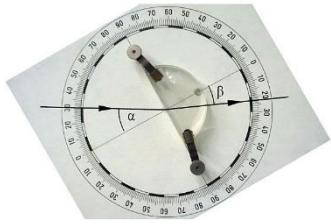


FÉNYTAN



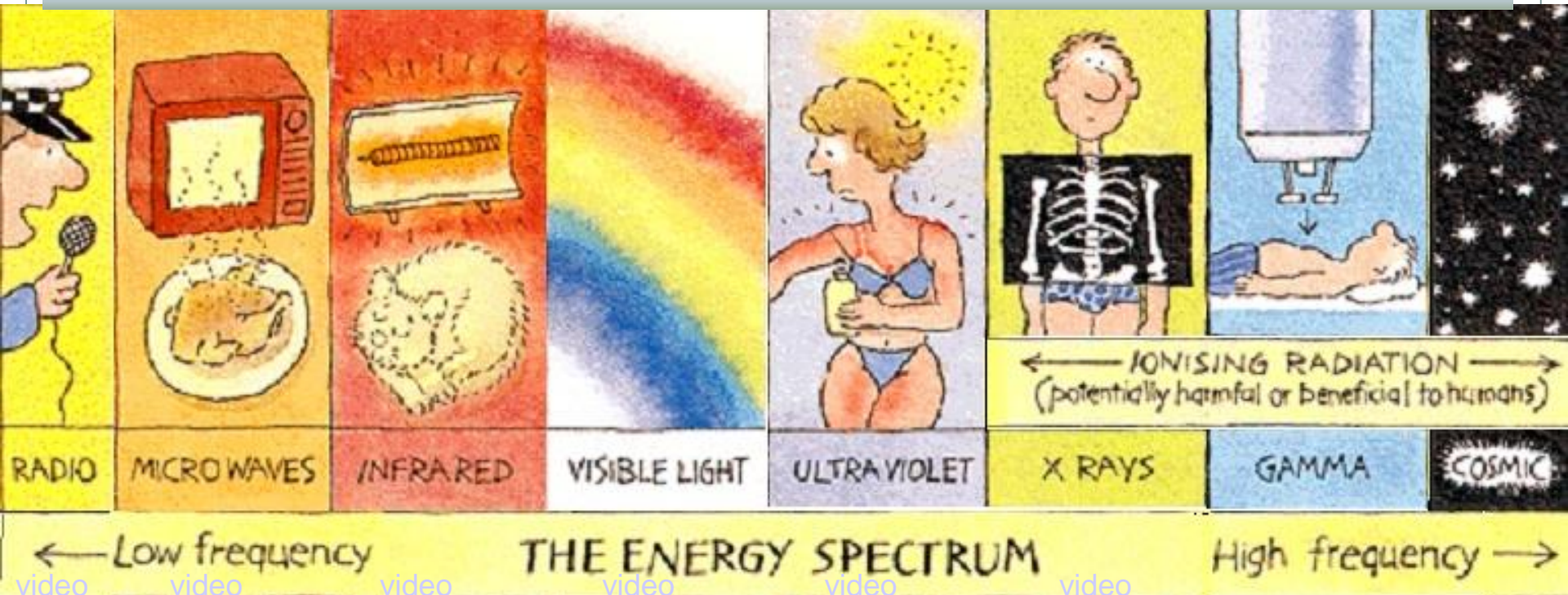
A fénytán (optika) a fényjelenségekkel és a fény terjedési törvényeivel foglalkozik.



A geometriai optika egyszerű modell, amely a fény terjedését a fényforrásból minden irányba kilépő **fénysugarakkal** írja le.

Fizikai optika (hullámoptika) fény hullám illetve részecske természetével foglalkozik

