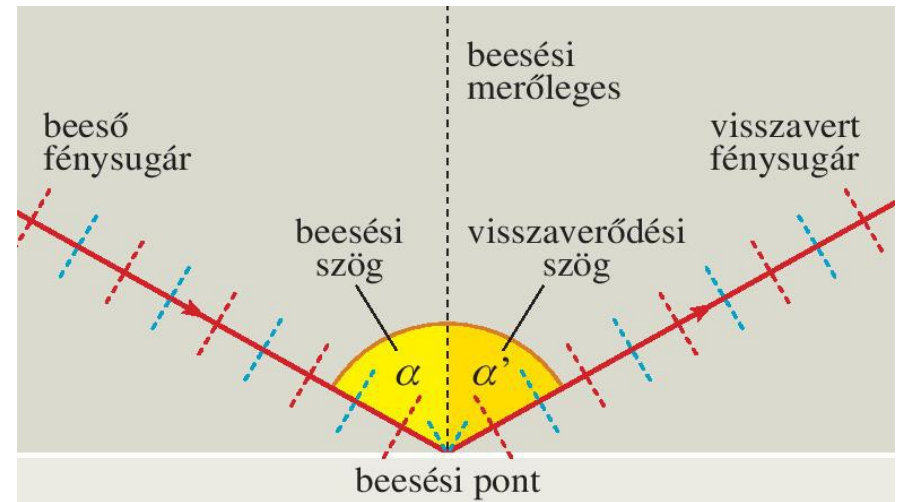


# Fény hullám tulajdonságai

- A fény a mechanikai hullámokhoz hasonlóan rendelkezik a hullámok tulajdonságaival. Ezek: visszaverődés, törés, elhajlás, interferencia, polarizáció.
- A fény két anyag határán visszaverődik és megtörik:

- **Fény visszaverődése**

Egy másik anyag határára érve a fény egy része visszaverődik (pl. tükörről). A visszaverődésnél a beesési szög megegyezik a visszaverődési szöggel.

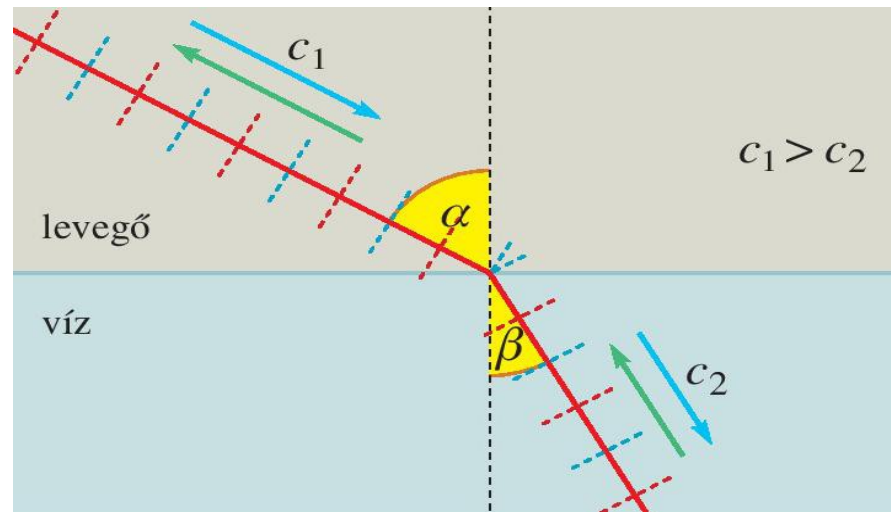


- **Fénytörés**

Egy másik anyag határára érve a fény egy része behatol az anyagba, az iránya, hullámhossza és a sebessége megváltozik. A beesési szög és a törési szög szinuszáinak aránya megegyezik a sebességek ( $c_1, c_2$ ) arányával. Ez az arány a két anyagra jellemző adat, a két anyag egymáshoz képesti törésmutatója ( $n_{2;1}$ ).

