőlegetől eltávolodnak. Csak azok a sugarak törnek meg útjukban, amelyek a víz felületére merőlegesen indultak. Az oldalt álló ernyő nyílásán át is megtört, tehát irányából eltérített fénysugár jut szemünkbe. A tárgyakat pe-

dig, mint a tükroknél is láttuk, mindig a szemünkbe jutó fény-  
sugár egyenes meghosszabbításában véljük látni, ez szemünk  
csalódása. Ezért látjuk az edény fenekén levő tárgyat és az  
egész edényfenéket magasabban állónak!

Magyarázd meg M., miért látjuk vízbe dugott kezünket el-  
törtnek, nyomoréknak!

Főbb vonalaiban összefoglaltuk az óra anyagát. Feladatuk  
volt a tanulóknak, hogy ilyen jelenségeket keressenek környe-  
zetükben. Figyeljék meg a meleg kályha fölött átnézve, mit le-  
het tapasztalni? Igyekezzenek megmagyarázni, hogy a messze  
levő, nyugodtan égő lámpák miért látszanak hunyorogni? Ke-  
ressenek olyan eseteket, amikor a szemünkbe jutó fény előző-  
leg különböző sűrűségű anyagokon haladt keresztül.

## II.

Egyik didaktikai elv az, hogy az óra anyaga kerek, lezárt  
egységet alkosson. Kifogásolható tehát, hogy az előbbi óra vé-  
gén feladatul adtunk olyan problémákat, amelyeket még ebből  
a körből szükségesnek véltünk megbeszélni. Ilyenek a délibáb-  
tümeménye, a csillagok látszólagos helye és pislogásuk. Az elv-  
től való ezt az eltérést menti részben az a körülmény, hogy a  
kerek egész kedvéért nem szabad a több anyag elvégzésére al-  
kalmatlan és elavuló módszert használni, másodsorú értékes fel-  
adattal láthattuk így el tanulóinkat, amelyek önálló megfigyelésre  
készítik őket.

A következő óra kezdődik a múlt órán végzett megfigye-  
lések és tanulságok számbavételével. Utána meghallgattam a  
tanulók otthon végzett megfigyeléseit, s ezeknek magyarázatát.

A tanulók megfigyelései a következők voltak:

Az ablaküvegek részben nem teljesen sík lapok, másrészt  
helyenkint különböző vastagok, ezért mindenütt másképen tör-  
rik a fényt. Ennek következtében torzítanak. A kerek poháron  
keresztül a mögöttük levő egyenes vonalak görbéknek mutat-  
koznak. Ehhez hasonló sok megfigyelést közölnek a tanulók,  
amelyeket a legkülönbözőbb alakú üvegtárgyakkal végeztek. So-  
kan az órán látott, vagy végzett kísérleteket otthon ismételték.  
Az egyik tanuló a közben eltelt idő alatt rájött, hogy amikor a  
fény egy vízzel felt edényen keresztül megy, annak útját nem-  
csak a víz, hanem az üveg is törli. Felszólításra megrajzolja a  
vélt többszöri törést. Fölmerül a kérdés, vajjon a víz és az üveg  
egyenlő mértékben törik-e a fényt?

Ennek a kérdésnek felbukkanása meglep. A tanulók úgy  
vélik, nem lehet a két törés egyenlő mértékű, mert az üveg és  
a víz sűrűsége nem azonos. A két közeg, víz és levegő, illetve  
üveg és levegő sűrűségi viszonyáról nem esik szó, s mivel ki-  
tűzött céljaimon messze túlterjedne, nem is célzok rá.

Fiúk, a találgatásnak sem a mennyiségtanban, sem a természettanban helye nincsen! Karban kiáltják, meg kell próbálni!

A keskeny nyílással ellátott fényforrásul szolgáló dobozt állványra erősítjük, hogy sugarát ferdén bocsássa az asztallapra. A vizeskád fenekére súlyokkal rajzlapot szorítunk, amelynek egyik széle az oldalfalakon felnyúlik. A kádba egy cm vastag réteg vizet öntünk. Ugy helyezzük a 'fénypászma útjába, hogy annak útját az oldalfalon is megrajzolhassuk, meg a víz fenekén is. Majd a kádból kiöntve a vizet, a fenéken levő rajzlap fölé egy cm vastag üveglapot helyezünk. Azonnal látható, hogy a fény sugar nem esik az előbbi vonalra.

Az egyik tanuló valami büszke önérzettel megjegyzi, hogy ő ugyan elolvasta a tankönyvnek ezt a részletét, de erről abban nincsen szó. És mindnyájan intellektuális örömet éreznek.