A fény elektromágneses hullám



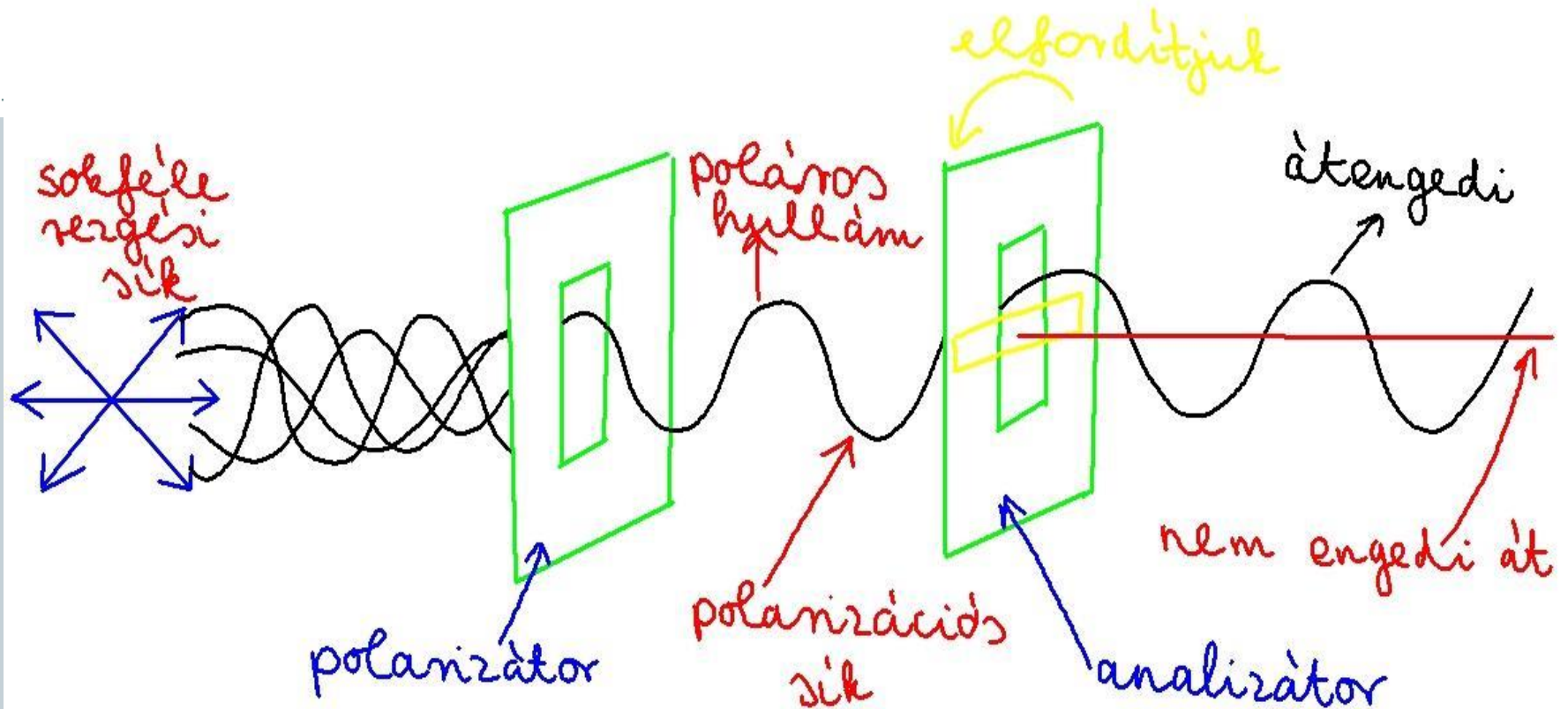
Elektromágneses hullámok spektruma

A röntgensugarak láthatatlan elektromágneses hullámok. A hullámhosszuk sokkal rövidebb mint a látható fényé.

