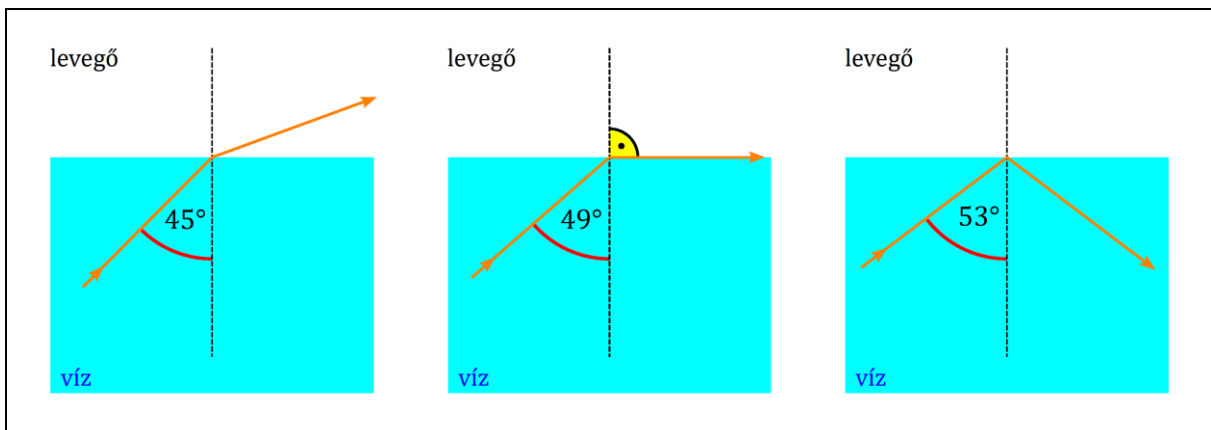


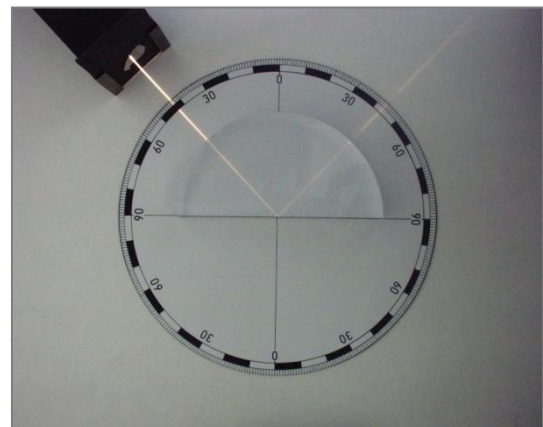
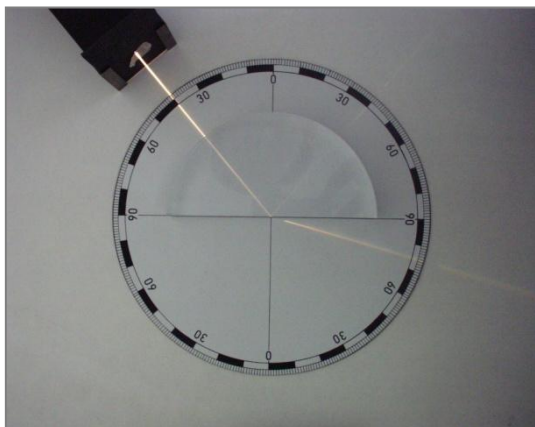
◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	----------	----------	-----------	----------	---------	---

A teljes fényvisszaverődés

Ha a vízből levegőbe átlépő fénysugár beesési szögét fokozatosan növeljük, a törési szög is fokozatosan növekszik. Megfigyelhető azonban, hogy a törési szög minden helyzetben nagyobb, mint a beesési szög. Emiatt a törési szög a 90° -os maximális értéket már 49° -os beesési szögnél eléri. A megtört fénysugár ilyenkor a két közeg határfelületén halad. Ha a beesési szöget tovább növeljük, akkor a fény nem lép ki a vízből, hanem *teljes egészében visszaverődik a víz-levegő határfelületről*.