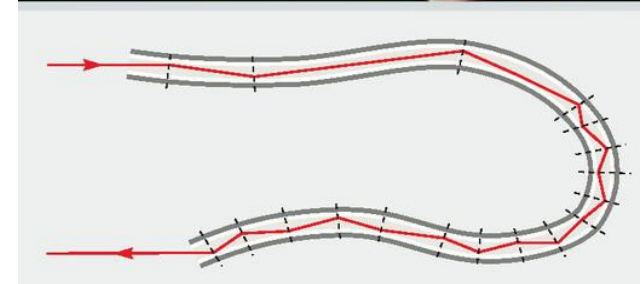
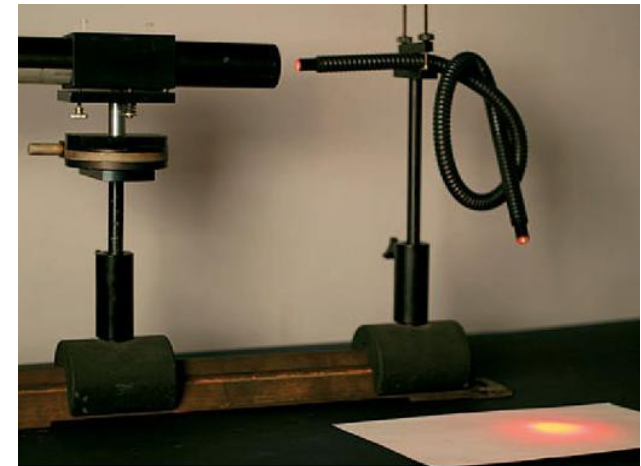
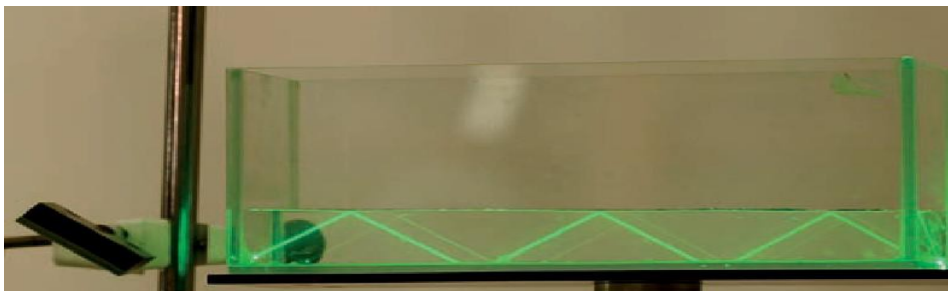
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = n_{2;1}$$

Optikailag sűrűbbnek nevezzük azt az anyagot, amelynek a törésmutatója a másik anyaghoz képest 1-nél nagyobb, és amelyben a fény lassabban terjed. (pl. víz vagy üveg a levegőhöz képest)



- **Teljes visszaverődés**

Ha a sűrűbb anyagban (pl. üveg) a fény a belső felületére olyan szögben esik, amelynél a törési szög  $90^\circ$ , akkor nem tud kilépni az anyagból (üvegből). Ha ennél nagyobb szögben esik a határfelületre, akkor teljesen visszaverődik, pl. az üveg belsejében a faláról belül visszaverődve halad tovább. Ezt használják az optikai kábelekben. (adatkábelek: (TV, internet), orvosi alkalmazás: üvegszálalás endoszkóp)



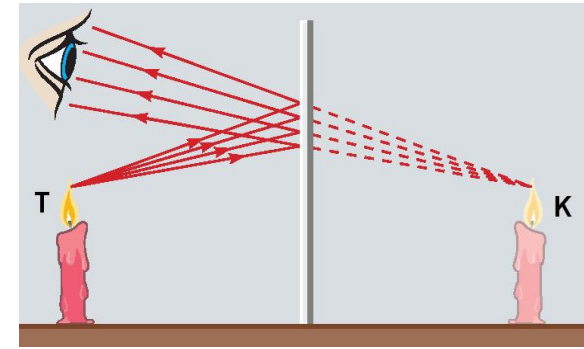
# Lencsék, tükrök

- A fényvisszaverődésnek a felhasználása a tükrök.

- **Síktükör**

A tükör mögött látszólagos kép (K) alakul ki, amelynek nagysága azonos a tárggyal (T).

Felhasználása: pl. fali tükör, periszkóp



- **Homorú tükör**

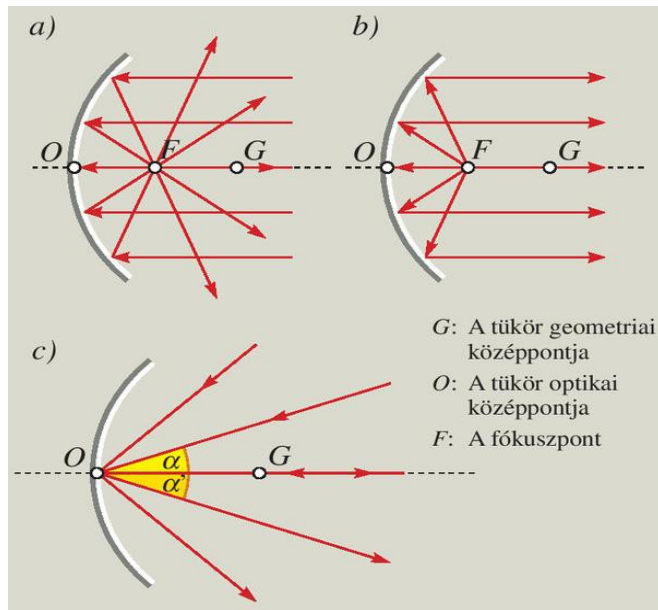
A párhuzamosan beeső fénysugarakat 1 pontba gyűjti össze, ezt nevezzük fókuszpontnak (F). A fókuszpontnak a tükörtől való távolsága a fókusztávolság (f), amely a gömb sugarának a fele.

A fókusztávolságon belüli tárgyról látszólagos nagyított kép, a fókusztávolságon kívüli képről fordított állású kép keletkezik.

