

VI. FÉNYTAN (OPTIKA)

1. Fényvisszaverődés, fénytörés

1439. A Naprendszerhez legközelebbi galaxisok a Nagy Magellán Felhő és az Androméda-köd. A Nagy Magellán valószínű távolsága 55 kpc, az Androméda-ködé 700 kpc. (1 kpc = 1000 pc és 1 parsec = $3,09 \cdot 10^{13}$ km).

Években számolva milyen nagyságrendű az az időtartam, ami alatt a nevezett galaxisokból a fény a Naprendszerbe érkezik? (10⁵ év; 10⁶ év)

1440. A Föld Naptól mért közepes távolsága 149,5 millió km, a Mars bolygóé 227,6 millió km. Együttállítás esetén mennyi idő alatt ér a fény a Földről a Marsra? (4,33 min)

1441. Egy hadgyakorlaton aknavetővel lőnek célba. A fény sebessége $300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, a hang sebessége $340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. A lövedék becsapódási helyétől 1500 m-re álló megfigyelő a robbanás pillanatától számítva mennyi idő múlva látja, és mennyi idő múlva hallja, hogy a lövedék célba ért? ($5 \cdot 10^{-6}$ s; 4,41 s)

1442. Egy teremben a padló felett 2,5 m-re lóg egy izzólámpa. A lámpa alatt asztal áll, amelynek alapja $0,64 \text{ m}^2$ felületű. A lap középpontja éppen a lámpa alatt helyezkedik el. Mekkora az asztal által a padlón létrehozott árnyék területe, ha az asztal 75 cm magas? (1,3 m²)

1443. Síktükörről visszaverődő fény merőlegesen érkezik az ernyőre. A tükört a beesés síkjára merőleges tengely körül elfordítjuk, a fényfolt 5 cm-rel mozdul el. A tükör középpontja 2 m-re van az ernyőtől.

Mekkora szöggel fordítottuk el a tükört?

(0,71°)

1444. Igazoljuk, hogy minden fénysugár két egymásra merőleges síktükörön történő visszaverődés után önmagával párhuzamosan halad visszafelé, feltéve, hogy a beeső sugár mindkét tükörrre merőleges síkban van!

1445. Legalább mekkora legyen a falitükör, hogy egy 180 cm magas ember teljes egészében láthassa magát benne? (90 cm)

1446. Fénysugár egy része kvarckristályon megtörik, a másik része visszaverődik. Mekkora a beesési szög (Brewster-szög), ha a visszavert és a megtört fénysugár merőleges egymásra és a törésmutató 1,545? ($57,08^\circ$ $n = \text{tg } \alpha$)

1447. Fénynek üvegből levegőbe való átlépésekor a határszög 42°. Milyen szög alatt lép ki egy 30°-os beesési szöggel érkező fénysugár?

(48,36°)

1448. Alkohol vízre vonatkoztatott törésmutatója 1,05. Mekkora a határszög? (72,24°)

1449. 1,52 törésmutatójú üvegttestben egy $R=3$ cm sugarú vízzel telített gömb alakú üreg van. Az üregre változtatható sugarú, kör keresztmetszetű párhuzamos fénnyaláb esik. A víz törésmutatója $\frac{4}{3}$.

Legfeljebb mekkora a sugara annak a nyalábnak, amely teljes egészében behatol az üregbe?

($\frac{5,25}{2}$ cm)

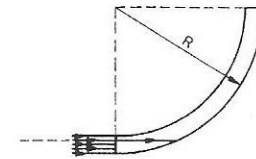
1450. Levegőből üvegbe érkező 590 nm hullámhosszú fénysugár beesési szöge 60°, törési szöge 30°. A fény terjedési sebessége levegőben $3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

a) Mekkora a fény hullámhossza az üvegben? (340 nm)

b) Mekkora a teljes visszaverődés határszöge az üvegben haladó fénysugárra nézve? (35,26°)

1451. Egy 2×2 cm méretű négyzet keresztmetszetű, körív alakúra hajlított tömör üvegrúd egyik határolófelületére az ábra szerint merőlegesen érkezik a fénnyaláb. Az üveg törésmutatója $\frac{3}{2}$.

Legalább mekkora legyen az R külső görbületi sugár, ha azt akarjuk, hogy a fénysugarak ne lépjenek ki az ívből az ív falán? A feltételt elegendő az ábrán szaggatott vonallal berajzolt sugárra és csak az első visszaverődésre vizsgálni!



(6 cm)

1452. Sima vízfelszín alatt 50 cm mélyen pontszerűnek tekinthető izzószálas égőt helyezünk el. A felszínre helyezett átlátszatlan körlappal akarjuk megakadályozni az égő fénysugarainak kilépését a vízből. A víz törésmutatója $\frac{4}{3}$.

Számítsuk ki a legkisebb megfelelő körlap átmérőjét!

(1,133 m)

1453. A vízzel telt medence vízszintes alján 1,5 m magas függőleges oszlop áll, amelyet a víz ellep.

Milyen hosszú az oszlop árnyéka a medence fenekén, ha a napsugarak 50°-os beesési szöggel érik a vízfelszínt? (1,05 m)

1454. Víz alatt függőleges oszlop áll, árnyéka 1 m, amikor a napsugarak 45°-os beesési szöggel érkeznek a víz felszínére.

Milyen magas az oszlop, ha a víz törésmutatója $\frac{4}{3}$?

(1,6 m)

1455. Vízzel telt medence fenekén 1 m magas oszlop áll függőlegesen a víz alatt.

Mekkora az oszlop árnyéka a medence alján, ha a napsugarak 70°-os szöget zárnak be a vízfelszínnel és a víz törésmutatója 1,33? (26,6 cm)

1456. Egy vízmedencében 2 m magas, függőleges cölöp áll. A cölöp egy része kiáll a vízből. A vízszintessel 30° -os szöget bezáró napsugarak a medence alján a cölöp 2,41 m hosszú árnyékát hozzák létre.

Milyen mély a víz, ha a víz törésmutatója 1,33?

(1,2 m)

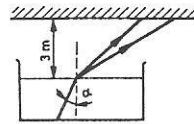
1457. Tiszta vizű tó felekén 3 m magas, függőleges oszlop áll. A víz felszíne az oszlop 1,5 m-es jelzéséig ér. A víz törésmutatója 1,33.

Milyen hosszú az oszlop árnyéka a tó felekén, ha a felszínére eső napsugarak a függőlegessel 30° -os szöget zárnak be?