Ez a jelenség más anyagok határfelületén is megfigyelhető akkor, ha az optikailag sűrűbb közegben haladó fény egy optikailag ritkább közeg határához érkezik, továbbá a beesési szög viszonylag nagy. *Azt a jelenséget, amelynél az optikailag ritkább közeg határfelületéhez érkező fény teljes egészében visszaverődik, teljes fényvisszaverődésnek nevezzük.*



A teljes visszaverődés csak olyankor jön létre, amikor a beesési szög viszonylag nagy. Azt a beesési szöget, amelynél a törési szög derékszög, azaz a megtört fénysugár a két közeg határfelületén halad, a teljes visszaverődés határszögének nevezzük. Ha a beesési szög a teljes visszaverődés határszögénél nagyobb, akkor a fény nem lép át az optikailag ritkább közegbe, hanem teljes egészében visszaverődik.

A teljes fényvisszaverődés α_h határszöge a törésmutató ismeretében kiszámítható. Mivel a határszöghöz (mint beesési szöghöz) tartozó törési szög 90° , ezért a törésmutató definíciója alapján

$$n_{21} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha_h}{\sin 90^\circ} = \frac{\sin \alpha_h}{1} = \sin \alpha_h .$$

Eszerint

$$\sin \alpha_h = n_{21} . \tag{1}$$

A teljes visszaverődés határszögének szinusza megegyezik az optikailag ritkább közegnek a sűrűbb közegre vonatkozó törésmutatójával.

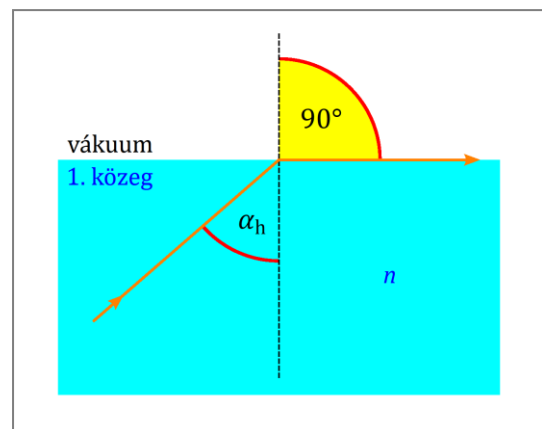
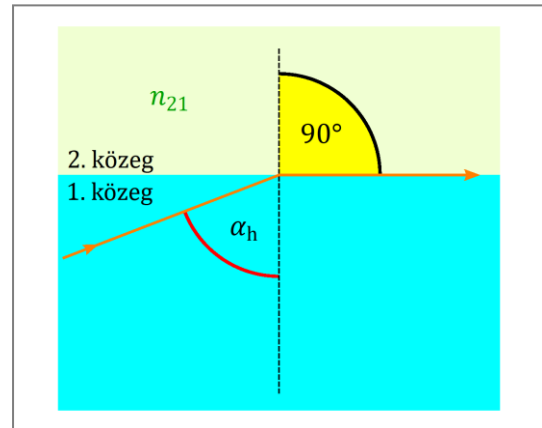
Gyakran előfordul, hogy az optikailag ritkább közeg vákuum. Tudjuk, hogy a vákuum abszolút törésmutatója 1. A sűrűbb közeg abszolút törésmutatóját n -nel jelölve az előző fejezet (2) összefüggése alapján:

$$n_{21} = \frac{1}{n} .$$

Ezt az (1) összefüggésbe helyettesítve:

$$\sin \alpha_h = \frac{1}{n} .$$

Ha a teljes visszaverődés egy tetszőleges anyag és a vákuum határfelületén következik be, akkor a teljes visszaverődés határszögének szinusza megegyezik az adott anyag abszolút törésmutatójának reciprokával. Ugyanígy igazolható, hogy ha az anyag abszolút törésmutatója 1-nél lényegesen nagyobb, akkor az előbbi összefüggés jó közelítéssel gázokban (levegőben) is érvényes.



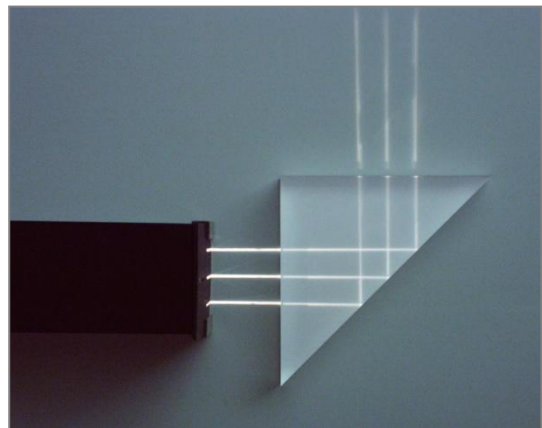
A tükrök a beeső fénynek csak 90-95 százalékát verik vissza, mert a fémréteg a fény 5-10 százalékát elnyeli. Mivel a teljes fényvisszaverődésnél a beeső fény teljes mértékben visszaverődik, a fémtükrök helyett gyakran használnak olyan fényvisszaverő felületeket, amelyeken teljes visszaverődés történik. A teljes fényvisszaverődést kihasználva működnek a különféle fényvezető szálak és száloptikák is.