Felhasználása:

pl. kozmetikai tükör, fogászati tükör, fényszóró, (pl. autófényszóró), reflektor

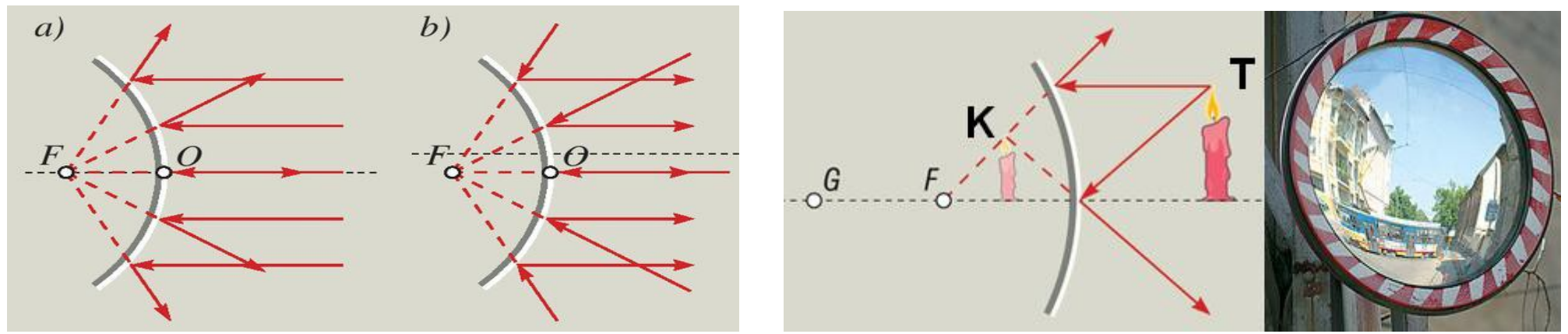
(A fókuszpontba gyűjti az elektromágneses sugarakat a TV parabola antenna és a napkollektor is.)



- **Domború tükör**

A domború tükör a párhuzamosan érkező sugarakat szétszórja úgy, mintha a tükör mögöl egy pontból (fókuszpontból) indulnának. A tárgy képe kicsinyített kép lesz.

**Felhasználása: pl. közlekedési tükrök, visszapillantó tükör**

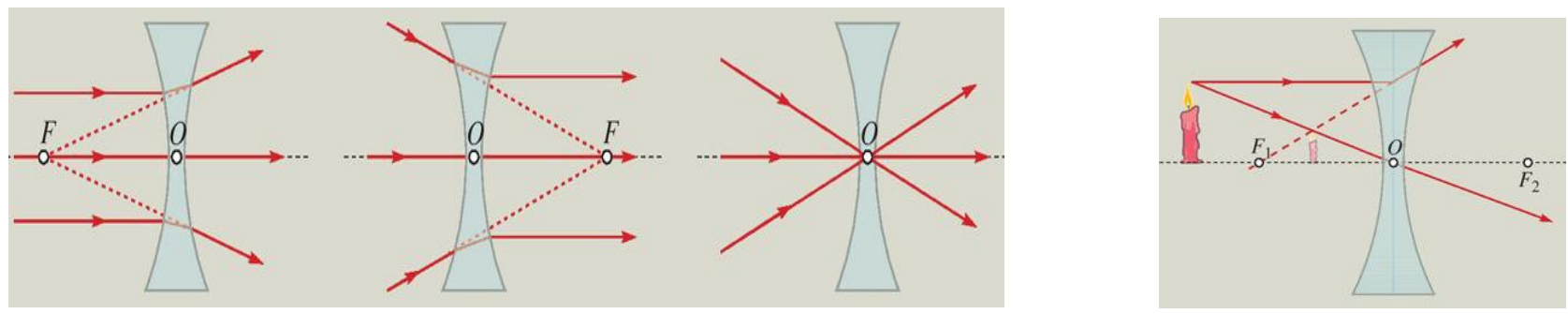


- **A fénytörés felhasználása a lencsék.**

- **Homorú lencse (szórólencse)**

A párhuzamos sugarakat szétszórja. Kicsinyített képet ad.