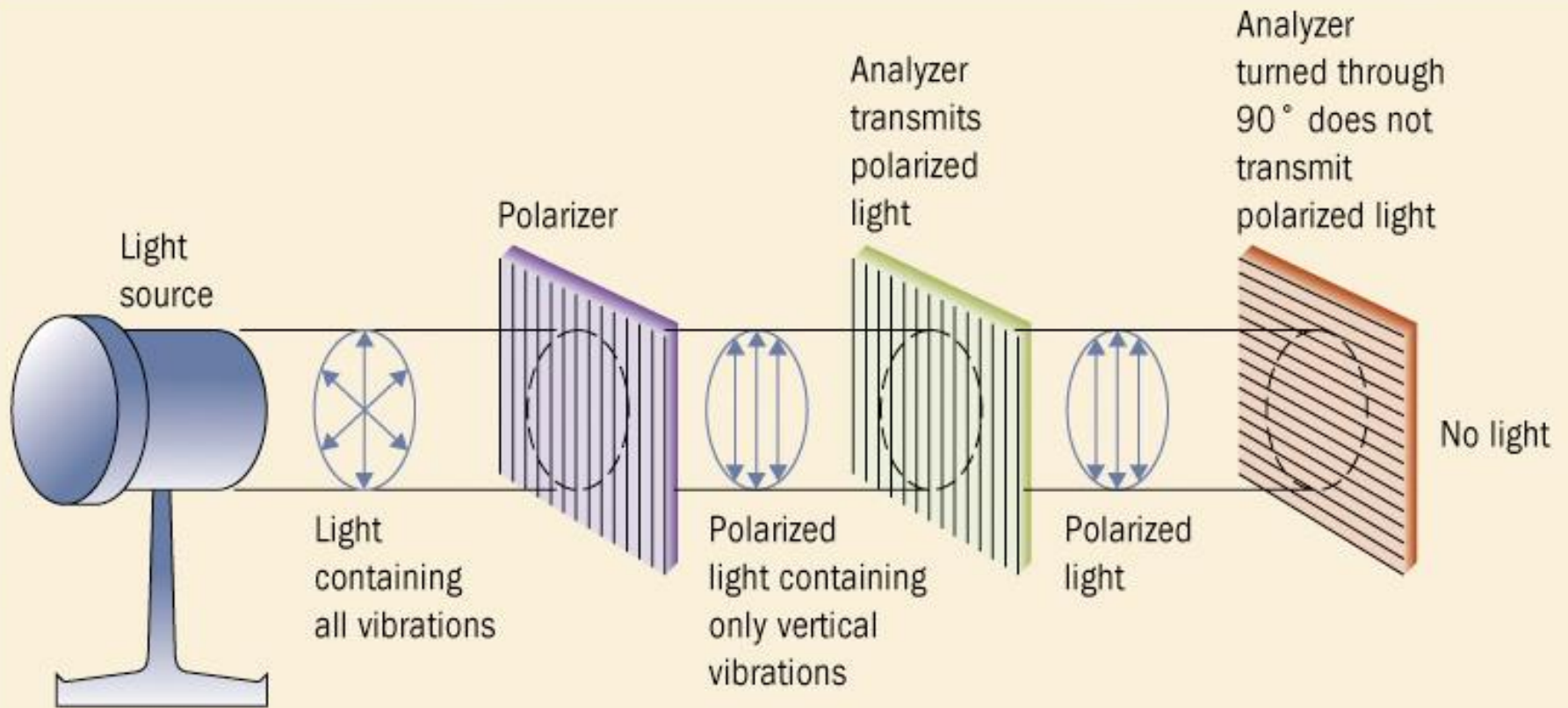
Látható fény: $3,7 \cdot 10^{14} \dots 8,1 \cdot 10^{14}$ Hz

Röntgensugarak: $8,1 \cdot 10^{15} \dots 5 \cdot 10^{19}$ Hz