A megfigyelések számbavételének további során többen beszámolnak arról, hogy a meleg kályha, a meleg iskolai fűtőtest fölött átnézve a távolabbi tárgyak rezegni, mozogni látszanak. Oka az, hogy a felmelegedett levegő ritkább, más sűrűségű, mint a hidegebb. S mivel áramlik, minden pillanatban más és más ott a levegő fénytörése. Akik ezt megfigyelni nem tudták, most föleszmélnék, erősen foglalkoztatja eszüket a dolog, s csakhamar egy ilyen tanuló jelentkezik: tanár úr, ezt láttuk akkor is, mikor a vizet forraltuk, a vízben, a hőtannál! Valóban, káliumhipermangán nélkül is láttuk a víz áramlását fölmelegedéskor. Rövidesen jelentkezik egyik tanuló, hogy ő ezt a jelenséget látta már a nyáron, a levegőben, amikor a fűben feküdt.

Fölvetem a kérdést, ki látott már délibábot?

Első reakció, hogy jelentkeznek azok, akik már láttak. Második az, hogy önkéntelenül keresik az okot, miért kerül ez éppen most szóba? Bizonyára ennek is a fénytöréshez van valami köze. A gyermeki lélek elkezd kutatni, keresni. Délibábot csak forró nyári napokon látni. Földrajzi órákon már szóba került, hogy délelőtt 10—1 óra között rendszerint szélcsend van. A levegő »megreked«.

Egy pár segítő kérdés után tisztán áll a délibáb tüneménye, amit rajzban is rögzítünk.

Legerősebben melegszik fel a talaj. A fölötte elterülő mozdulatlan levegőrétteg melegebb, tehát ritkább, mint a följebb levő, amint azt földrajzban tanulták. A távoli tárgyak képe tört vonal útján jut szemünkbe. De minthogy a levegőrétegek nem tökéletesen mozdulatlanok, a tárgyak képe elmosódik, eltorzul. Így a távoli házak eltorzult képében a szem, a képzelet legelésző nyáját vél látni vagy fordítva. A szerkesztésből kiderül, hogy fordítva mutatja a tárgyakat, ami még inkább hozzájárul ahhoz, hogy mást látunk a valóságnál.

Mindez élénk beszélgetés folyamán tisztázódik, ahol a tanár egy-egy irányító kérdéssel igazítja a tanulókat a helyes útra.



Ennek következtében a tanulóknak az az érzés támad, hogy a dolgot tulajdonképpen saját erejükből fejtették meg.

Mi szükséges ahhoz, hogy ilyen tünemény létrejöjjön?

Mozdulatlan légrétegek, amelyek hőmérséklete, tehát sűrűsége különböző. Csak Magyarországon lehet tehát ilyet látni? Másutt is. Melyik vidékünk híres délibábjáról? A Nagy-Alföld, különösen a Hortobágy. Ez olyan gyakori és nevezetes szép természeti tünemény a Hortobágyon, hogy nagyon sok külföldi látogatónk nem megy el addig Debrecen vidékéről, míg meg nem láthatta. A legnagyobb magyar meseíró, Jókai Mór sok regényében leírja a délibábot. Egyik regényében ezt írja róla:

»Föltámadt az ég alján a délibáb.

A látóhatáron egy tenger támad, melynek magasra hányt hullámai sebesen futnak keletről nyugat felé, a kiemelkedő halak szigetekké válnak benne, a törpe akácfák rengeteg erdőké. Egy sor legelésző ökör úgy tűnik fel a távolban, mintha palotákból épült utca volna. Gályák (hajók) látszanak közeledni a tenger hátán: mire a partjához érnek (közel jönnek hozzánk), legelésző lovak lesznek belőlük. A keleti határon, napfölkelte után leghatalmasabb a délibáb fantáziája (képzelődése). Egész nagy helységek, Nádudvar, Nagy-Iván, jelennek meg a légből fölemelve s olyan közel hozva, hogy az utcán járó székeket ki lehet venni távcsővel: a házak, tornyok megfordított képe ott tükröződik a hullámzó mesetengerben, a városok borult idővel a látóhatár alatt vannak.

A festő haját tépi kétségbeesésében.

Ilyet kell látni nekem! Amit nem tehetek vászonra! Micsoda ez?

A juhász azt mondja:

A délibáb az Isten csudája, ami azért van, hogy a szegény pásztorember meg ne űnja magát a pusztán naphosszat.«

(Az idézetet kevésbé változtatva idézem a magam céljának és a tanulók értelmének megfelelően. Lásd: Jókai Mór »Sárga rózsa« c. elbeszélését.)

Hogyan magyarázod meg a távoli lámpa fényének pislogását, O.?

A különböző sűrűségű levegőrétegek mozgása folytonosan változtatja a fény törésének irányát.