Kiegészítések

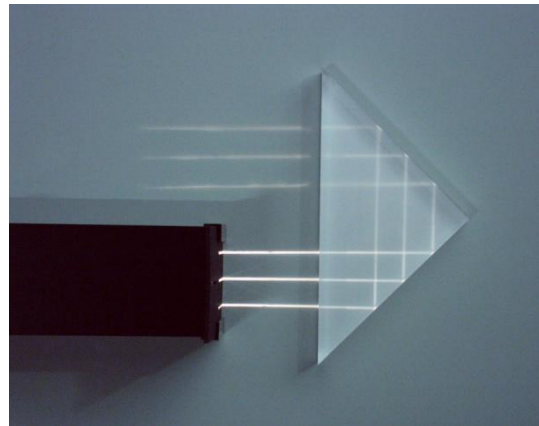
1. A teljes visszaverődést *Vitello* (XIV.sz.) lengyel fizikus, matematikus fedezte fel. A jelenséget Johannes *Kepler* (1571–1630) német csillagász, fizikus magyarázta meg 1611-ben. A törésmutató és a határszög közti összefüggést William Hyde *Wollaston* (1766–1828) angol fizikus, orvos ismerte fel 1802-ben.
2. A teljes visszaverődés határszöge (kerekítve) néhány anyagban, ha az optikailag ritkább közeg levegő:

ANYAG	α_h (fok)
Víz	49
Benzol	42
Üveg	42
Kőszó	40
Gyémánt	25

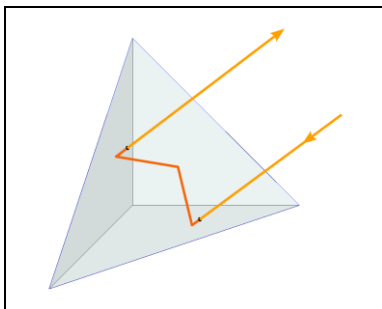
3. Az üvegben a teljes visszaverődés határszöge 42° , ezért az üveg–levegő határfelületre 45° -os szögben beeső fény teljes egészében visszaverődik. Emiatt az egyenlő szárú derékszögű prizma tükörként használható. Ha a fénysugarak a befogókra merőlegesen érkeznek, akkor a prizma 90° -kal téríti el őket.



Ha a fény az átfogóra merőlegesen esik be, akkor kétszeri teljes visszaverődés után a beeső sugárral párhuzamosan lép ki a prizmából. Érdeemes megfigyelni, hogy a prizmába felül belépő fénysugár a kettős visszaverődés után alul lép ki a. Emiatt az ilyen prizmákat bizonyos távcsövekben a kép megfordítására használják.

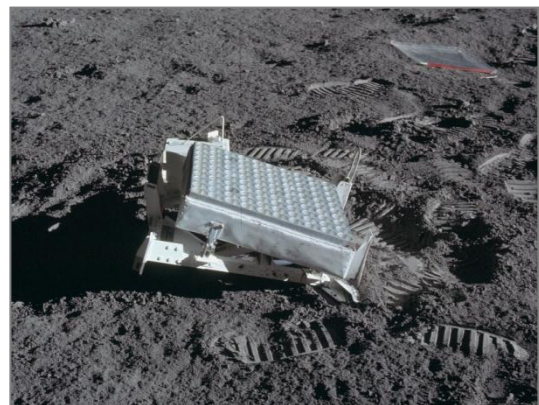


4. A *derékszögű hármasszöglet* egy olyan, átlátszó anyagból készült gúla, amelynek alapja szabályos háromszög, oldallapjai pedig egyenlő szárú derékszögű háromszögek. Ha a fénysugár a gúla alaplapjára nagyjából merőlegesen érkezik, akkor a gúla belsejében mindhárom oldallapról visszaverődik, és végül a beeső sugárral párhuzamosan lép ki az alaplapon.