Hullámok polarizációja



A fény transzverzális hullám. Fény polarizáció



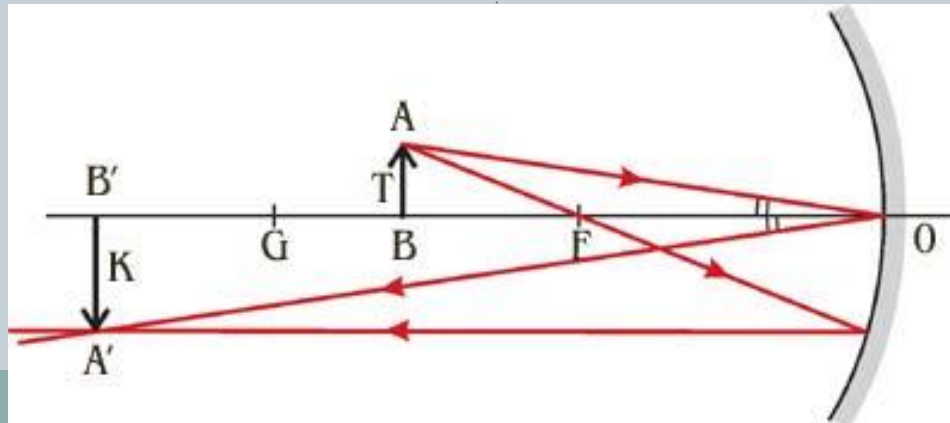
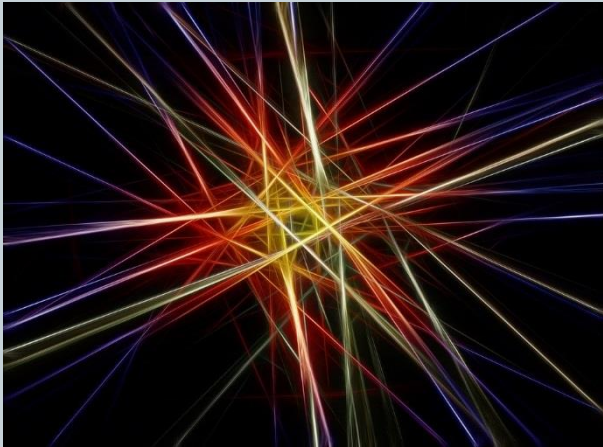
A fény terjedése