(1,47 m)

1458. Vízrel telt üvegcád aljáról fénysugarat bocsátunk felfelé, amely a vízszintes felszín 40° -os beesési szög alatt éri. Egymástól mekkora távolságban érkeznek a 3 m magasban levő mennyezetre a vörös és kék fénysugár, ha a törésmutató a vörös fényre 1,328, a kékre 1,343?

(21,28 cm)



1459. 5 cm sugarú üveggömbön átmenő fénysugár az üvegben 8 cm hosszú utat tesz meg, és az üveggömb által okozott teljes eltérítés szöge 60° .

a) Mennyi az üveg törésmutatója?

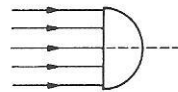
(1,53)

b) Mekkora a fény sebessége az üvegben?

(1,96 · 10⁸ m/s)

1460. 1,6 törésmutatójú anyagból készült 5 cm sugarú félgömb síklapjára merőlegesen érkeznek a fénysugarak. A berajzolt szimmetriatengelytől milyen távolságra vannak azok a beeső sugarak, amelyek a gömbfelületre érkezve, ott teljes visszaverődést szenvednek?

(3,125 cm)



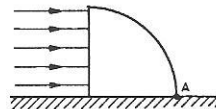
1461. A középponttól mekkora távolságban haladjon a fénysugár az üveggömbben, hogy kiérve a levegőre a megtört fénysugár a gömb érintője legyen? Az üveggömb sugara 12 cm és 1,5 az üveg törésmutatója.

(d > 7,99 cm)

1462. Az asztalon egy negyedhenger alakú üvegtest fekszik, anyagának törésmutatója 1,5. Függőleges falának egész területére merőleges fénysugarak esnek. A henger sugara 5 cm.

Milyen széles sáv marad sötét az asztalon az A ponttól jobbra?

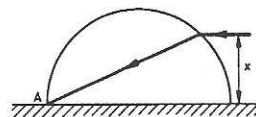
(1,708 cm)



1463. Az 1,8 törésmutatójú üvegből készült 5 cm sugarú félgömbre fénysugár érkezik az ábra szerint.

Mekkora az x távolság, ha a fénysugár a félgömb felszínét az A pontban éri el?

(3,92 cm)



1464. Egy 3,75 cm sugarú üveggömbön $3 \cdot 10^{-10}$ s alatt halad át a fény a gömb középpontjától 2,25 cm távolságban.

a) Mennyi a gömb anyagának törésmutatója?

(1,5)

b) Mekkora beesési szöggel érkezett a fénysugár a gömbhöz?

(64,13°)

1465. A 2,6 cm átmérőjű üveggolyón 10^{-10} s alatt haladt át egy fénysugár. Az üveg törésmutatója 1,5.

a) A golyó közepétől mekkora távolságra haladt a fénysugár az üvegben?

(0,83 cm)

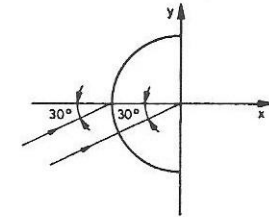
b) Mekkora szöggel térítette el az üveggolyó a fénysugarat az eredeti irányától?

(67,39°)

***1466.** Az $r=10$ cm sugarú átlátszó anyagból készült félhengerre az ábra szerint két párhuzamos fénysugarat bocsátunk. A félhenger törésmutatója 1,5.

Határozzuk meg a két fénysugár metszéspontjának x és y koordinátáját!

(x = 6,35 cm; y = 7,20 cm)



a) Planparalel lemez

1467. 4 cm vastag planparalel lemezre 60° -os beesési szög alatt fénysugarat ejtünk. A fénysugár az üvegben 5 cm hosszú utat fut be.

Mennyi az üveg törésmutatója?

(1,44)

1468. Fénysugár esik 30° -os beesési szöggel egy planparalel üveglemezre amelynek törésmutatója 1,5.

Milyen vastag az üveglemez, ha a lemezből kilépve a fénysugár, haladási irányára merőlegesen 1,94 cm-t tolódott el?

(10,008 cm)

1469. Planparalel lemez vastagsága 3 cm. Törésmutatója 1,5.

Mennyivel tolódik el a 60° -os beesési szöggel érkező fénysugár?

(1,53 cm)

1470. Egy adott üvegfajtában a fény terjedési sebessége $200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

a) Hány fokos lesz a törési szög, ha a fénysugár a levegőből $50,5^\circ$ beesési szöggel érkezik az üveg felületéhez?

(30,9°)

b) Milyen vastag az ebből az anyagból készült planparalel üveglemez, ha a fenti beesési szög esetén a kilépő sugár eltolódása 15,6 mm?

(40,01 mm)

1471. Planparalel üveglemezre 45° -os szögben fénysugár esik. Az üveg törésmutatója 1,5.

Milyen vastag az üveg, ha a fénysugár az áthaladás következtében 2 cm-rel tolódik el?

(6,06 cm)

1472. Egy párhuzamos falú üveglap 3,5 cm vastag, törésmutatója 1,5.

a) Hány fokos a beesési szög, ha a fénysugár $2 \cdot 10^{-10}$ s alatt halad át az üveglapon?

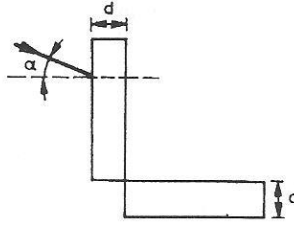
(46,55°)

b) Mennyi az a legrövidebb idő, ami alatt a fény át tud haladni az üveglapon?

(1,75 · 10⁻¹⁰ s)

1473. Két egymásra merőlegesen elhelyezett planparalel lemezen fénysugár halad át. A lemezek vastagsága 5 mm, törésmutatója 1,5. A második lemezből való kilépés után a fénysugár ugyanazon egyenes mentén halad, mint az első lemeze való belépés előtt.

- a) Mekkora beesési szöggel esett a fénysugár az első lemeze? Vázoljuk a fénysugár menetét! (45°)
 b) Mekkora a fénysugár párhuzamos eltolódása az első lemezből való kilépés után? (1,65·10⁻³ m)

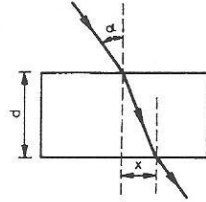


1474. Paraffin törésmutatóját akarjuk meghatározni, 3 cm-es mikrohullámra vonatkoztatva. E célból jól irányított hullámnyalábot ejtünk egy paraffinból készült 60 cm vastag, téglalap alapú hasábra. A beesés szöge 45°. Megmérjük a kilépés helyén az antenna által vett jel felerősített értékeit a vevő x helyének függvényében.