Hogyan magyarázhatjuk meg a csillagok fényének változását, ragyogását, P.?

Vajjon valóban ott van a csillag, ahol mi látjuk?

Az eddigiek alapján a tanulók könnyedén ábrázolják a dolgot szóban és rajzban.

Kiknek szemébe jut a fény állandóan levegőn és üvegen keresztül?

R.: Akik szemüveget hordanak!

S.: Ha távcsövön nézünk keresztül!

T.: Ha mikroszkópba nézünk!

Mi ezeknek az eszközöknek a legfontosabb alkotórésze? A lencsék. Milyen anyagból készülnek a lencsék? Üvegből.

A természetrajzi szaktanárral közös iskolai használatra beszerzett 6 cm-es átmérőjű, 19 cm gyújtótávolságú kézi nagyító-lencsét kiosztom a tanulópároknak.

Honnan ered a »lencse« elnevezés? Alakja megegyezik a lencsenövény magjának alakjával.

Miután homorú lencse kevesebb van (köztük csorba szemüveglencsék), ezekből nagyobb csoportok kapnak egyet-egyét.

Vizsgáljátok meg, vajjon ezek alakja is megegyezik-e a lencseszem alakjával?

Természetes, hogy a tanulók nemcsak a mondott célból vizsgálják a lencsét, hanem kíváncsian néznek át rajtuk és mindenfélét próbálgatnak. Bizony még itt városi helyen is szép számmal akad 13 éves gyermek, akinek kezében lencse még nem volt. Éppen ezért kb. 5 percig zavartalanul engedem őket vizsgáldni, csináljanak velük tetszésük szerint bármit. A még tapasztalatlanabbak sietnek megmondani, hogy mi mindent vesznek észre próbálkozásaik közben.

Miben különbözik a kétfajta üvegdarab egymástól? A lencséhez hasonlító közepén vastagabb, a másik a szélein.

Rajzolja fel U. a kettő keresztmetszetét a táblára! Rajzoljátok a füzetbe!

A természettanban mindkét alakot, ha az átlátszó anyagból készült, fénytani lencsének, röviden lencsének nevezzük. Milyen nevet adhatnánk a közepén vastagabb lencsének? Domború. Milyen név illenék a másikra? Homorú. Irjuk fel a rajzok mellé.

Felmutatok egy zseblámpából való nagy sík-domború lencsét. Milyen lencse ez? Domború. Teljesen azonos az alakja a nálatok levő domború lencse alakjával? Egyik fele sík. Miért mondjuk mégis domborúnak? Mert közepén vastagabb, mint szélein. Neve sík-domború.

Kézbe adok egy olyan lencsét, amelynél jól érezhető, hogy szélein vastagabb, bár egyik felől homorúnak, más felől domborúnak látszik.

Melyik lencse csoportjába tartozik ez a lencse? Homorú. Miért? A szélén vastagabb, mint a közepén. Valóban homorú mindkét oldala? Domború oldala is van, de ennek hajlása kisebb, mint a homorú belső résznek.

Milyen lapjai lehetnek a közepén vastagabb lencséknek, ábrázoljuk rajzban! Milyen lapjai lehetnek a közepén vékonyabb lencséknek, rajzoljuk le!

A táblán való előrajzolás nélkül füzetükbe vázolják a lencsék fajait a tanulók, s szinte tanári segítség nélkül maguk állapítják meg a három lehetőséget mindegyik típusnál.

Ezentúl tárgyalásainkban csak a kétszer domború, illetve

kétszer homorú lencsével foglalkozunk, hacsak a tanulók nem kényszerítik a menetet más irányba.

Milyen alakú üvegtestből lehetne szabályos sík-domború lencsét kimetszeni? Üveggyölyöből.

Hogyan lehetne mértani eszközökkel egy mindkét oldalán domború lencsének keresztmetszetét megrajzolni? Két körívet kell rajzolni, amelyek egymást metszik. Rajzoljuk meg! A két körívhez tartozó középpontot mértani középpontnak nevezzük. A lencse közepét egyszerűen a lencse középpontjának nevezzük. Ezeken a pontokon átmenő egyenes a lencse tengelye. Ha a lencse két oldalának hajlata azonos, akkor a két mértani középpont egyenlő távolságra van a lencse középpontjától.

(Más esetekkel nem foglalkozunk, mert a kiszabott idő azt nem engedi meg.)

A nagyon messziről érkező (pl. a Napból) sugarak milyen helyzetűek egymáshoz képest? Párhuzamosak (már a gömbtükröknél volt erről szó). Nézzük meg, hogy a fénytörés szabálya szerint mi történik ezekkel, ha keresztül hatolnak a domború lencsén?