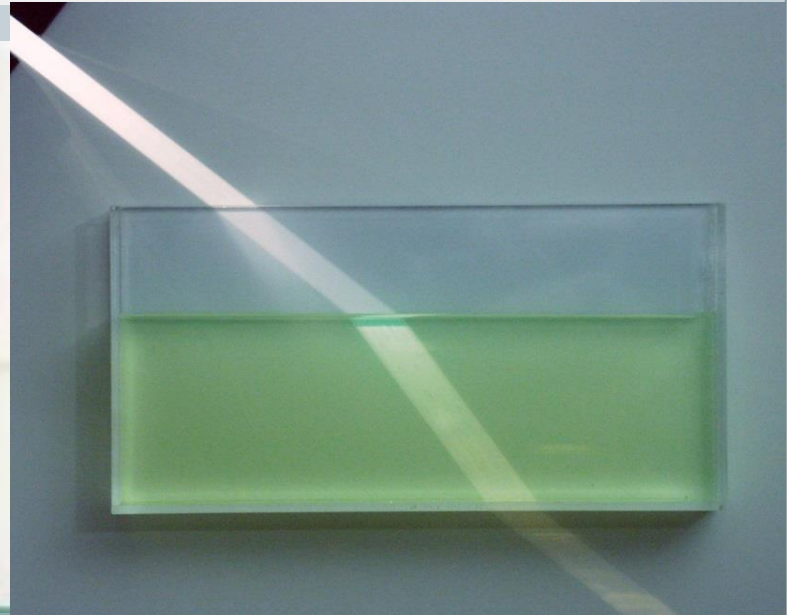
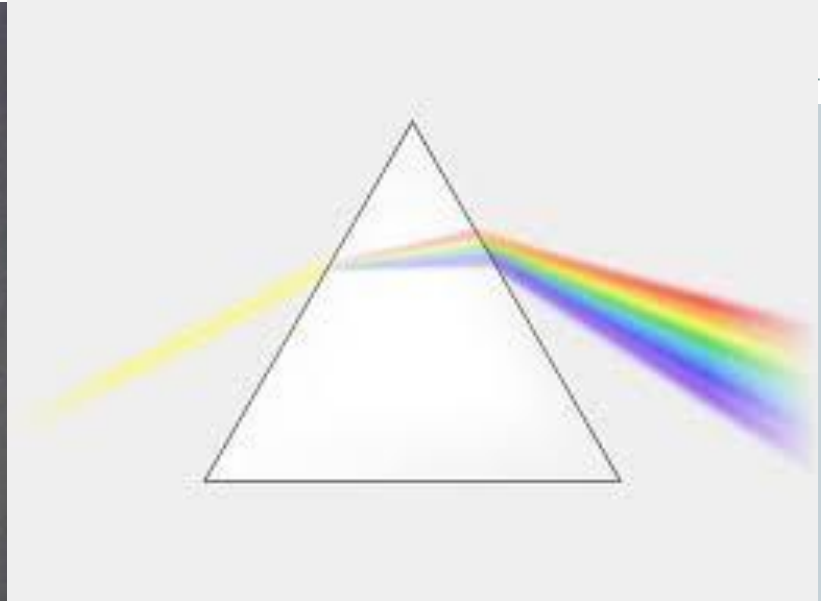
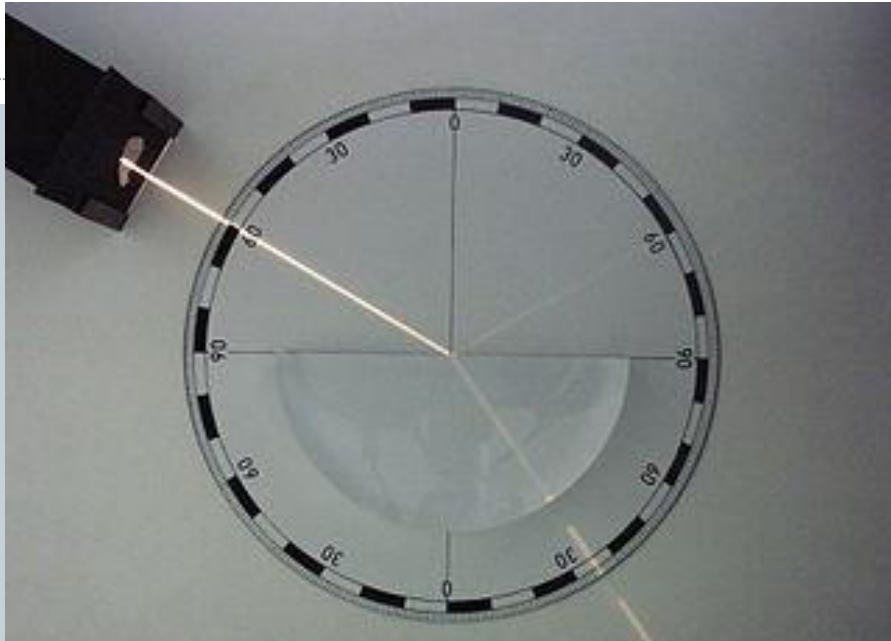
- A fény a levegőben (és az egyenletes sűrűségű anyagokban) **egyenes vonalban terjed.**
- A fény **transzverzális elektromágneses hullám.** Polarizálható.
- Terjedési sebessége vákuumban $c=3 \cdot 10^8$ m/s. *Ez olyan nagy sebesség, hogy a fény egy másodperc alatt hét és félszer kerülné meg a Földet.*
- **Optikailag sűrűbbnek** nevezzük két közeg közül azt a közeget, amelyben a fény *lassabban terjed.*
- Ha a test nem átlátszó, mögé nem jut fény, így **árnyék keletkezik.**
- Egy tárgyat akkor látunk, ha az általa kibocsátott vagy a róla visszavert fény **a szemünkbe jut.**