Határozzuk meg a táblázat alapján a paraffin törésmutatóját!

x, cm	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
U, mV	2	3	4,2	5,8	7	9,1	15	23	24	16	8,2

(1,27 > n > 1,104; $n=1,17$ a feltételezhető maximumhelyénél ami 45 cm-nél van)



1475. Egy kádban levő víz felszínére 60°-os beesési szöggel fénysugarat bocsátunk. A víz törésmutatója $\frac{4}{3}$. A kád alja vízszintes tükörkép. A víz felszínére eső fénysugár egy része visszaverődik, a másik része megtörik és behatol a vízbe. Ez utóbbi a tükörről visszaverődik, majd a levegőbe kilépve újra megtörik.

- a) Milyen mély a víz, ha a felszínéről visszaverődő és a vízből kilépő fénysugarak távolsága 20 cm? (0,234 m)
 b) Mennyi idő alatt halad át a fény a vízen? (2,73·10⁻⁹ s)

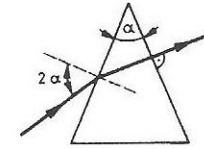
b) Prizma

1476. Egy prizma egyik oldallapjára merőlegesen beeső fénysugár a másik oldallapon 75°-os törési szöggel lép ki. A prizma anyagának törésmutatója 1,5. Mekkora a prizma törőszöge? (40,1°)

1477. Egy prizma egyik lapjára merőlegesen fénysugár esik. A prizma anyagának törésmutatója 1,6. Mekkora az a törőszög, amelynél a másik lapon nem lép ki a fénysugár? (38,68°)

1478. Egy prizma egyik oldallapjára merőlegesen beeső fénysugár a másik oldallapon 60°-os törési szöggel lép ki. Mekkora a prizma törőszöge, ha anyagának törésmutatója 1,6? (32,76°)

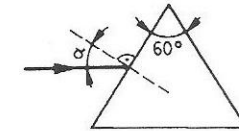
1479. Egy fénytani prizma 1,6 törésmutatójú anyagból van. Ha a prizma eső fénysugár beesési szöge kétszerese a prizma törőszögének, akkor a fénysugár a prizma másik lapján törés nélkül lép ki.
 a) Mekkora a prizma törőszöge? (36,86°)
 b) Mekkora a fénysugár eltérítési szöge? (36,86°)



1480. Prizma anyagának törésmutatója 1,7. A prizma törőszöge 60°. Mekkora beesési szög esetén nincs kilépő fénysugár? (43,7°)

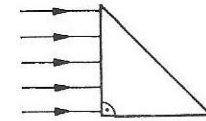
1481. Átlátszó műanyagból készült fénytani prizma törőszöge 36°. A prizma egyik oldalára merőlegesen fénysugár esik. Mekkora szöget zár be egymással a másik oldallapon kilépő vörös és kék fénysugár, ha a prizma anyagának törésmutatója vörös fényre 1,58 és kék fényre 1,62? (3,98°)

1482. Egy 60°-os törőszögű, 1,5 törésmutatójú műanyagból készült prizma fénysugár esik az ábra szerint. Mekkora az a legnagyobb szög, amelynél a prizma másik lapján a fény teljes visszaverődést szenved? (27,9°)



1483. Egyenlő szárú derékszögű háromszög keresztmetszetű üveghasáb egyik oldallapjára merőlegesen az ábrán látható módon párhuzamos fénynyalábok esnek. Az üveg törésmutatója 1,5.

- a) Milyen irányban lép ki az üveghasázból a fénysugár? (A fény a másik „befogón”, arra merőlegesen lép ki.)
 b) Mennyi a fény terjedési sebessége az üveghasábban? (200 000 km/s)

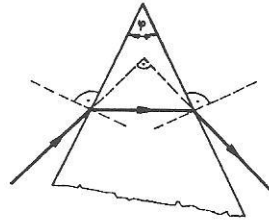


1484. Prizma egyik lapjára merőlegesen fénysugár esik, a prizma anyagának törésmutatója 1,6. Mekkora az a minimális törőszög, amelynél a másik síklapon nem lép ki a prizmából fénysugár? (38,68°)

1485. Prizma lapjára 60°-os beesési szögben fénysugár érkezik, és a másik lapon kilép. A prizma lapjai által bezárt szög 45°. Mekkora a fénysugár törési szöge a prizmából történő kilépéskor, ha a fény sebessége az üvegben $2 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ nagyságú? (14,6°)

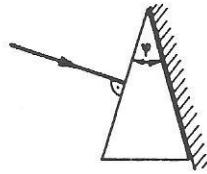
1486. Üvegprizmának a levegőre vonatkoztatott törésmutatója 1,58. Bizonyos beesési szög esetén a kilépő fénysugár a prizma rá eső fénysugarra merőleges, és a kilépési szög egyenlő a beesési szöggel.

- a) Mekkora a beesési szög? (84°)
 b) Mekkora a prizma törőszöge? (78°)
 c) Hány százalékkal kisebb a fény hullámhossza a prizma belsejében, mint a levegőben? (36,7%)



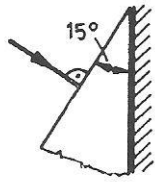
1487. Fénytani hasáb egyik lapjára fénysugarat ejtünk merőleges beeséssel. A hasáb másik lapját tükröző felülettel láttuk el. Az üveg törésmutatója a vörösre 1,74, a komplementer zöldre 1,75! Mekkora szöget zár be egymással a hasáb két lapja, ha azon a felületen, amelyikre a fénysugár először esett, csak vörös fény lép ki?

$$(17,53^\circ > \Phi > 17,42^\circ)$$



1488. A 15°-os törőszögű prizma egyik felülete ezüstözött és tükröz. A másik felületre merőlegesen fénysugarat bocsátunk. A prizma anyagának törésmutatója 1,5.

- a) Mennyi a fény terjedési sebessége a prizma belsejében? ($2 \cdot 10^8$ m/s)
 b) Hány fokkal zár be a kilépő fénysugár a belépő fénysugárral? (48,59°)

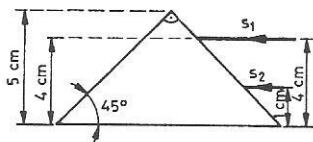


1489. Nehéz flintüvegből készült prizma 760,82 nm hullámhosszú vörös fény esik 60°-os beesési szöggel, majd a másik lapon a felületre merőlegesen lép ki. Az üveg törésmutatója 1,739.

