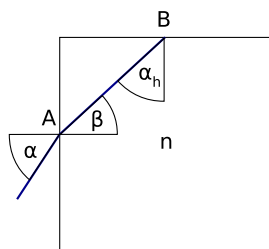


1. Geometriai optika

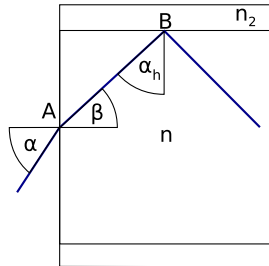
1.1. feladat {82} A (gyémántba be)/(gyémántból ki) {A helyes aláhúzendó} tartó fény nem megy át a körülötte levő levegőbe, ha a beesési szöge nagyobb mint _____. Ha gyémántból lenne 10 km hosszú optikai szál, abban a fény sebessége _____ m/s lenne, a fénynek _____ μ s-ig tartana végighaladni rajta a tengelye mentén. (A gyémánt törésmutatója 2,42.)

1.2. feladat {784} Ha a fénysugár merőlegesen esik az egyik lapjára, akkor a fénysugár _____ fokkal térül el az 1,33 törésmutatójú, 30 fok törőszögű prizmán. (A törőszög nem tekinthető kicsinek.) Kilépésnél a törési szög _____ fok. Rajzoljon ábrát!

1.3. feladat {80} Egy levegőben levő kocka anyagának törésmutatója 1,4 . Maximum $\alpha =$ _____ fokos az a szög, amely alatt beeső fénysugarak az anyag határán kifelé (B pontnál) teljes visszaverődést szenvednek. (Lásd az ábrát.)



1.4. feladat {86} Egy optikai szál magja 1,5, a köpenye 1,46 törésmutatójú. Maximum $\alpha =$ _____ fokos az a szög, amely alatt a szálba beeső fénysugarak az anyag határán kifelé (B pontnál) teljes visszaverődést szenvednek. (Lásd az ábrát.)

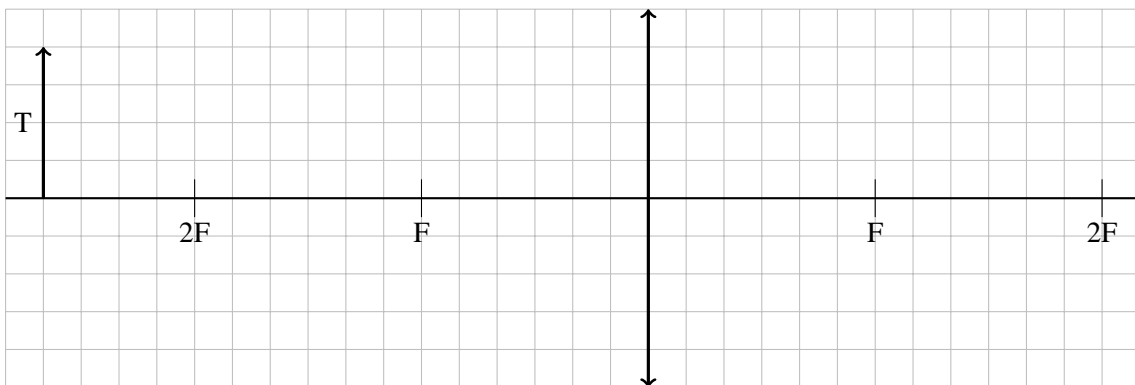


1.5. feladat {785} Ha egy \quad cm fókusztávolságú lencse elé \quad cm távolságra helyeznek el egy \quad cm nagyságú tárgyat, akkor a \quad nagyságú kép \quad távolságra keletkezik a lencsétől.

1.1. Lencsék

1.6. feladat {781} 10 cm és 20 cm a görbületi sugara egy bikonvex üveglencsének, ekkor a fókusztávolsága \quad cm. (Az üveg törésmutatója 1,5.)

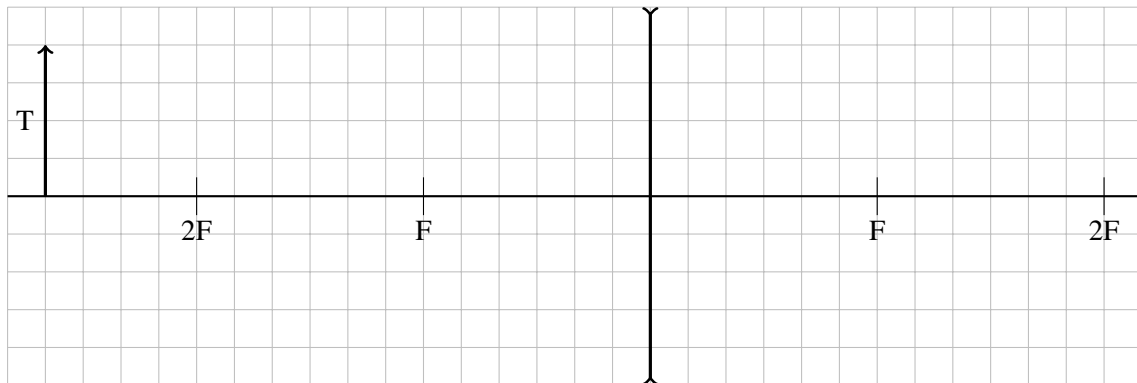
1.7. feladat {172} Szerkessze meg a nyíl képét az alábbi domborúlencse esetén!