**Felhasználása: ajtókémlelő, szemüveglencse, távcső lencse**

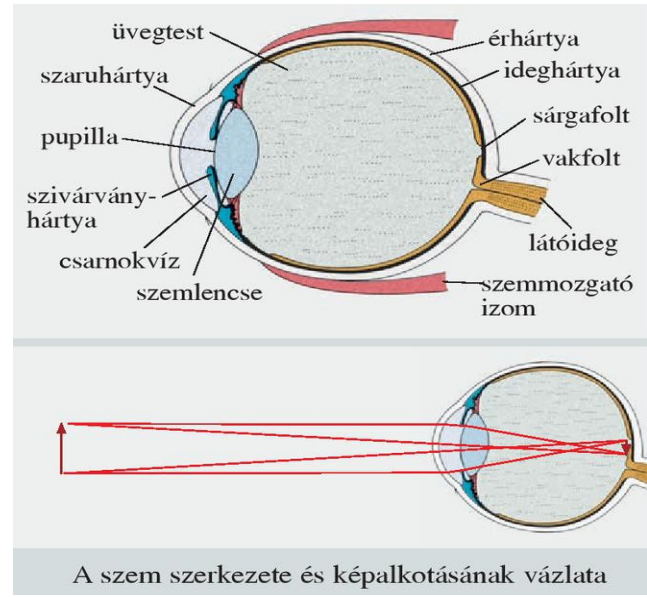
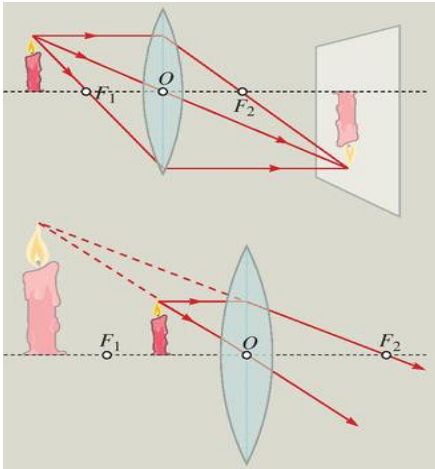
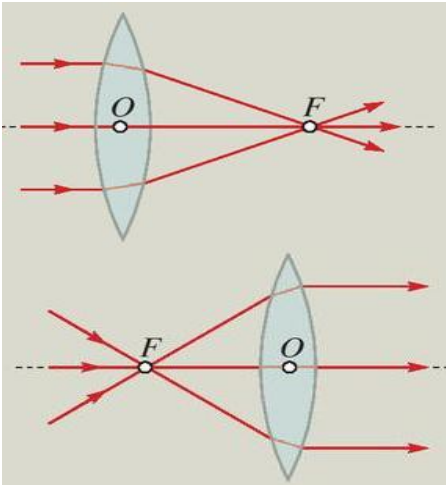


- Domború lencse** (gyűjtőlencse)

A domború lencse összegyűjti a fénysugarakat a fókuszpontba. Egyenes állású nagyított képet ad, ha a tárgy a fókusz távolságon belül van, fordított állású képet ad, ha a tárgy a fókusz távolságon kívül van.

**Felhasználás: nagyító, szemüveg, távcső, mikroszkóp**

A szemünk lencséje (szemlencse) a látható képet lekicsinyítve vetíti a szem hátsó részén levő retinára (fordított állásban).



- Mindegyik tükörrre, lencsére érvényes:

**Nagyítás:** a kép és a tárgy nagyságának aránya:  $N=K/T=k/t$

**Lképezési (képképzési) törvény:**

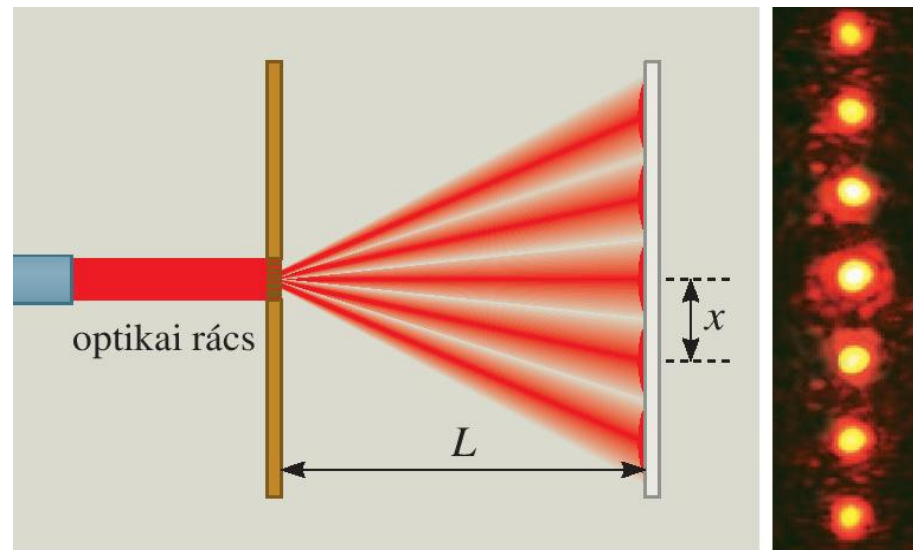
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k}$$

(f fókusz távolság, k képtávolság, t tárgytávolság)

**Lencse dioptriája:**  $D=1/f$  (fókusz távolság reciproka 1/méter - ben)

## Fényhullám elhajlás, interferencia

A fény, mint elektromágneses hullám a mechanikai hullámokhoz hasonlóan elhajlásra és interferenciára képes (a találkozó hullámok a különböző találkozási helyeiken erősítik, gyengítik vagy kioltják egymást).



Lézerfény elhajlása optikai rácson.

A lézerfény útjába tett **optikai rács**on (sűrű egyenes réseken) áthaladó fény elhajlik a réseken és a rács túlsó oldalán a sugarak interferenciája miatt az erősítéses helyeken fénypontok alakulnak ki.