- a) Mekkora a prizma törőszöge? (29,86°)
 b) Mekkora szögben lép ki a másik lapon a 396,85 nm hullámhosszú fénysugár, ha a prizma törésmutatója 1,81? (2,31°)

1490. Az ábra felülnézetben mutat egy üveghasábot, melyre vízszintesen s_1 és s_2 fénysugár esik. Az üveg törésmutatója 1,6.

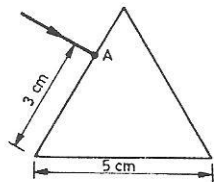
- a) Rajzoljuk fel a sugármenetet a két esetben!
 b) Mekkora szöggel téríti el a prizma az s_1 és s_2 fénysugarat? (s_1 -et 59°-kal; s_2 párhuzamosan halad)



1491. Szabályos háromszög keresztmetszetű üveghasáb egyik oldallapjára merőlegesen, a levegőből fénysugár érkezik az A pontba. Az üveg törésmutatója 1,5.

- a) Határozzuk meg az üvegből kilépő fénysugár irányát! ($\alpha = 60^\circ > \alpha_h$, tehát az alaplagra merőlegesen lép ki)
 b) Mennyi idő alatt halad át a fény a prizma belsejében?

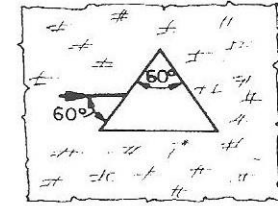
$$(2,16 \cdot 10^{-10} \text{ s})$$



1492. Egy ismeretlen törésmutatójú üveg belsejében egy 60° törőszögű levegőprizmát hoztunk létre. A prizma a rajz szerint az első törősíkhöz érkező fénysugár úgy tör meg, hogy a másik törősíkon törés nélkül halad át.

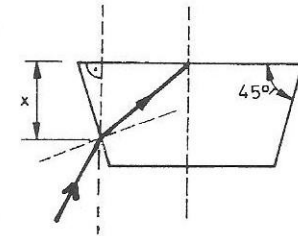
- a) Mekkora az üveg törésmutatója? (1,73)
 b) Ha ugyanebből az üvegből azonos méretű és helyzetű prizmát készítünk és ezt levegőben helyezük el, akkor az előbbi irányból a prizma rá érkező fénysugár hogyan halad tovább a második törősíktól?

(A második törősíkról 43,21° szögben verődik vissza)



1493. Felfelé szélesedő csonkakúp alakú üvegtest törésmutatója 1,61, fedőlapjának sugara 1,34 cm, az alkotó és a fedőlap által bezárt szög 45°. A csonkakúp palástjára fénysugár esik. A fénysugár törés után a fedőlap középpontjába jut és teljesen visszaverődik.

- a) Határozzuk meg x lehetséges legnagyobb értékét! (0,7476 cm)
 b) Mekkora ebben az esetben a palásthoz érkező fénysugár beesési szöge? (10,68°)



2. Gömbtükrök

1494. Homorú tükör előtt 4 cm-re tárgy áll. A kép 6 cm-re keletkezik a tükörtől.

Mekkora a fókusz távolság?

$$(2,4 \text{ cm})$$

Milyen a keletkezett kép?

(Valódi, fordított, nagyított)

1495. Homorú tükör előtt a fókusz távolság négyszeresében tárgy áll.

Mekkora a keletkezett kép távolsága, ha a fókusz távolság 6 cm?

$$(8 \text{ cm})$$

1496. Homorú tükör 9 cm görbületi sugarú. A tárgy a tükörtől 2 cm távolságban áll.

Hol keletkezik a kép?

$$(3,6 \text{ cm, látszólagos kép})$$

1497. Homorú tükör 10 cm görbületi sugarú. A tükör előtt 8 cm-re 2 cm magas tárgy áll.

Mekkora a képtávolság, a nagyítás és a kép nagysága?

$$(13,3 \text{ cm; } 1,66; 3,33 \text{ cm})$$

1498. Hol keletkezik a kép a 20 cm sugarú domború gömbtükör elé 15 cm-re helyezett tárgyról?

$$(-6 \text{ cm})$$

Milyen a kép és mekkora a nagyítás?

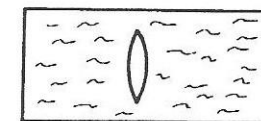
$$(-0,4, \text{ látszólagos})$$

- 1499.** Homorú gömbtükör fókusztávolsága 20 cm. Hol keletkezik a kép a tükör előtt 60 cm-re elhelyezett tárgyról? Mekkora a nagyítás? (30 cm) (0,5)
- 1500.** Egy 10 cm átmérőjű gömb alakú karácsonyfadísz hányszorosra kicsinyít, ha benne 2 m távolságból szemléljük magunkat? (0,0123)
- 1501.** Homorú tükör a 30 cm távol levő tárgyról és a 10 cm távol levő tárgyról egyaránt kétszer akkora képet ad. Határozzuk meg a tükör fókusztávolságát! (20 cm)
- 1502.** Mekkora görbületi sugarúra kell készíteni a borotválkozó tükröt, hogy 1,5-szeres nagyítást adjon az arcról a tisztalátás távolságában ($d=25$ cm)? (60 cm)
- 1503.** 15 cm fókusztávolságú homorú tükörbe nézve a tisztalátás távolságában látjuk az arcunkat. Mekkora távolságba kell a tükröt az arcunk elé helyezni? (8 cm)
- 1504.** Egy 12 cm gyújtótávolságú homorú gömbtükörtől 25 cm-re az optikai tengelyre merőlegesen egy síktükör áll. Hová kell elhelyezni egy pontszerű fényforrást, hogy a sugarak először a síktükörrel, azután a homorú tükörrel visszaverődve újra a tárgypontban egyesüljenek? (5 cm-re a síktükör elé)
- 1505.** Mekkora görbületi sugarú homorú tükörben látjuk arcunkat kétszeres nagyításban, ha a tükröt az arcunktól 30 cm távolságban tartjuk? (120 cm)
- 1506.** Domború gömbtükör esetében a tárgytávolság 3 cm. A tárgy nagysága 2 cm, a tükör görbületi sugara 5 cm. Hol keletkezik a kép és mekkora? Hányszoros a nagyítás? (-1,36 cm; 0,9 cm) (-0,46)
- 1507.** Homorú tükör gyújtótávolsága 20 cm. Milyen távol van a tükrötől a tárgy, ha a valódi kép 15 cm-rel messzebb van mint a tárgy? (33,86 cm)
- 1508.** Homorú és domború tükör áll egymással szemben. Mekkora távolságra kell elhelyezni a tárgyat a homorú tükör előtt, ha a két tükör egymástól mért távolsága 130 cm és $f = \pm 25$ cm és azt akarjuk, hogy mindkét tükör egyenlő képet adjon? (90 cm)