Számolással is ellenőrizze a képtávolságot, és számítsa ki a nagyítást is, annak ismeretében, hogy ami az ábrán 2 rács távolság, az a valóságban 10 cm.

Húzza alá illetve egészítse ki a megfelelőt! A kép nagyított/kicsinyített/azonos nagyságú, valódi/látszólagos, \quad állású.

1.8. feladat {173} Szerkessze meg a nyíl képét az alábbi homorúlencse esetén!



Számolással is ellenőrizze a képtávolságot, és számítsa ki a nagyítást is, annak ismeretében, hogy ami az ábrán 2 rács távolság, az a valóságban 10 cm.

Húzza alá illetve egészítse ki a megfelelőt! A kép nagyított/kicsinyített/azonos nagyságú, valódi/látszólagos, _____ állású.

1.2. Távcsövek

1.9. feladat {176} Mekkora a szögnagyítása annak az $f_1 = 200$ cm a fókusz távolságú távcsőnek, ha $f_2 = 20$ cm fókusz távolságú okulárt helyezek bele? Mekkora rának látom vele azt a krátert a Holdon, amely szabad szemmel 2 ívmásodperces nagyságúnak látszik?

2. Hullámoptika

2.1. feladat {783} Ha a rácson λ nm hullámhosszúságú fény halad át, akkor a vonal/mm sűrűségű rács esetén a középről számított n -dik fényfolt a középsővel _____ fokos szöget zár be. (Az erősítés feltételét rajzon ábrázolja.)

2.2. feladat {782} Egy foton energiája $E = 1$ MeV, azaz _____ J, frekvenciája _____ . Sebessége a $n = 1.3$ törésmutatójú közegben _____ km/s, hullámhossza _____ . (Az elemi töltésegység: $1,6 \cdot 10^{-19}$)

3. Optikai alapok, elmélet

Az optikában előforduló anyagok, az *optikai közegek*, jellemzésére használjuk a törésmutatót. A k közeg n_k törésmutatója kifejezhető a $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ vákuumbeli

fénysebességgel és azzal a c_k sebességgel, amellyel az adott közegben halad a fény.

$$n_k = \frac{c}{c_k} > 1$$

Ez a vákuumra vonatkoztatott, úgynevezett *abszolút törésmutató*. Mivel a vákuumban terjed leggyorsabban a fény, ezért ez az érték minden közegre nagyobb egy-nél. A levegőben ez 1,0003 körüli érték, ami alig tér el a vákuumbelítől. Többféle üveg létezik, melyek törésmutatója adalékanyagoktól függően változik nagyjából 1,4 és 1,8 közötti. A gyémánt törésmutatója elég nagy: 2,42.

Abszolút (azaz vákuumra vonatkoztatott) törésmutatók

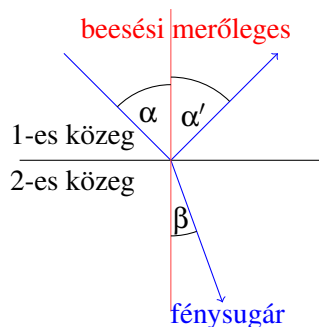
$$n = \frac{c_{\text{vákuum}}}{c_{\text{közeg}}}$$

Levegőé normál légköri nyomáson (10^5 Pa) és 0C° -on 1,0003, általában 1-nek vehető

víz	1,33	üveg	1,4..1,8	gyémánt	2,4
ZnSiO ₄ (cirkónium)	1,9	GaAs	3,5	NaI(Tl)	1,85
PbWO ₄ (ólom volframát)	2,3	BGO	2,20	BaF ₂	1,56

Optikailag sűrűbbnek nevezünk egy közeget, ha a törésmutatója nagyobb, azaz halad benne a fény.

Az optikai szálakban fontos szerepe van a törésnek és a visszaverődésnek, mégpedig a teljes visszaverődésnek.