## Polarizáció

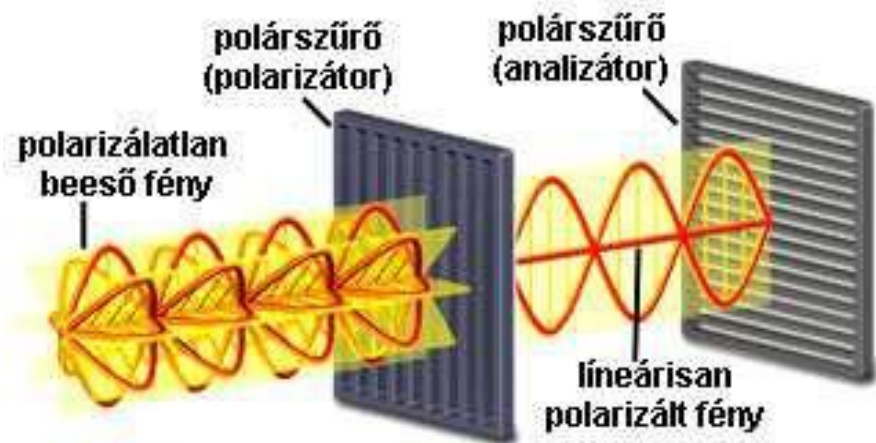
A fény transzverzális hullám. Az elektromos és mágneses tér körkörös, minden irányban, szinuszosan változik. Egy polarizációs üvegen való áthaladáskor polarizált lesz a fénysugár, ami azt jelenti, hogy a fényben nem minden irányban, csak 1 síkban változik az elektromos és mágneses tér. Ha két darab üvegen keresztül, két különböző síkban polarizáljuk a fénysugarat, akkor a fénysugár a 2. üvegen már nem tud áthaladni, ha az üveg síkját elfordítjuk.

A polarizáció felhasználása:

Fénykép készítésnél a tárgyról szórt, zavaró fénysugarak kiszűrése.

Polarizációs napszemüveg (szintén a szórt fénysugarak kiszűrése)

Polarizációs 3D-s szemüveg



# Színek

- **A látható fény hullámhossza** 380 nm – 760 nm között van (ibolyakék – vörös) A látható fehér fény a különböző hullámhosszú színes fénysugarak keveréke.

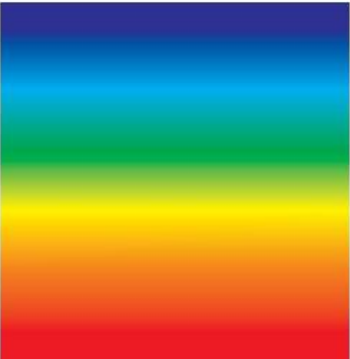
A szemünk a különböző hullámhosszú fénysugarakat más színűnek látja.

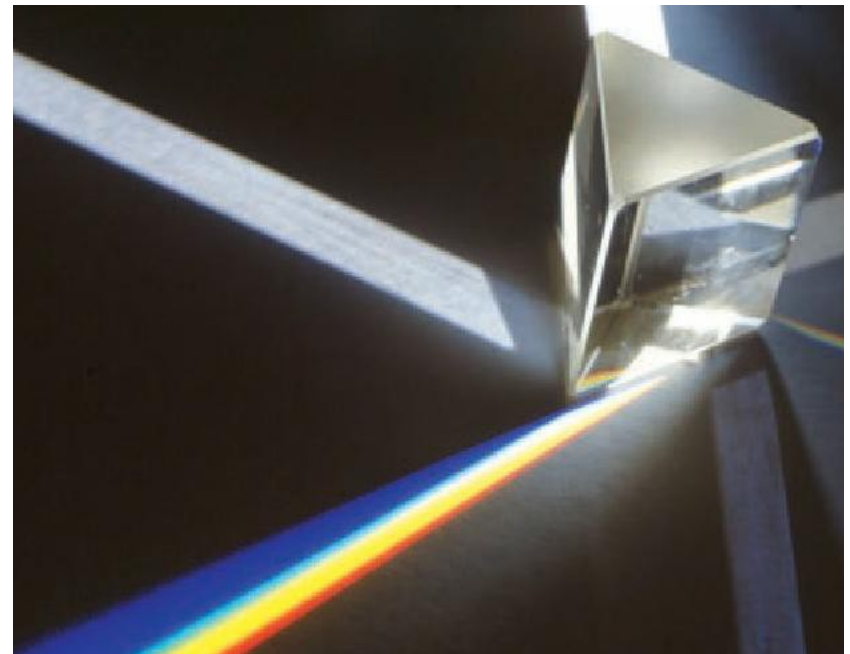
## Színfelbontás

A fény sebessége az anyagokban kis mértékben függ a fény hullámhosszától.

Tehát különböző színű fénysugaraknál kicsit más.

Ezért pl. a prizma (háromszög oldalú üveg) más szögben töri meg a különböző színű fénysugarakat. Így a prizma a fehér fényt színeire bontja. A vízcsepp is, pl. szivárvány.

| SZÍN    | SPEKTRUM  | HULLÁMHOSSZ  |
|---------|---|--------------|
| ibolya  |  | 400 – 420 nm |
| kék     |   | 420 – 500 nm |
| zöld    |   | 500 – 570 nm |
| sárga   |   | 570 – 590 nm |
| narancs |   | 590 – 600 nm |
| vörös   |   | 600 – 800 nm |





- **Fehérnek** látjuk azt a tárgyat, amelyikről mindegyik színű fénysugár visszaverődik.
- Pl. **zöldnek** látjuk (pl. a leveleket), ami a zöld színnek megfelelő frekvenciájú fényt visszaveri, a többit elnyeli.
- **Feketének** látjuk azt az anyagot, ami minden színű fénysugarat elnyel, semmit nem ver vissza, tehát a fekete nem szín, hanem az, amit nem látunk.