Kiadom az utasítást, hogy rajzolni nem szabad; mindenki figyel és segít a megbeszélésben. (Ne végezzen a tanuló egyszerre kettős, sőt hármas munkát: figyelni a rajzot, másolni a füzetbe, s ugyanakkor figyelni a magyarázatra is és ebbe szellemileg bekapcsolódni.) A beszédet rajzzal kísérem.

A lencse tengelye fölött azzal párhuzamosan érkezik egy fénysugár. Amint az üvegbe lép, hogyan folytatja útját?

Tanulók: a beesési merőlegeshez közeledik.

A lencsének ez a piciny része a felület (vázolom megnevezés nélkül az érintőt, mint azt csináltuk a homorú tükörnél). Ez a beesési merőleges. Utját tehát nem folytatja a sugár (pontosan rajzolom az elhagyott utat), hanem közeledik a merőlegeshez. Mi történik, amint az üvegből kilép ismét a levegőbe? Távolodik a merőlegetől. Ezen a helyen ez a lencse felülete (megrajzolom az érintőt), ez pedig a merőleges ebben a pontban. A kilépő sugár nem folytatja előbbi útját (ezt az utat pontosan rajzolom), hanem távolodik a merőlegetől.

A rajzot kis gyakorlat után úgy tudjuk vezetni, hogy ez a sugár a tengelyt a lencse középpontja és mértani középpontja közötti távolság felében metszi. A rajzot azonban nem vonalzó és körzővel, hanem csak szabadkézi vázolással végzem, mert a pontos szerkesztés, akár csak a tanár, akár csak a tanuló végzi, igen sok és pótolhatatlan időt von el. Azonkívül ez nem is a természettani ismereteket erősíti, hanem a mértaniakat, ami máshova tartozik.

Ugyanilyen menetben most megrajzolom egy másik párhuzamosan érkező fénysugár útját a tengely alatt.

Hogyan változtatja meg a fénysugarak útját a domború lencse? Összehajlókká teszi azokat, egy ponton mennek át, majd ezen túl ismét szétszóródnak.

Kinek van erre tapasztalata?

Sok tanuló jelenti, hogy ő már a napon kísérletezett domború lencsével, s a gyújtópont segítségével könnyen gyulladó anyagokat pörkölt, vagy lángra lobbantott.

A gyújtópont lencséinknél a lencse középpont és a mértani középpont között középen van!

El kell hallgatnunk, hogy ez nem minden lencsére igaz, éppenúgy nem szólhatunk arról, hogy ez a pont nem is pont, stb.

A sugarak irányának megváltoztatását tekintve melyik megismert természettani eszközzel egyezik meg a domború lencse? A homorú tükörrel.

Hogyan nevezhetjük azt a pontot, amelyen átmegy minden párhuzamosan érkező sugár? Gyújtópont. De mivel a hősugarakat is összegyűjti és gyújtani képes, gyújtópont is. Idegen neve fókusz.

A termet elsötétítettük. Távrolról jövő fénysugarat bocsájtottunk egy nagy domború lencsén át kevésbé megfestett vizet tartalmazó üveglúdra. A lencse előre-hátra mozgatásakor jól látható, hogy a fénysugarak először összehajlanak, kúpot alkotnak, amelynek csúcsa a gyújtópont, majd ismét szétágazva az előbbivel fordított kúpot alkotnak.

Egy nagy domború lencsét beborítottam fekete papírral, amelyen négy kicsiny luk volt szúrva. A lencsét a fénysugár útjába helyeztem és homályos üveggel megmutattam, hogy a sugarak összetartanak, míg egy bizonyos távolságban egybeesnek. Akkor is, ha a fényforrást közelebb hozzuk. De minél közelebb esik a fényforrás a lencséhez, ez a közös pont annál messzebb esik a lencsétől, míg egyszerre csak párhuzamosak lesznek, majd még közelebb hozva a fényforrást, a sugarak a lencsét elhagyva azonnal szétágaznak.

A domború lencséhez hasonlóan megszerkesztettük a tanult törvény alapján a homorú lencsére párhuzamosan eső sugarak további útját. A sugarak azonnal szétágaznak, tehát gyújtópontja nincs, hasonlóan a domború tükörhöz.

Az előbbi kísérleteket ismételtem a homorú lencsével is.

A két utóbbi kísérlet igazoló kísérlet volt.

Összefoglaltuk az órán megismert jelenségeket és tanulságokat. Megállapítottuk, hogy a fénysugarak útját tetszésünk, illetve a megismert törvényszerűségek okos felhasználásával kétféle módon is megváltoztathatjuk, tükrökkel, vagy fénytörő közegek felhasználásával.