Törés és visszaverődés

A fény egy része vagy egésze közeghatárhoz érve visszaverődik másik része a másik (2-es) közegbe behatolhat. A fénysugarak kék vonalai és a beesési merőleges (a közegeket elválasztó síkra merőleges egyenes) piros vonala egy síkban vannak.

Az ábra jelölései szerint az α szöget beesési szögnek, a β szöget törési szögnek nevezzük, az α' szöget visszaverődési szögnek.

A visszaverődés α szöge egyenlő az α' beesési szöggel.

A törést meghatározó törvényt neve *Snellius–Descartes-törvény* mely szerint

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (1)$$

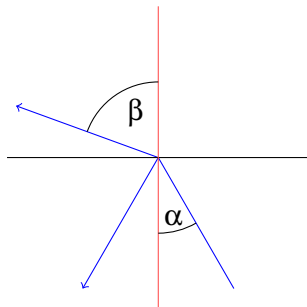
ahol a c_1 és c_2 az 1-es és 2-es közegbeli fénysebesség, az n_1 és n_2 az 1-es és 2-es közeg (abszolút) törésmutatója.

Mivel hegyesszögekre a szinusz monoton növekedő, a nagyobb szög szinusza nagyobb. A nagyobb szög tehát ahhoz az oldalhoz tartozik, amelynél a fénysebesség nagyobb, a törésmutató kisebb.

Tehát az ábrán a kisebb törésmutatójú helytől tartunk a nagyobb irányába, így a törési szög kisebb lesz, mint a beesési szög. Ez a helyzet például, ha a fény levegőből halad üvegbe vagy vízbe.

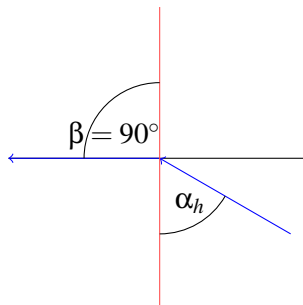
Ilyenkor a beesési szöget akármennyire megnövelhetem, a törési szög mindig kisebb lesz nála, a fenti egyenletből értelmes értéket számolhatunk a β értékre.

Nézzük meg a fordított irányt. Küldjünk a nagyobb törésmutatójú közegből egy fénysugarat a kisebb törésmutatójába. A közegekben a fénysugár útja megfordítható: ha abból az irányból küldünk be fényt, amelyikbe korábban ment, akkor az újabb fénysugár arra fog menni, amerről a korábbi jött.



Vizsgáljuk meg, mi történik, ha az α beesési szöget növelem! A β szög is egyre növekszik, és egy α_h szögnél eléri a derékszöget. Ha tovább növelem a beesési szöget, a Snellius–Descartes-törvényből a $\sin \beta$ értékre egynél nagyobb értéket kapok. Mi lesz ekkor a megtört fénysugárral? Nem lesz megtört fénysugár. Ahogy közeledik az α_h határszöghöz, a fénysugár egyre nagyobb része visszaverődik, és egyre kisebb része halad át a másik közegbe. A határszöget túllépve a teljes fénysugár visszaverődik, ezért ezt a szöget a *teljes visszaverődés határszögének* nevezzük.

Nézzük meg, hogy mekkora értéke lesz az α_h határszögnek!



Teljes visszaverődés határszöge

A Snellius–Descartes-törvényben (1-es képlet) a β értéke 90° lesz, melynek

szinusza 1, tehát:

$$\sin \alpha_h = \frac{n_2}{n_1} \quad (2)$$

ahol n_2 annak a közegnek a kisebb törésmutatója, amelyik közegbe továbbmenne a fénysugár, az n_1 pedig azé, amelyikből jön a fénysugár, és amelybe végülis teljes mértékben visszaverődik, ha $\alpha > \alpha_h$.

Egy „üveges” feladat + bónusz

3.1. feladat {} Mekkora a fény sebessége az 1,5-es (abszolút) törésmutatójú üvegben?

Hányszor menne körbe a fény az egyenlítő mentén egy másodperc alatt üvegszállban?

Mekkora a teljes visszaverődés határszöge ebből az üvegből levegőbe?

3.2. feladat {} Legalább mennyi idő kell, amíg a memóriából eljut a processzorba egy bit, ha 12 cm-es vezeték van közöttük?

Lencsék és tükrök leképezési törvénye

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t}$$

előjelek:

- *fókusz távolság és dioptria*: pozitív, ha gyűjtő a lencse vagy tükör
- *kép*: pozitív, ha valódi (fordított állású) kép keletkezik
- *tárgy*: csak lencserendszerek esetén lehet negatív)

gömtükröknél $f = R/2$ (a gömb sugarának a fele, megfelelő előjellel)

dioptria (lencsénél szokás használni) $D = \frac{1}{f}$, ahol f méterben mért, nincs egység