3. Optikai lencsék

- 1509.** Egy optikai lencse az egyik oldalán 10 cm-es domború, a másik oldalán 15 cm-es sugarú homorú felülettel határolt. Anyagának törésmutatója 1,6. Mekkora a lencse fókusztávolsága? (50 cm)
- 1510.** Üveg törésmutatója 1,56, a belőle készült optikai lencse +8 dioptriás. Mekkora a görbületi sugarai a lencsének, ha a két sugár egyenlő? (0,14 m)
- 1511.** 1,5 törésmutatójú üvegből készített bikonvex lencse görbületi sugarai 10 cm és 15 cm. Mekkora a lencse fókusztávolsága? (12 cm)
- 1512.** Egy lencse 5 cm sugarú homorú és 7,5 cm sugarú domború göbbsüveggel határolt. Anyagának törésmutatója 1,5. Milyen lencse ez levegőben? ($f = -30$ cm, szórólencse)

- 1513.** Egy 1,47 törésmutatójú üveghasábban kétszer domború „levegőlencse” van. A hasázból kimetszett üveglencse 5 dioptriás. Hány dioptriás a levegőlencse, ha a görbületi sugarak egyenlők? (-3,4 dioptriás)



- 1514.** Domború lencse a tőle 30 cm-re levő tárgyról a lencsétől 60 cm-re éles képet hoz létre. A tárgyat 10 cm-rel távolítva a lencsétől mennyivel és milyen irányban toódik el a kép? (20 cm, és közeledik a lencséhez)
- 1515.** Egy pontszerű fényforrástól 20 cm távolságban lencsét helyezünk el úgy, hogy a fényforrás a lencse optikai tengelyére esik, és ilyen módon a lencsén áthaladó fénysugarakból párhuzamos nyalábot kapunk. Ha a lencsét háromszoros távolságba visszük, akkor hol keletkezik a kép? (30 cm)
- 1516.** -8 dioptriás szórólencsétől 12,5 cm távolságra a lencse optikai tengelyén helyezkedik el egy pontszerű fényforrás.
a) Hol keletkezik a fényforrás képe? (-6,25 cm)
b) Szerkesszük meg a képet!
- 1517.** Egy 20 cm fókusztávolságú gyűjtőlencse egy tárgyról kétszeres nagyítású képet ad.
a) Mekkora a kép és a tárgy egymástól való távolsága? (90 cm; 10 cm)
b) Készítsünk ábrát is!

210 FÉNYTAN

1518. Egy 30 cm magas tárgyról 6,25 dioptriás gyűjtőlencsével 7,5 cm magas képet akarunk kapni.

- a) Milyen távol legyen a lencse a tárgytól? (80 cm)
b) Készítsünk vázlatot a lencse képalkotásáról!

1519. Pontszerű fényforrás és az ernyő távolsága 2 m. Az ernyőn 2 cm sugarú kör alakú fényfoltot akarunk létrehozni 20 cm-es gyűjtőtávolságú gyűjtőlencsével, amelynek átmérője 8 cm.

A fényforrástól milyen messze legyen a lencse, hogy a folt megvilágítása a legerősebb legyen? (0,211 m)

1520. Egy, a szemünktől 17 cm távolságban levő bélyeget 6,25 dioptriás gyűjtőlencsével nézünk úgy, hogy a kép a szemünktől 25 cm távolságban keletkezik.

- a) Vázlatosan szerkesszük meg a képet! (9 cm)
b) Milyen messze van a lencse a szemünktől? (-2)
c) Hányszoros a nagyítás?

1521. A talaj felett 1 m magasan levő fényképezőgép lencséje vízszintes optikai tengelyű, gyűjtőtávolsága 10 cm. Egy 2 m magasról esni kezdő golyót fényképezünk akkor, amikor az a talajtól 1 m-re van. A lencse távolsága ekkor a golyótól 1 m. Az exponálás folyamán a golyó sebességváltozása elhanyagolható!

- a) Milyen távol legyen a film a lencsétől? (11,1 cm)
b) Mekkora volt az expozíciós idő, ha a képen a golyó elmosódását 0,5 mm-nek észleljük? (0,001 s)

1522. 24×36 mm méretű diafilmet vetítünk a vetítőlencsétől 5,15 m-re levő vászonra. A vetítővászon négyzet alakú, területe 1,44 m², a képet úgy vetítjük a vászonra, hogy a vászon oldalaival párhuzamosak legyenek.

- a) Mekkora fókusz-távolságú vetítőlencsét használjunk, hogy a kép teljes egészében látható legyen a vászonon, a lehető legnagyobb nagyításban? (15 cm)
b) A vászon területének hány százalékát tölti ki ekkor a kép? (66,66%)

1523. Egy 5 dioptriás lencsétől 30 cm-re elhelyezünk egy 3 cm átmérőjű világító körleplet. A körleplet merőleges a középpontján átmenő optikai tengelyre.

- a) Hol keletkezik a kép? (0,6 m)
b) Mekkora a kép területe? (28,26 cm²)

1524. Egy gyűjtőlencse egy tárgyról háromszoros nagyítású valódi képet ad. Ha a lencsét 5 cm-rel közelebb visszük a tárgyhöz, akkor ötszörös nagyítású valódi képet kapunk.

- a) Mekkora a tárgytávolság az első esetben? (50 cm)
b) Mekkora a lencse fókusz-távolsága? (37,5 cm)

1525. 20 dioptriás gyűjtőlencsével állítjuk elő egy tárgy kicsinyített képét. Ha a tárgy nagyságát 1 cm-rel csökkentjük, a kép nagysága 1 mm-rel lesz kisebb.

Milyen távol van a tárgy a lencsétől? (5,5 cm)

1526. Egy diavetítővel 2×3 m-es képet akarunk kapni a 24×36 mm-es diapozitívról. A lencse fókusz-távolsága 50 mm.

- a) A vászontól milyen távolságban kell elhelyezni a vetítő lencsét? (421,65 cm)
b) Hányad részére csökken a kép megvilágításának erőssége, ha ugyanezzel a vetítőgéppel 3×4,5 m méretű képet vetítünk? (0,44)

1527. A szemet olyan változtatható gyűjtőtávolságú lencsével modellezhetjük, amely mindig 2,5 cm-es távolságban ad valódi képet.