Feladat: kísérletezni a kézügybe kerülő lencsékkel, esetleg vízzel töltött henger alakú poharakkal és üvegekkel.

### III.

Az anyag eddigi feldolgozásában semmi újdonság nincsen. Tisztára demonstrációs tanítás (de nem demonstrációs *előadás*), mint amelyet már régóta minden tanár végzett. Talán csak nekem volt annak idején az a szerencsétlenségem, hogy kivételesen nem engedett tanárom szóhoz, s nem sokat törődött vele, mit értek, mit nem.

De éppen úgy nem újság a következő harmadik óra sem, mert hiszen az 1927-ben megjelent polgári iskolai Utasítások szellemén nem tesz túl semmiben, ahhoz símul teljes egészében.

Az Utasítást kétféleképpen magyarázhatjuk. Vagy rögzíti a tanításban kialakult gyakorlatot, vagy még el nem ért, de helyesnek elismert ideális eljárást tűz ki célul. Ha az előbbi állana, senkinek részére se válna hasznossá folyóiratunk olvasása, fölösleges ismétlés volna. Ha az utóbbi igaz, akkor pedig szükség van még az eljárásnak a gyakorlatban való kivitelére, ha nem is tökéletes, de gondolkodásra indító példákat nyújtani.

Aki hasonlóan, talán jobban végezte ezt a munkát, megerősödik meggyőződésében, hogy helyes úton járt. Aki a régi sablon szerint tovább is demonstrált, talán bátorítást kap a munka tökéletesítésére. Írásunk haszontalanná tehát egyik esetben sem válik.

Óra elején három tanuló egymást felváltva beszámolt az eddig tanultakról. Ennek célja nem annyira a »nahát megtanultad-e« megszólítással kezdődő régi típusú »feleltetés«, mert hiszen minden órán felel, vagyis szellemi erőiről tanuságot tesz minden tanuló. Inkább azt a célt szolgálja, hogy a tanuló lássa, a tanár megbecsüli a tanuló munkásságát, másrészt az eddigi ismereteket felújítva, megerősíti. És ez az utóbbi cél a fontosabb. Tisztázni az ismereteket, a tévedéseket kiküszöbölni, a kapcsolatra alkalmas tényeket kiemelni.

Melyek a domború lencse nevezetes pontjai? A lencse középpontja, a mértani középpont és a gyújtópont.

Ezek közül melyiket könnyű megállapítani? A lencse középpontját úgy, hogy a lencsefoglalat közepét vesszük. Aztán a gyújtópontot a nap segítségével. Egy pár tanuló a mértani középpontot mondta könnyebben megállapíthatónak. De kezükbe adva a kétszer domború lencsét és felszólítva őket, mondják meg a gömb sugarának hosszát, belátták, hogy ez nem egyszerű dolog. Megmérésének módját nem mondtam meg, miután a tanuló értelmi színvonalát meghaladja és nincsen szferikus mérőeszközünk.

Mi szükséges ahhoz, hogy egy lencse gyújtótávolságát lemérjük? Egy papírlap, mérőléc, napsugár.

Menjetek az ablakhoz és mérjétek le a gyújtótávolságot!

Ezen az órán a nap besütött a tanterembe, tehát a mérés nem okozott nehézséget. Előbbi években, amikor nem volt ilyen

kedvező az időpont, az órát a nyílt udvaron kezdtük és csak a gyújtótávolság megállapítása után mentünk a tanterembe.

A tanulócsoporthoz között a leányoknál akadt olyan, aki a lencsét az árnyékban tartotta, vagy a lencsét nem a nap felé fordította, hanem arra merőlegesen! Ez is bizonyítja, hogy nem elég a beszéd, hanem szükség van a cselekedetre is. Ez azt mutatta, hogy az eddigieket meghallgatta a tanuló, de meg nem értette. Minek a sugarait akarjuk összegyűjteni? Zsebbe dugva is képes a napsugarakat összegyűjteni a lencse? Át tudnak hatolni most a lencsén a napsugarak? Oly kérdések, amelyek a tanuló társak szíves segítségével helyes útra terelik a tévelygőket. Fogalmak tisztázása és a szociális érzék felébredése megbecsülhetetlen előnyei ennek a tanítási formának.

Az eredmények majdnem ijesztően rosszak. A gyújtótávolságot 16 és 19 cm között állapítják meg azonos lencsénél, sőt az előbb említett 12 cm-es gyújtótávolságot mér. Érdekes tény, hogy a valóságos gyújtótávolság fölött egy sem kapott értéket.