Geometriai optika

A **geometriai optika** egyszerű modell, amely a fény terjedését a fényforrásból minden irányba kilépő **fénysugarakkal** írja le.



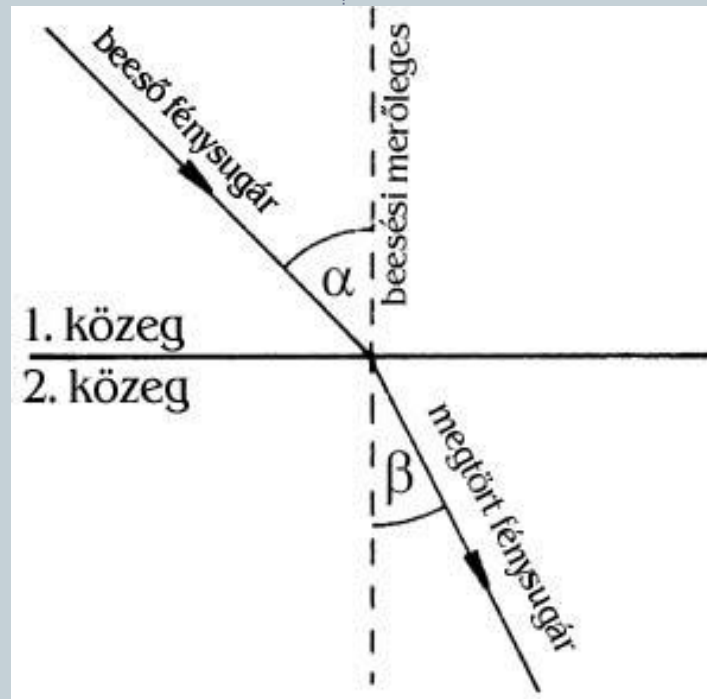
Fénytörés



Fénytörés

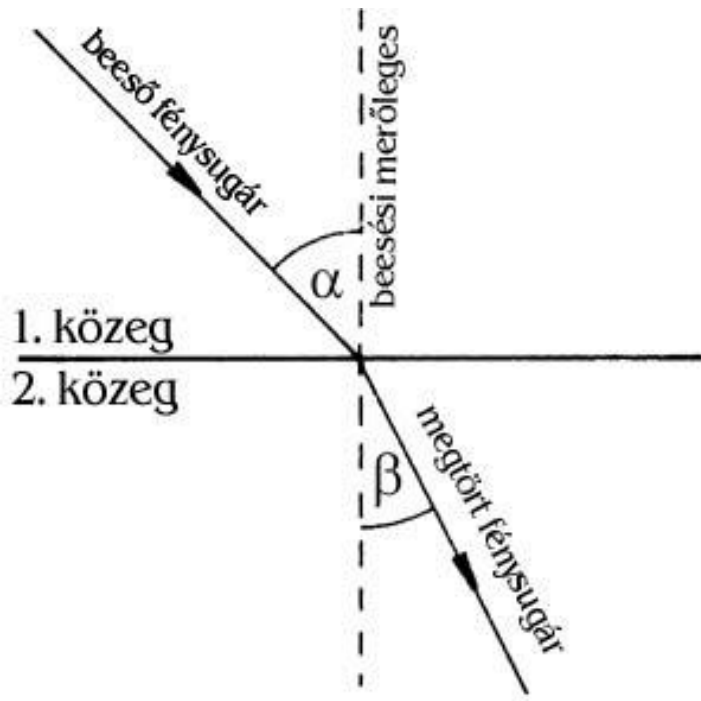


- Amikor a fény a levegőből a vízbe jut, a fénysugár a merőlegeshez törik (a törési szög kisebb, mint a beesési szög)



A fénytörés törvényei

$$n_{2,1} = \frac{n_1}{n_2}$$



A terjedési sebességek (c) aránya adja a közegek törésmutatóját (n).

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

2-es közegnek 1-esre vonatkozó törésmutatója. (1-esből megy a sugár a 2-esbe.)

Közeghatárra érkezte a fény terjedési sebessége megváltozik, ezért a fény útja megtörik.

Optikailag ritkább közegből optikailag sűrűbb közegbe érve a fény a beesési merőlegeshez törik. A beesési szög (α) nagyobb, mint a törési szög (β).