Mivel a fekete anyag elnyeli a fénysugarakat (pl. napsugárzást), ezért a fekete ruha jobban felmelegszik, mint a fehér, ami visszaveri a fényt. Ezért célszerű nyáron világos ruhában járni.

**Átlátszó** anyagokat olyan színűnek látunk, amelyiket átengedi, a többit elnyeli. (pl. színes italos üveg, mozaiküvegek, napszemüveg)

- **Színkeverés**

3 alapszínből minden szín kikeverhető, összeállítható:

**piros (red), zöld (green), kék (blue)** – rövidítve: **RGB**

Ezek egymásra vetítésével, keverésével lehet összeállítani a különböző színárnyalatokat. Ezt használják a képernyőkben (TV, mobiltelefon, laptop), ahol minden világító „pontot (pixelt)” egy piros, egy zöld és egy kék pont különböző erősségű fénye ad. A színkeverést használják a nyomdáknak, színes nyomtatóknak.

- **Lézerfény**

A lézer csak 1 hullámhosszú, vagyis 1 színű fénysugarat bocsát ki, vékony sugárban. (pl. a piros lézerfény kb. 640 nm hullámhosszú). Gyártanak kis energiájú és nagy energiájú lézereket, felhasználásuknak megfelelően. Kis energiájú lézereket felhasználása: Pl. látványfény (szórakozóhelyeken, reklámfények), vízszintmérő, célzó, irányzó lézer (pl. puskán), lézernyomtató, CD, DVD, vonalkódolvasó, orvosi célra pl. lézeres szemműtét

Nagy energiájú lézerek felhasználása. Pl. anyagvágás, anyagba égetés, katonai felhasználás

- **Hologram**

Egy tárgyat a lézerrel megvilágítva két fénysugarat vetítenek egy felfogó lemezre. Az egyik a tárgyról visszavert, a másik a közvetlenül egyenesen haladó fénysugár. A kettő interferenciája ad egy interferenciaképet a lemezen. Ezután a lemezt megvilágítva kivetítődik a tárgy 3 dimenziós térbeli képe. A hologramot főleg látványként, vagy ajándéktárgyak készítésére használják.

- **Mozgóképek látás**

Az agyunk a szemünkkel látott képek sorozatát akkor látja mozgásnak, mozgóképeknek, ha másodpercenként legalább 24 képet látunk egymás után. Ezért a monitorokon, TV képernyőn, filmvászonon legalább 24 képkockát vetítenek másodpercenként.

- **Térlátás – 3 dimenzió (3D)**

Azért látunk 3 dimenzióban a szemünkkel, mert a két szemünk más szögből érzékeli a látott képet, vagyis két képet látunk két különböző szögből. Az agyunk összeállítja a két képből azt a térbeli képet, amiben a tárgyak távolságát is érzékeljük. Egy szemmel nem lehet a távolságot, mint 3. dimenziót érzékelni.

- **3D-s filmek, képek**

A 3D-s filmeket, képeket úgy készítik, hogy két különböző szögből készítenek felvételt, egymásra vetítik, és egy különleges szemüveggel oldják meg a szétválasztást, hogy az egyik képet csak az egyik szemünk, a másikat pedig csak a másik szemünk lássa. Szétválasztás módjai:

**Színszűrős kép és szemüveg:** A két kép két szín szerint van szétbontva: kék és piros. Egy színszűrős szemüveggel (egyik szem előtt piros, másik előtt kék lemez) látjuk a két képet.

**Polarizált fényszűrős kép és szemüveg:** A két képet két különböző síkú polarizált fénnel készítik, és a szemüveg két lemeze két különböző síkban polarizált fényt enged csak át. Ez ma a legelterjedtebb módszer.

**Aktív kép és szemüveg:** A két képet nem egymásra, hanem a két kép képkockáit egymás után vetítik. A szemüveg két lencséje pedig ugyanilyen ütemben felváltva elsötétül, így az egyik szemünkkel csak az egyik kép képkockáit, a másikkal a másik kép képkockáit látjuk. Ez az eljárás még nem terjedt el, mert bonyolult, mert egy áramkörrel kell összekapcsolni a vetítést a szemüveggel, hogy azonos ütemben legyenek, és ez a módszer egyenlőre drága, de ez lenne a legtökéletesebb.