Mit érzett szemetek a gyújtótávolság mérése alatt és után? Nagyon vakított és még most is káprázik a szemünk. Vajjon ezek a gyárilag készült teljesen egyenlő lencsék az okai a gyújtótávolság különböző voltának? Hogyan lehet erről meggyőződni? Cseréljétek ki a lencséket és ismételjétek a mérést!

Nehéz megállapítani, mikor legkisebb a fénypont! Bizonyítják az eltérő eredmények.

Láthatjátok, hogy ezek a lencsék egyszerre készült gyári gyártmányok. Nézzétek meg a nyelébe vésett gyári jelzést! Pontosan megállapítottam gyújtótávolságukat: 19 cm!

Módját a pontos megállapításnak nem mondhatom meg a tanulóknak, mert a legszükségesebb ismeretek fogalmától messze vezetne el. Azt sem mondhatom, hogy a gyújtótávolságot még másképpen is meg lehetne állapítani, mert akkor meg is kell mondanom, mi ez a más mód. Eddig még nem fordult elő, hogy a tanulók közül valamelyik megkérdezte volna, hogyan jutottam erre az eredményre. Valószínűleg bíznak nagyobb tudásomban és gyakorlatomban.

Most minden tanulócsoporthoz kap lencséje részére egy állványt (kb. 12 cm magas doboz, amelyet még a múlt évben készített az egyik osztály mértani feladatképpen), egy rajzlap-szeletet (hossza kb. 1 m), egy gyertyát (alja egy 8 x 8 cm fenékű dobozba öntve és homokkal kitöltve), valamint egy irkalapot! Vigyázatok, a gyertya lángja ne gyújtsa meg a papírlapot, ruhátokat, vagy hajátokat! Bárki lépne a terembe, felállani nem szabad! Tanácsos-e futni, ha valaki ruhája meggyullad? Mi a teendő? (Egy nedves pokróc van elrejtve az előadóasztal alatt. A tanulók nem látják, nehogy fölösleges ijedelmet és elfogódottságot okozzon.)

A doboz fenekén levő kis lukba szorítsátok be a lencse nyelét!

Helyezzétek a lencsét a rajzlap közepén meghúzott vonalra úgy, hogy a lencse középpontja a vonal fölé essen! (Egyes csoportoknál igazítani kell.)

A lencse mindkét oldalán mérjétek le a gyújtótávolságot és a mértani középpontokat!

Tornai (nyugodt, fejlettebb tanuló), segíts meggyújtani a gyertyákat!

A tanulók élvezik a kivételes megvilágítást, sok gyertya az elsötétített teremben.

Tegyétek a gyertyát egészen közel a papiros középvonalára helyezett lencséhez! Helyezzétek a papírlapot a másik oldalon a lencséhez közel! Mi figyelhető meg, ha az ernyőt távolítjuk?

Tanulók: nagyobbodik a fényfolt, a sugarak szétszóródnak.

Ebben a pillanatban nyílik az ajtó, vendégek érkeznek.\*

Nem szabad felállani! kiáltom erélyesen, a vendégeknek helyet mutatok s folytatom a tanulókkal való foglalkozást.

Tegyétek a gyertyát 30—40 cm-re a lencsétől és ismét vizsgáljátok a fénysugarak útját!

Meglepetve, örömmel kiáltják a tanulók, hogy a papíron látható a gyertya képe. Pár percnyi időt adok, hogy felfedezésüknek örüljenek és látom, hogy a gyertyát ide-odatologatva, újra és újra keresik képét.

Helyezzük a gyertyát gyújtópontba és keressük meg képét! A párhuzamosan érkező sugarak hol gyűlnek össze? A gyújtópontban. A gyújtópontból induló sugarak viszont hogyan haladnak a lencse után? Párhuzamosan. Látni-e tehát képet? Nem.

Tegyétek a gyertyát a gyújtópont és mértani középpont közé és keressétek meg a gyertya élés képét! Hol található? A mértani középponton túl. Mit tudtok még mondani erről a képről? Minden irányból látható, valódi kép. Fordított. Nagyobb a gyertyánál.

A gyertyát távolítsd és figyelj meg, a képe közeledik-e vagy távolodik a lencsétől? Ha a gyertya távolodik, a képe közeledik a lencséhez.

Állítsátok a gyertyát a mértani középpontra! Mit tudtok mondani a képről? Valódi, fordított, eredeti nagyságú. Ez utóbbi állítást több tanuló nem tartja helyesnek: hasonlítsd össze a gyertya valóságos lángjának hosszát a képpel!

Vigyétek a gyertyát mindig egy kicsivel távolabb a lencsétől és keressétek meg a képét! Mit tudtok róla mondani?

A kép távolodik. Mindig kisebb lesz. Valódi és fordított. Láttunk már ehhez hasonlót? A homorú tükörnél.