- a) Hány dioptriájú lencse felel meg a szemnek, ha a tárgy a tisztánlátás távolságában (25 cm-re) van a lencsétől? (44,05 dioptriás)
b) Mennyivel kell megváltoztatni lencsénk dioptriáját ahhoz, hogy egy 12 cm átmérőjű körleplet 0,3 mm átmérőjűvé képezzen le? (3,95 1/m)

1528. Egy tárgy távolsága a lencsétől a fókusz-távolság háromszorosa. A tárgy képe a tárgytól 90 cm-re elhelyezett ernyőn fogható fel.

- a) Mekkora a lencse fókusz-távolsága? (20 cm)
b) Hányszoros a nagyított kép? (0,5)

1529. Vékony lencsére olyan sugárnyaláb esik, amely a lencsén keresztül haladva attól 20 cm-re fókuszálódik. A lencsét eltávolítva a sugárnyaláb 10 cm-rel távolabb egyesül.

Mekkora a lencse fókusz-távolsága? (60 cm)

***1530.** Kétszer domború lencse esetén a valódi kép és a fókusz 20 cm-re van egymástól, míg kép és a tárgy 45 cm-re.

Mekkora a fókusz-távolság és a nagyítás? (10 cm; 2)

1531. Egy gyűjtőlencse valódi, háromszoros nagyítású képet ad, ha a tárgy és a kép egymástól mért távolsága 80 cm.

Hányszoros a nagyítás, ha a tárgy és a kép egymástól mért távolsága 62,5 cm? (1,5; $\frac{2}{3}$)

1532. Egy pontszerű fényforrás 0,75 m távolságra van egy 2 dioptriás lencsétől, annak optikai főtengelyén. A lencse másik oldalán egy másik ugyancsak 2 dioptriás lencsét helyezünk el úgy az optikai tengelyen, hogy a lencserendszert elhagyó fénynyaláb párhuzamos legyen.

Milyen messze van a két lencse egymástól? (2 m)

1533. Egy 5 dioptriás lencsével egy tárgyat leképezünk úgy, hogy a kép és a tárgy távolság egyenlő. Ezután a lencse mellé egy ismeretlen másik dioptriájú lencsét teszünk. Ha most ugyanakkora távolságra akarjuk a képet kapni mint az előbb, akkor a tárgyat fele akkora távolságra kell a lencse elé helyezni.

Mekkora az odattett lencse gyűjtőtávolsága? (0,39 m)

1534. Egy kis izólámpa 3 m távolságra van a faltól. A 3 m-es szakaszon egy lencsét akarunk úgy elhelyezni, hogy a lámpa ötszörös nagyítású éles képét vetítse a falra.

- a) A lámpától milyen távol kell elhelyezni a lencsét? (0,5 m)
b) Hány dioptriás lencsére van szükség? (2,4 dioptriás)

1535. Két egyforma $f=20$ cm fókusz-távolságú lencsét helyezünk el egymástól adott távolságra, közös optikai tengelyen. Ha erre a lencserendszerre a tengellyel párhuzamos fénynyalábot bocsátunk, azt tapasztaljuk, hogy párhuzamos nyaláb lép ki belőle. Növeljük kétszeresére a lencsék közötti távolságot és ekkor bocsássunk a rendszerre a tengellyel párhuzamos sugarakat! Második esetben hol metszik a sugarak a tengelyt a második lencséből való kilépés után?

(30 cm)

1536. Egy tárgy 80 cm-re van a szemünktől. E távolság felében egy 1,25 dioptriás gyűjtőlencsét helyeztünk el.

a) A szemünktől mekkora távolságban keletkezik a kép? (120 cm)

b) Hányszor nagyobb a kép mint a tárgy? (2)

***1537.** Egy gyűjtőlencse az optikai tengelyre merőlegesen álló tárgyról kétszeres nagyítású képet állít elő egy ernyőn. Ezután a tárgyat 8 cm-rel közelebb visszük a lencséhez, és az ernyővel újra megkeressük az éles képet. Ez a kép már háromszoros nagyítású lesz.

a) Határozzuk meg a lencse fókusz-távolságát! (48 cm)

b) Mennyivel kellett az ernyőt elmozdítani? (48 cm, kifelé)

1538. Egy 50 cm magas tárgyat 1,2 m távolságból kell lefényképezni, a 24 mm magas filmkockára. Rendelkezésünkre áll egy 75 mm-es és egy 50 mm-es gyűjtőtávolságú lencse.

Melyiket válasszuk?

(f=50 mm)

1539. Adott tárgyról egy meghatározott fókusz-távolságú lencsével a tárgytól L távolságra levő ernyőn kétszeres nagyítású valódi képet kapunk. A tárgy és az ernyő változatlan helyzete mellett egy másik lencsével ötszörös nagyítású valódi képet kapunk.

Mennyi a két lencse fókusz-távolságának a viszonya?

(5/8)

1540. Egy 9 m^2 területű, négyzet alakú festményről 36 cm^2 fényképet kell készíteni egy 8 cm gyűjtőtávolságú lencsével.

a) Milyen távolságban legyen a fényképezőgép lencséje? (408 cm)

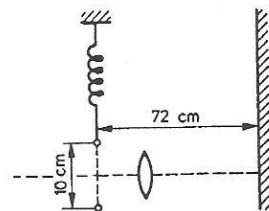
b) Hol keletkezik a kép? (8,16 cm)

1541. Egy rugóra függesztett golyó 2 s^{-1} frekvenciájú harmonikusan rezeg, 5 cm maximális kitéréssel. Egy 10 cm gyűjtőtávolságú lencsével a golyó mozgását akarjuk kivetíteni a golyótól 72 cm távolságra levő falra.

a) Hova helyezzük a lencsét? (0,6 m-re a faltól)

b) Mekkora lesz a golyó képének maximális sebessége?

(3,14 m/s)



1542. Egy gyűjtőlencse optikai tengelyén, a lencsétől 30 cm távolságban, pontszerű fényforrást helyezünk el. Ekkor a másik oldalon, a lencsétől 45 cm-re levő ernyőn kör alakú fényfolt keletkezik. Az ernyőt távolítva megjelenik a fényforrás pontszerű képe. Még távolabb, 75 cm-es lencse-ernyő távolság esetén az ernyőn ugyanolyan átmérőjű, kör alakú fénypont keletkezik, mint a 45 cm-es lencse-ernyő távolság esetén.

a) Hol volt az ernyő akkor, amikor a pontszerű kép keletkezett? (60 cm)

b) Mennyi a lencse fókusz-távolsága? (20 cm)

***1543.** Egy tárgy valódi képét állítjuk elő a 4 cm fókusz-távolságú gyűjtőlencsével. Ha a tárgyat 2 cm-rel közelítjük a lencséhez, a nagyítás kétszeresére növekszik.