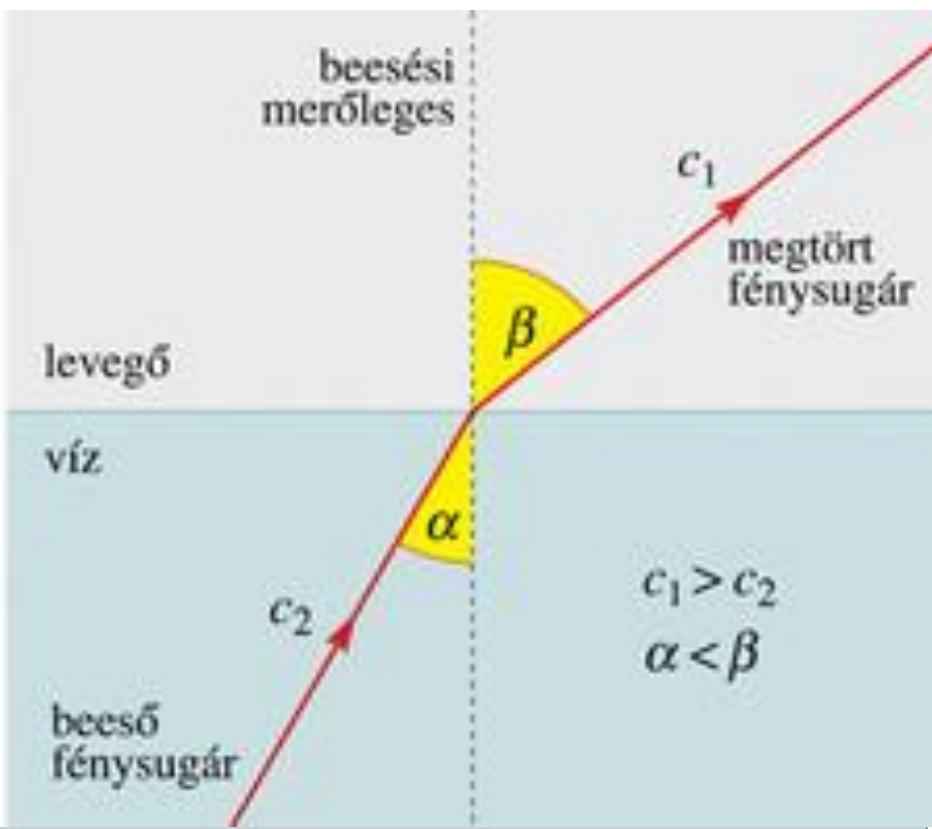
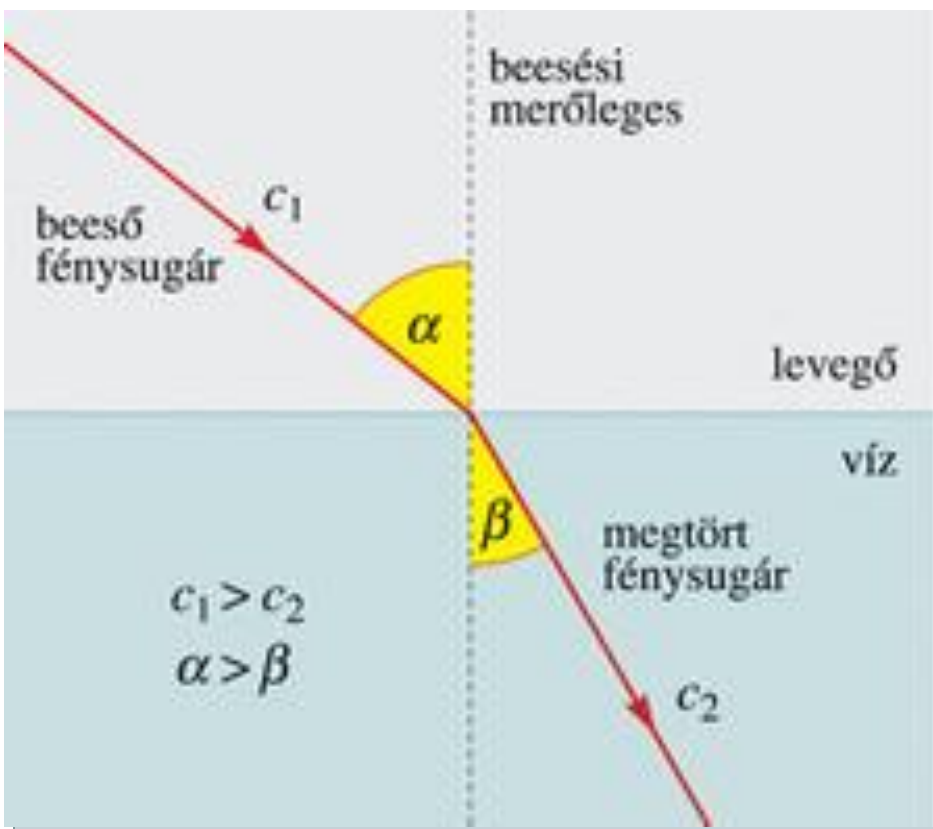
Optikailag sűrűbb az olyan közeg, amelyben a fény terjedési sebessége kisebb.

Az anyagok légtüres térre vonatkozó törésmutatóját **abszolút törésmutatónak** nevezzük és n_1 -gyel jelöljük.