Mi történik a fénysugarakkal, ha a lencse és gyújtópontja

---

\* Ekkor léptek be dr. Szily Kálmán államtitkár, dr. Huszti József igazgatótanácsi elnök, dr. Littke Aurél főiskolai igazgató és Kratofil Dezső gyak. polg. isk. igazgató urak.

közé helyezzük? Szétszóródnak. Mit tapasztaltunk a homorú tükörnél hasonló esetben? A tükörben látszó nagyított és egyenes állású képet láttunk.

Helyeztél a gyertyát a lencse és gyújtópontja közé! Kapunk-e felfogható képet? Nem. Néztél a gyertyát a lencsén keresztül! Mit láttok? Ne hajolj egészen a lencséhez, messziről tekints át!

Nagyított, egyenes állású a kép.

Az is láthatja, aki nem néz a lencsébe? Felfogható? Nem. Milyen kép ez tehát? Látszólagos.

Ezeknél a kísérleteknél a menet lassú. Minden egyes helyzetnél hosszabb szünetet tartottam, hogy a tanulóknak idejük legyen megfigyeléseiket nyugodtan végezni és hibázó társaikat helyreigazítani. Ez tanulságosabb reájuk nézve, mintha minden kis hibát én igazítanék helyre sietve.

Függönyöket felhúzni! A gyertyákat fújjuk el!

Hol a kép, ha a tárgy a gyújtópont és a mértani középpont között van? Hol a kép, ha a tárgy a mértani középponton túl van? (Az osztály leggyengébbnek ismert K.F. tanulóját szólítottam. Felelete hibás. Gyűjtsd meg a gyertyát és állapítsd meg, helyesen mondtad-e? A tanuló feleletét kiigazítja.)

Már megismertünk egy eszközt, amellyel szép valódi kicsinyített képet kaphatunk. Melyik az?

Némely tanuló a homorú tükört említi fel, mások a sötét kamarát.

Tudjátok, hogyan nevezik azt a sötét kamarát, amelynek elejére domború lencsét erősítettek? (Felmutatom a fényképező gépet.) Fényképezőgép!

Hogy laposra összehajtható legyen, falai redősek. Elöl nagy nyílása van, ebben domború lencse. Vele szemben homályos üveglemez, amelyen szépen látható a keletkező valódi kép. Csak-hogy ennél nem tologathatom tetszés szerint előre-hátra a tárgyat, például a hegyet, hanem a lencsét mozgatjuk, amíg élesen nem látjuk a képet.

A fényképező-gépet beigazítottam az osztályra és minden tanuló előtt meglepetésként a nekik szenzációt okozó képet társairól.

Hol a tárgy? A mértani középponton túl. Milyen a kép? Kicsinyített, fordított és valódi. Egyezik kísérleteinkkel.

A leányoknál volt tanuló, aki a képet nem látta. Akadnak olyanok, akik nem tudják a helyes távolságba igazítani szemlencséjüket. Ilyenkor úgy segíthetünk, hogy a zárat lecsukjuk, majd ismét felnyitjuk, miközben az illető tanuló a gépbe bele-néz. A felvillanó világosságban feltűnik előtte hirtelen a kép.

Üljetek a fényképezőgép elé mindnyájan, szeretném ezt a valódi képet megörökíteni! Figyeljete! Aki látja a fényképező-gép lencséjét, azt a fényképezőgép is látja!



Felvételt készítettem az osztályról, amelyet a következő órára kidolgoztam, hogy a fényképezés lényegét és menetét a tanulókkal megismertessem.

Álljanak fel, akiknek van otthon domború lencsájuk, ha esetleg régi szemüveglencse is az! (Többen felállanak.) A többieknek odaadom az iskola lencséit. Akinek nem jut, az társától egy délutánra kölcsön kéri! Feladat: írjátok le a mai óra kísérleteit a füzetbe!

Következő órán taláalomra felszólítottam úgy a fiúknál, mint a leányoknál több tanulót dolgozatuk felolvasására. Ezek közül egy fiú és egy leány dolgozatát közlöm, megjegyezve, hogy ezek az első felolvasók voltak, amiről az órán jelen levő tanárjelöltek tanuszkodhatnak.

Érdeklődésemre, hogyan írták meg a dolgozatot, mindnyájan azt mondták, hogy amit leírtak, azt meg is csinálták a lencsékkel. Pedig erre nem is hívtam fel a figyelmüket, szándékosan.

Íme a dolgozatokból kettő (helyszüke miatt mind nem közölhető.)

Németh György, III. o. 1934. II. 11.