Milyen távol volt eredetileg a tárgy a lencsétől?

(8 cm)

***1544.** Egy szemüveg egyik lencséjének fókusz-távolsága fele a másik lencse fókusz-távolságának. A lencsék 60 cm-es tárgy-távolság esetén egy-egy valódi képet adnak. A képtávolságok különbsége 90 cm.

Hány dioptriásak a lencsék?

(2,5 dioptriás; 5 dioptriás)

1545. Egy gyűjtőlencsétől kétszeres fókusz-távolságban levő tárgyat 5 cm-rel közelítünk a lencséhez. Ennek következtében a képtávolság 10 cm-rel megnő.

Mekkora a lencse fókusz-távolsága?

(10 cm)

1546. Egy gyűjtőlencsétől 5 cm-re levő tárgyról éles képet kapunk egy ernyőn. Ha a lencsét 10 cm-rel eltoljuk az optikai tengelyén, újból éles kép látható az ernyőn. (A tárgy és az ernyő nem mozdult el.)

a) Mekkora a lencse fókusz-távolsága? (3,75 cm)

b) Hányszoros a nagyítás mindkét esetben? (3; 1/3)

1547. Egy gyűjtőlencsével egy tárgyról kétféle beállításban hozhatunk létre valódi képet. A tárgy és a kép egymástól mért távolsága mindegyik esetben 30 cm volt. A második beállításban a lencse 6 cm-rel volt messzebb a tárgytól mint az első esetben.

Mekkora a lencse gyűjtőtávolsága?

(7,2 cm)

1548. Gyűjtőlencsével állítjuk elő egy tárgy éles képét egy ernyőn. Ha felcseréljük egymással a tárgyat és az ernyőt, akkor az ernyőn a kép hosszmeretei 44%-kal nagyobbak az előző kép hosszmereteinél. Az ernyő és a tárgy távolsága 121 cm.

a) Mekkora a lencse fókusz-távolsága? (30 cm)

b) Mekkora a képek, ha a tárgy nagysága 12 cm?

(10 cm; 14,4 cm)

1549. Egy fényforrás és egy ernyő távolsága állandó. Egy gyűjtőlencsével két helyzetben kapunk a fényforrásról éles képet. Ezeknek a lencsehelyzeteknek az egymástól mért távolsága 48 cm. Az egyik élesre állításnál a nagyítás négyszeres volt.

a) Milyen messze van a fényforrás az ernyőtől? (80 cm)

b) Mekkora a lencse gyűjtőtávolsága? (12,8 cm)

1550. Egy izzószálát a tőle L távolságban levő ernyőre 12 cm gyűjtőtávolságú lencsével képezzük le. A lencse két, egymástól 10 cm távolságban levő helyzetben ad éles képet.

Mekkora az L távolság?

(50 cm)

1551. Egy lámpa távolsága az ernyőtől 55 cm. A közöttük elhelyezett lencse két helyzetben adja az ernyőn a lámpa éles képét. E két helyzet között a távolság 15 cm. (Bessel-módszer)

Mekkora a lencse fókusz-távolsága?

(12,72 cm)

214 FÉNYTAN

1552. Egy 24 cm fókusztávolságú gyűjtőlencse optikai tengelyén a lencsétől 40 cm távolságban egy tárgy áll. A lencse túlsó oldalán a tengelyre merőlegesen síktükröt helyezünk el.

- a) Hova helyezzük a síktükröt, hogy a lencse és a tükrözött, a lencsétől 24 cm távolságban valódi kép keletkezzék? (42 cm)
b) Hányszoros ekkor a nagyítás? (1,5)

***1553.** 4 cm görbületi sugarú homorú tükörrel szemben az optikai tengelyre merőlegesen síktükrözött áll. A gömbtükrötől 3 m-re az optikai tengelyen elhelyezett fényforrásból kibocsátott sugarak a két tükrözöttől való visszaverődés után olyan képet hoz létre, amely a fényforrással egybeesik. Mekkora távolságban van egymástól a két tükrözött? (4,5 m)

***1554.** Két homorú tükrözött áll egymás felé fordítva, egymástól 3 m távolságban. Gyűjtőtávolságuk 0,75 m és 0,65 m. Optikai tengelyeik egymásba esnek. Az első tükrözött előtt egy tárgy áll 1,25 m távolságban. Az első tükrözött képéről a második tükrözött is képet ad. Mekkora távolságban van ez az utóbbi kép a második tükrözöttől? (1,539 m)

1555. Egy 25 cm gyűjtőtávolságú gyűjtőlencse elé 37,5 cm távolságban egy kis izzót, mögötte 50 cm távolságban a tengelyre merőlegesen, egy síktükrözött helyezünk el. Hol és milyen képet kapunk?

(25 cm-re a lencsétől, valódi; $k = \infty$, a tükrözöttéről kapott kép)

***1556.** Vízszintesen elhelyezett homorú tükörbe egy kis vizet öntünk. A tükrözött ezáltal a felette levő izzólámpáról 54 cm és 36 cm távolságban két valódi képet ad. Határozzuk meg a tükrözött görbületi sugarát és az izzólámpa távolságát a tükrözöttől, ha a víz törésmutatója $\frac{4}{3}$! (72 cm; 108 cm)

1557. Egy távollátó ember számára a tisztánlátás távolsága 50 cm. Hány dioptriás szemüveget kell viselnie ahhoz, hogy tisztánlátásának távolsága a normális (25 cm) legyen? (2 dioptriás)

1558. A szürkehályogműtét során a beteg szeméről a hályogot csak a szemlencsével együtt lehet eltávolítani. Az így megoperált beteg +12 dioptriás szemüveggel élesen látja a messzire levő tárgyakat.