Ilyen hármasszögletet használnak a lézeres távmérőnél. A távmérőből kibocsátott lézersugarat a hármasszöglet mindig a távmérő felé veri vissza. A fény kibocsátása és visszaérkezése közti időből a távolság rendkívül pontosan meghatározható. (A középső képen a kamera lencséje ugyanúgy középen látszik a hármasszögletben, mint [A fényvisszaverődés](#) fejezetben a sarokreflektorról készült képeken.)

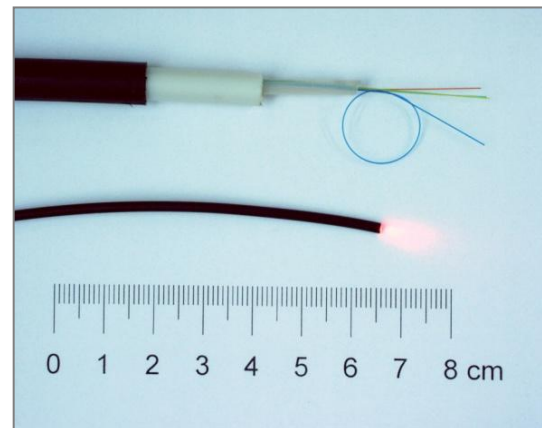
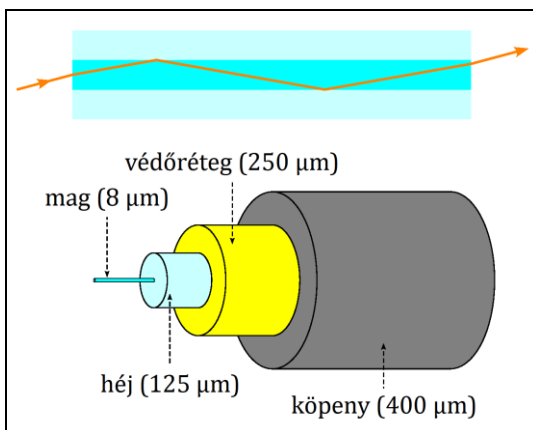
Az Apollo-11, az Apollo-14 és az Apollo-15 űrhajósai egy-egy olyan visszaverőrendszert helyeztek el a Holdon, amelyek mindegyike több hármasszögletből állt. A Földről a Holdra küldött lézerefényt ez a rendszer ismét a Földre veri vissza. Speciális lézeres távmérővel így nagyon pontosan meg lehet mérni a Föld-Hold távolságot.



A járműveken használt fényvisszaverők, a „macskaszemek” szintén ilyen prizmákat tartalmaznak. Emiatt például egy gépkocsi fényszórójának fényét a „macskaszem” helyzetétől függetlenül mindig a gépkocsi felé veri vissza, ezért jól látható az autóból.

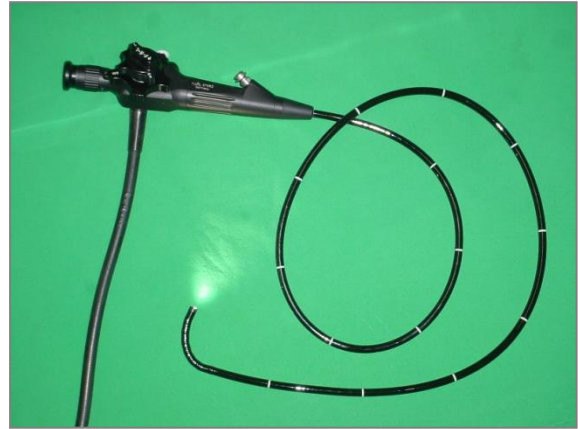


5. A fényvezető szál három részből áll: A mag egy kör keresztmetszetű üvegszál. Ezt egy olyan, szintén üvegből készült héj veszi körül, amelynek törésmutatója kb. 1-2 százalékkal kisebb a mag törésmutatójánál. A héjat egy lakkréteg borítja, amely a szál mechanikai védelmét biztosítja. A távközlésben használt szálra még egy műanyag védőköpeny kerül, amely szintén a szálat védi. A fényvezető szál véglapján a magba bejutó fénysugarak a mag-héj határfelületen a teljes visszaverődés miatt veszteség nélkül verődnek vissza, és így csak a szál másik véglapján léphetnek ki. A mag anyaga különlegesen átlátszó, ezért még a több száz kilométer hosszú szálak sem csökkentik jelentősen a fény erősségét.