A múlt órán a domború lencséről beszéltünk. Mindenki kapott egy égő gyertyát, egy domború lencsét és egy papírernyőt. Azután kísérleteket végeztünk. Először megállapítottuk a lencse gyújtópontjának távolságát. Ezt 19 cm-nek találtuk. Megállapítottuk, hogy ha a lencse fókuszába valami fényforrást teszünk, akkor a sugarak törés után párhuzamosan haladnak, tehát felfogható képet nem adnak. Később láttuk, hogy ha a gyertya a kétszeres gyújtótávolságon kívül van, akkor a másik oldalon az ernyőn kicsinyített és fordított képet látunk. Ha a tárgy pontosan a kétszeres gyújtótávolságban van, a kép egyenlő nagy a tárggyal és fordított. Ha a lencse fent említett távolsága és a fókusz közé tesszük a tárgyat, nagyított, fordított képet kapunk. Ha a tárgyat a lencse és gyújtópontja közé tesszük, valódi képet nem kapunk, hanem azon az oldalon, ahol a tárgy van, egyenesállású, nagyított, látszólagos kép keletkezik.

Pop Erzsébet III. oszt. 1934. II. 28.

A múlt órán mindenki kapott egy lencsét, hogy vele kísérletezzünk. Meggyújtottam egy gyertyát, felállítottam a lencsét és elővettem egy rajzlapot. A rajzlapon megjelöltem a lencse helyét, megkerestem a gyújtópontot. Most a gyújtópont és lencse közötti távolságot, vagyis a gyújtótávolságot kétszer vettem és megkaptam a lencse mértani középpontját. Elővettem egy másik rajzlapot és hozzákezdtem a kísérletezéshez. (Otthoni kísérleteit írja le.)

Először a gyertyát a gyújtópont és a mértani középpont közé állítottam. Akkor nagyított, fordított képet kaptam. A kép a lencse másik oldalán a mértani középponton túl volt, valódi,

Másodszor a mértani középpontba tettem a gyertyát és akkor a kép egyenlő volt a gyertyával és fordított állású. A kép a lencse másik oldalán a mértani középpontban van.

Harmadszor az égő gyertyát a mértani középponton kívülre helyeztem és akkor a lencse tulsó oldalán a gyertyának a kicsinyített, fordított állású valódi képét kaptam. Az éles képet a lencse tulsó oldalán a gyújtópont közelében találtam meg.

Negyedszer a gyertyát a lencse és a gyújtópont közé helyeztem, de valódi képet nem kaptam. A lencse ugyanazon oldalán, ahol a gyertya állott, egyenes állású, látszólagos képet kaptam.

A homorú lencse látszólagos kicsinyített képét a következő órán 2 perc alatt elintézhettük az eddigi ismeretek alapján a fénytörésről és a lencséről tanult anyag számbavételekor.

Matzkó Gyula.

## A konyhasó

### Tanítás a fiúiskola IV. o.-ban

(Az első két vegytani óra.)

*Szemléltető eszközök:* Nagy sókristály, minden tanuló előtt tömött sódarab, örölt só, — sóbánya és sókert képe, — vizes-pohár, próbacső, bepárló tégely, borszeszlámpa, kézinagyító, mérleg. Denaturált só.

Tankönyv: Hankó—Snázel.

A) *Előkészítés, célkitűzés.* (Kapcsolat a fűszernövényekről tanultakkal.)

Hogy nevezzük azokat az anyagokat, melyekkel ételünket ízesítjük? (Fűszereknek.) Sorold fel édesanyád konyhájában található fűszereket. (Paprika, bors, fahéj, köménymag stb.) Mely világ szolgáltatja a felsorolt fűszereket? (A növényvilág.) A legfontosabb fűszerről azonban megfelelkeztetek. Alig van étel, amihez ne használnók. (A só.) (Szemléltetem az örölt sőt.) Evett már valamelyikötök sótalan ételt? (Elmegy az ember étvágya, mert ízetlen.) Jól tudom, mindegyikötök érezte már a lacikonyhából vagy a hentesüzletből kiáradó illatot, amikor húst vagy kolbászt sütöttek. (A jó szag szinte behúzza az embert. »Csurog az ember nyála« — mondja a magyar.) De nemcsak nyál, hanem gyomorsav is termelődik. (Emésztőnedvek.) Mi okozza tehát az étvágy érzését? (A bőségesen kiválasztott emésztő- vagy étvágynedvek.) Az ételt nem is látjuk s már termelődik bőségesen az emésztőnedv. Hátha még a szép, piros-színű paprikást meg is pillantjuk, majd meg is kóstoljuk, az étvágy méginkább fokozódik. »Évés közben jön meg az étvágy« — mondja a magyar közmondás. Ha meg aztán ráadásul feh-