Hány dioptriás szemüveggel tud 25 cm távolságra levő könyvet olvasni? (16 dioptriás)

4. Fizikai optika

1559. Vörös fény frekvenciája $4,8 \cdot 10^{14}$ Hz. Mekkora a hullámhossza levegőben? (6,25 · 10⁻⁷ m)

1560. A kék színű fény hullámhossza levegőben $4,8 \cdot 10^{-7}$ m. Mekkora a kék fény frekvenciája? (6,25 · 10¹⁴ Hz)

1561. Fény hullámhossza levegőben $4 \cdot 10^{-7}$ m. Az üvegnek erre a fényre a törésmutatója 1,5. Mennyi a fény terjedési sebessége és hullámhossza az üvegben? (2 · 10⁸ m/s; 2,66 · 10⁻⁷ m)

1562. 1,6 törésmutatójú üvegbe monokromatikus fénysugár lép be. Mekkora a hullámhossza az üvegben, ha vákuumban 650 nm? (406,25 nm)
Mégváltozik-e a fény színe? (Nem)

1563. Üvegbe érkező 760 nm hullámhosszúságú fény beesési szöge 60°, törési szöge 30°. Mekkora a hullámhossza az üvegben? (4,39 · 10⁻⁷ m)

1564. Egy fénysugár vörös és ibolya színű fény keverékéből áll. Ez a sugár vákuumból 10 cm vastag, nehéz flintüveg lemezre esik. $\lambda_{\text{vörös}} = 560$ nm, $\lambda_{\text{ibolya}} = 396$ nm, $n_{\text{vörös}} = 1,739$, $n_{\text{ibolya}} = 1,81$. Mekkora időkülönbséggel lép ki a merőlegesen beeső fénysugár két összetevője a másik lapon? (0,2 · 10⁻¹⁰ s)

1565. Monokromatikus 400 nm hullámhosszú kék fénysugár 2 mm vastag üveglemezre esik merőlegesen. Az üveg törésmutatója 1,6.

- a) Mekkora fáziseltolódás lép fel az üvegben haladó és az üveg szélétől kissé távolabb, vákuumban haladó fénysugár között, amikor az üvegben a fény 400 nm utat tett meg? (135°)
b) Mekkora a fáziskülönbség az üvegből történő kilépéskor? (K2 $\pi = 6000 \pi$)

1566. Két koherens fényhullámmal világítunk meg egy ernyőt. Ha a hullámok útkülönbsége 1 μm , erősítést tapasztalunk. Az útkülönbség fokozatos növekedésével egyre csökken az ernyő megvilágítása és 1,25 μm útkülönbség esetén teljes kioltást tapasztalunk.

- a) Mennyi a felhasznált fény hullámhossza? (0,5 μm)
b) Mit tapasztalunk ott, ahol az útkülönbség már csak 0,5 μm ? (Maximális erősítés van)

1567. Egy rés szélessége $5 \cdot 10^{-5}$ m. A ráeső homogén fény elhajlási képe a réstől 2 m-re elhelyezett ernyőn jelenik meg. Mekkora az alkalmazott fény rezgésszáma, ha a két első kioltási hely egymástól mért távolsága 6 cm? (4 · 10¹⁴ Hz)

1568. Egy rés szélessége $3 \cdot 10^{-5}$ m. A ráeső homogén fény első erősítési helyei a réstől 1,8 m-re elhelyezett ernyőn egymástól 4,5 cm távolságban jelennek meg. Hol jelennének meg az első erősítési helyek, ha a kísérletet vízzel telt medencében 1,3 törésmutatójú víz alatt végeznénk? (3,42 cm)

1569. Fényhullám hullámhossza 1,5 törésmutatójú üvegben $4 \cdot 10^{-7}$ m. Mekkora a fény rezgésszáma? (5 · 10¹⁴ Hz)
Mekkora a terjedési sebessége az üvegben? (2 · 10⁸ m/s)

1570. Optikai rács esetén az első csík l távolsága a középső világos csíktól egyenesen arányos a fény λ hullámhosszával és a D rács-ernyő távolsággal és fordítottan arányos a d rácsállandóval. Egy fénysugarat 24 μm rácsállandójú rácsra ejtünk. Melyik összetevőjére lesz első erősítés a középtől 3 cm-nyire, a ráctól 2 m-re elhelyezett ernyőn? (8,33 · 10¹⁴ Hz, ibolya)

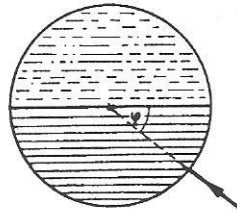
1571. Monokromatikus, 380 nm hullámhosszú fényvel világítunk át egy optikai rácstól. A rác képe és az első elhajlás képe a rácstól 3 m-re elhelyezett ernyőn 25 cm-re van egymástól. Hány karcolás van a rácson cm-enként? **(2192)**

1572. Monokromatikus fényvel világítunk át egy 16 μm ráczállandójú rácstól. A rác képe és az első elhajlási kép a rácstól 5 m-re elhelyezett ernyőn 20 cm-re van egymástól. Mekkora az alkalmazott fény rezgésszáma? **(4,68 \cdot 10¹⁴ s⁻¹)**

1573. A sárga színű fény hullámhossza levegőben 5,9 \cdot 10⁻⁷ m. Mekkora a sárga színű fény hullámhossza vízben, ha a víz törésmutatója 1,33? **(4,42 \cdot 10⁻⁷ m)**

1574. Vékony falú üvegömb felső felében víz, alsó felében szénkéreg van. Alulról a gömb középpontja felé tartó fénysugár a folyadékok határfelületével $\Phi = 40^\circ$ -os szöget zár be. A fénysugár két különböző hullámhosszúságú összetevőt (1 és 2) tartalmaz, a hullámhosszakát és a terjedési sebességeket az alábbi táblázat adja meg.

Hullámhossz, nm		Terjedési sebességek, $\frac{\text{m}}{\text{s}}$		
	levegőben	vízben	szénkéregben	levegőben
1	397	2,232 \cdot 10 ⁸	1,764 \cdot 10 ⁸	2,997 \cdot 10 ⁸
2	760	2,255 \cdot 10 ⁸	1,863 \cdot 10 ⁸	2,997 \cdot 10 ⁸



- a) Mekkora a hullámhosszúságok vízben, ill. szénkéregben? **(295 nm, 233 nm, 571 nm, 472 nm)**
- b) Mekkora szöget zárnak be egymással a megtört fénysugarak? **(7,75°)**
- c) Mekkora Φ szögnél lép be a vízbe a fénysugárnak csak az egyik összetevője? **(37,8° \geq Φ \geq 34,29°)**

1575. 1 MHz-es ultrahanghullám sebessége levegőben 340 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, egy bizonyos folyadékban 1500 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Ugyanilyen frekvenciájú elektromágneses hullám sebessége levegőben 3 \cdot 10⁸ $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, az említett folyadékban pedig 3 \cdot 10⁷ $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

a) Milyen irányból és mekkora beesési szöggel érkező ultrahang, ill. elektromágneses hullámok fognak teljesen visszaverődni a két közeg határfelületén? **(13,1°; 5,7°)**

b) A példában szereplő kétféle hullám közül melyik polarizálható? **(Az elektromágneses hullám)**

c) A levegőben visszaverődéssel előidézett állóhullámok esetén milyen közel van egymáshoz két csomópont az ultrahang hullámában, ill. az elektromágneses hullámokban? **(1,7 \cdot 10⁻⁴ m; 150 m)**