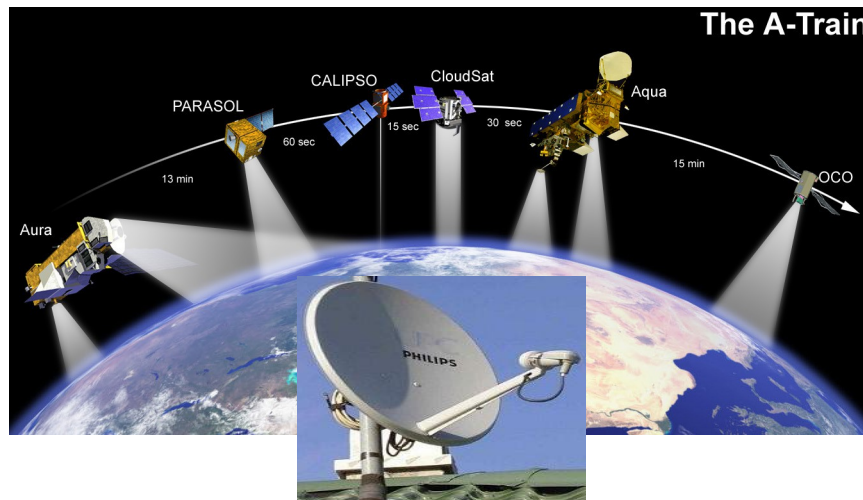
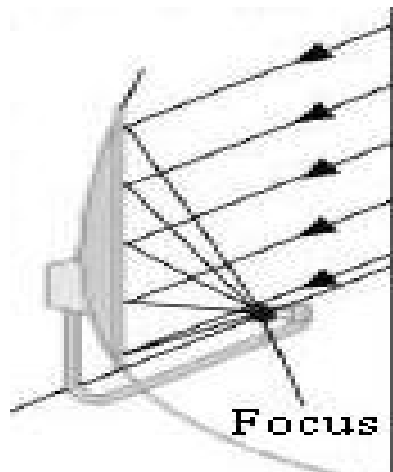
**360 ° -os kép, video, VR:** 360 ° -os kamerával (körbefényképez, és egy szoftverrel összeállítja a képet) olyan képet, videót lehet készíteni, amit a néző körbe tud forgatni. Ebből is lehet térbeli, 3D-s képet filmet, videót készíteni. Megfelelő szoftverrel, és VR (virtual reality) szemüveggel úgy is lehet körbenézni, hogy a fej mozgása szerint mozog a kép, vagyis a néző úgy látja amit néz, mintha benne mozogna a "virtuális valóságban".

**Felhasználás pl. épülettervezés, repülőszimulátor, katonai VR harc, játék**

# Néhány gyakorlati példa részletesen

## Parabola antenna

A fémből készült parabola tükör a műholdról érkező elektromágneses rádióhullámokat, mikrohullámokat összegyűjti, fókuszálja 1 pontba (fókuszpont). Hasonlóan, mint a fényhullámot a homorú tükör. A fókuszpontban levő antenna (rezgőkör) átalakítja a mikrohullámot elektromágneses rezgéssé, váltakozó árammá, amelynek a frekvencia-váltkozása tartalmazza a műholdról érkező hang és kép jeleket. Ezt az áramot áramvezeték (antennakábel) továbbítja a TV vevő-egység felé.