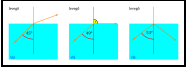
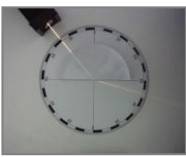
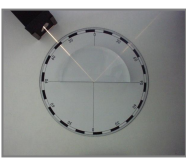
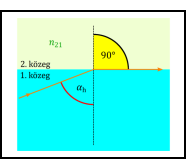
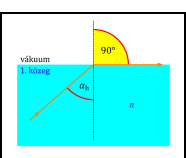
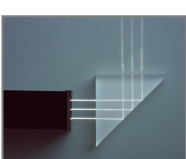
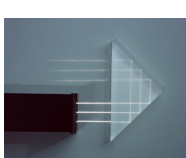
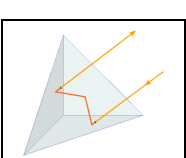
A távközlésben használt fényvezető szálak magjának átmérője típustól függően 5 ... 50 μm , a héj átmérője 125 μm . A köpennyel ellátott szál általában 1 mm vastag. Egyetlen fényvezető szálon több gigabit (10^9 bit) információ vihető át 1 másodperc alatt. Az *optikai kábel* több fényvezető szálat tartalmaz egyetlen közös védőburkolatban.

6. A *száloptika* hajlékony kötegbe rendezett fényvezető szálakból áll. A kötegben 1 négyzetmilliméteren 400 szál is lehet. A köteg két végén a szálak elrendezése azonos, ezért a száloptika pontonkénti képátvitelre is alkalmas. (A bal oldali képen egy *száloptika-modell* látható, amely 2 mm átmérőjű plexiszálakból készült.)



Az orvosok által használt *endoszkóp* olyan száloptika, amely a belső szervek (gyomor, bélrendszer, tüdő, szív, vastagabb erek) nagyobb műtét nélküli, belső vizsgálatára alkalmas. (Az endo- görög eredetű, jelentése belső-. A -szkóp a szkopein szóból származik, ennek jelentése nézni, megfigyelni.)

Képek jegyzéke

	<p>A teljes fényvisszaverődés magyarázata © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0621.svg</p>
	<p>Fénytörés plexi–levegő határfelületen © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0595.jpg</p>
	<p>Teljes fényvisszaverődés plexi–levegő határfelületen © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0596.jpg <i>PowerPoint bemutató hasonló képekből:</i> © http://www.fizkapu.hu/fiztan/toletes/t_0051/t0051_04.ppt</p>
	<p>Rajz a határszögre vonatkozó képlethez (két anyag határfelületén) © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0622.svg</p>
	<p>Rajz a határszögre vonatkozó képlethez (anyag–vákuum határfelületén) © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0623.svg</p>
	<p>Teljes fényvisszaverődés derékszögű prizma átfogóján © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0282.jpg</p>
	<p>Kétszeres teljes fényvisszaverődés derékszögű prizma befogóin © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0283.jpg</p>
	<p>Derékszögű hármasszöglet © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0624.svg</p>

	<p>Lézeres távolságmérőhöz tartozó hármasszöglet</p> <p>© http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0286.jpg</p>
	<p>Lézeres távolságmérő és hozzá tartozó hármasszöglet</p> <p>© http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0284.jpg <i>PowerPoint bemutató hasonló képekből:</i> © http://www.fizkapu.hu/fiztan/toletes/t_0024.html</p>
	<p>Az Apollo–14 űrhajósai által a Holdon felállított lézertükör</p> <p>© http://www.fizkapu.hu/fiztan/toletes/t_0032/01.jpg</p>
	<p>„Macskaszem” közelről</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Retroreflectors#/media/File:Katzenaugar.jpg</p>
	<p>„Macskaszem” kerékpáron</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Bicycle_retroreflectors#/media/File:Red_Bike_Reflector.jpg</p>
	<p>„Macskaszem” kerékpár pedálján</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pedalebici.jpg</p>
	<p>Az optikai szál működése és jellemző méretei</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0625.svg</p>
	<p>Optikai szálak</p> <p>© http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0294.jpg</p>
	<p>Száloptika-modell 2 mm átmérőjű plexirudakból</p> <p>© http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0841.jpg <i>Cikk az eszköz elkészítéséről:</i> © http://www.fizkapu.hu/fiztan/cikkek/c_15_002.pdf</p>



Orvosi endoszkóp

W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flexibles_Endoskop.jpg

Jelmagyarázat:

- © **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W** A *Wikimedia Commons*-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.

◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------	---