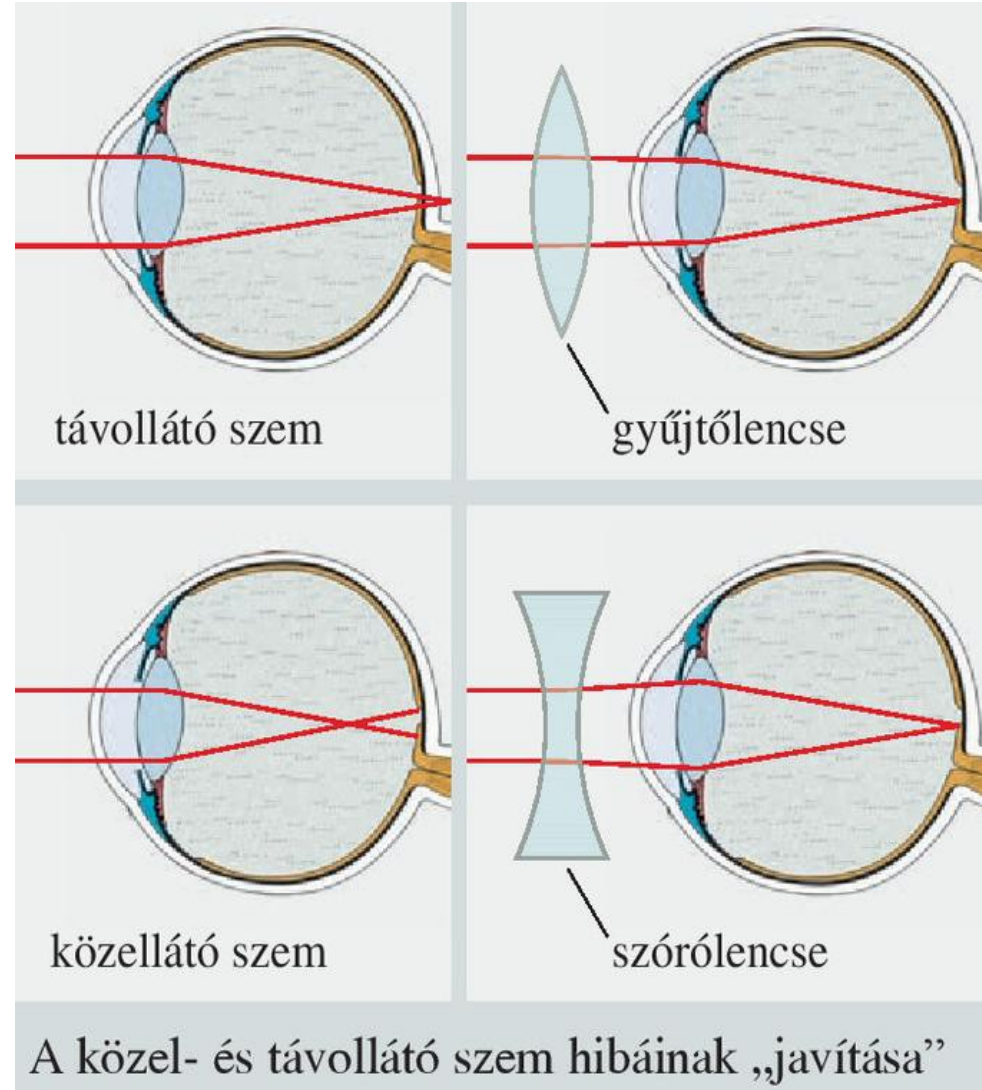


## Szemüveg

Ha a szemlencse a képet a retina mögé jeleníti meg, akkor egy gyűjtő (domború) lencsével a szem előtt jobban össze kell gyűjteni a sugarakat, hogy a retinára kerüljön a látott kép.

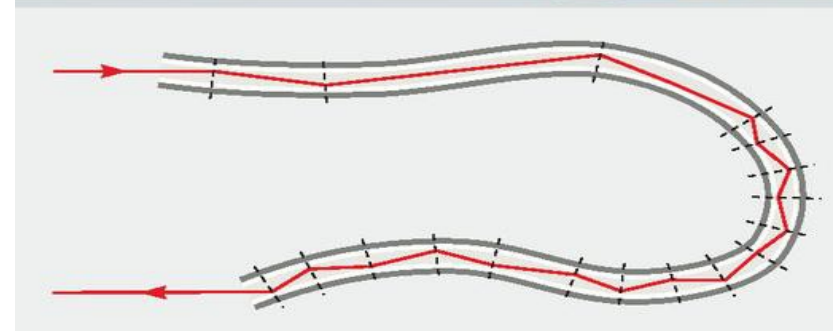
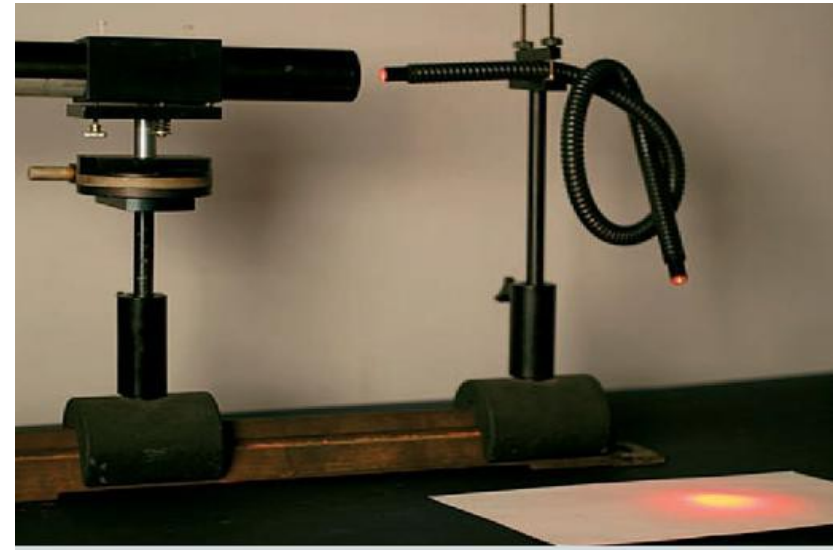
Ha a szemlencse a képet a retina elé jeleníti meg, akkor egy szóró (homorú) lencsével a szem előtt szét kell szórni a sugarakat, hogy a retinára kerüljön a látott kép.

Műszerrel megállapítható, hogy milyen domborulatú, vagyis milyen fókusztávolságú, dioptriájú szemüveg szükséges a pontos beállításhoz.



## Endoszkóp kamera

Az üvegszálban a fény a teljes visszaverődés jelensége miatt nem tud kilépni, a belső faláról visszaverődik. Sok vékony üvegszálból készíthető olyan hajlékony cső, amellyel a cső egyik végén láthatóvá válik a cső másik vége előtti kép, akkor is, ha a cső nem egyenes. Ezt orvosi vizsgálatoknál használják.



## Optikai kábel

Az üvegszálban a fény a teljes visszaverődés jelensége miatt nem tud kilépni, a belső faláról visszaverődik. Sok vékony üvegszálból készíthető olyan hajlékony cső, amellyel periodikusan fényjeleket lehet továbbítani. Ez használható digitális jelek, adatok továbbítására.

Ilyen optikai kábelt fektetnek le a földben, a tengerek alján, és vezetnek a felszínen is. Ezeken keresztül lehet a leggyorsabban (fénysebességgel) továbbítani az adatokat. Ezt használják az internet és a TV adatok továbbítására. (kábel TV, és internet kapcsolat különböző földrészek között)