Hűtőfolyadék fagyáspontjának mérése

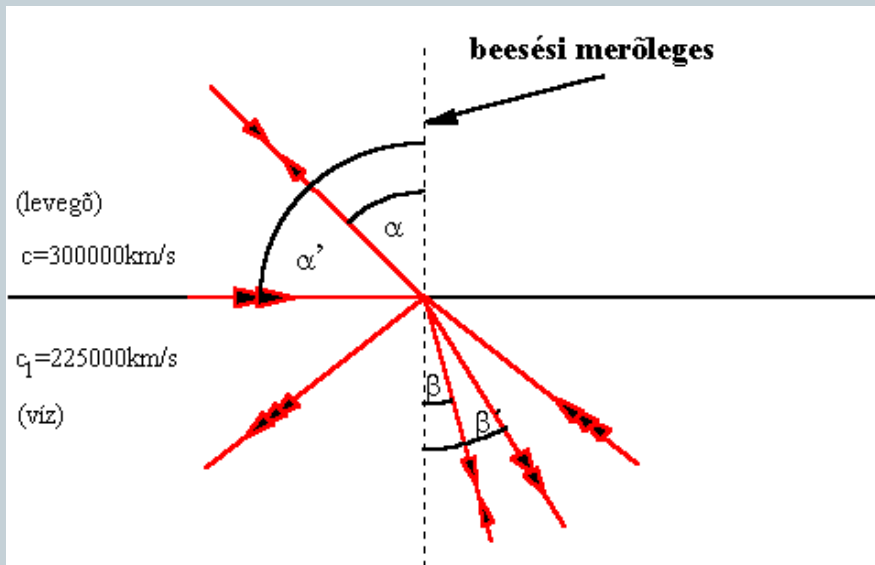
Egy folyékony közegben, oldatban a törésmutató az összetétellel változik, így a **törésmutató mérésevel** megadhatjuk az oldott anyag koncentrációját, illetve a koncentrációval kapcsolatban lévő más fizikai paramétert. Például kézi refraktomérrel a törésmutató mérésén keresztül mérik az autókban lévő hűtőfolyadék – etilén-glikol-víz keverék – **fagyáspontját**.





Nem mindegy, hogy melyik közegből melyik közegbe halad a sugár. A víz optikailag sűrűbb, amelyben a fény lassabban terjed, mint a levegőben.

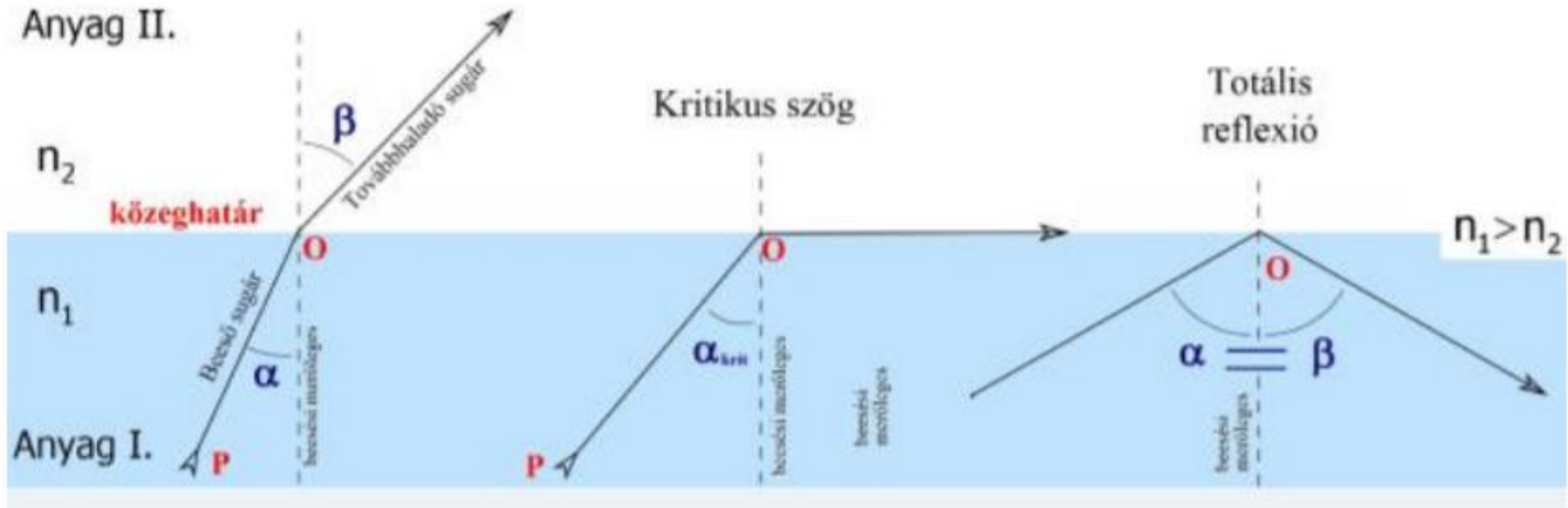
Teljes visszaverődés, határszög



Optikailag sűrűbb közegből ritkább felé haladva van olyan beesési szög, melynél a törési szög 90° . Ez a beesési szög a **határszög**.

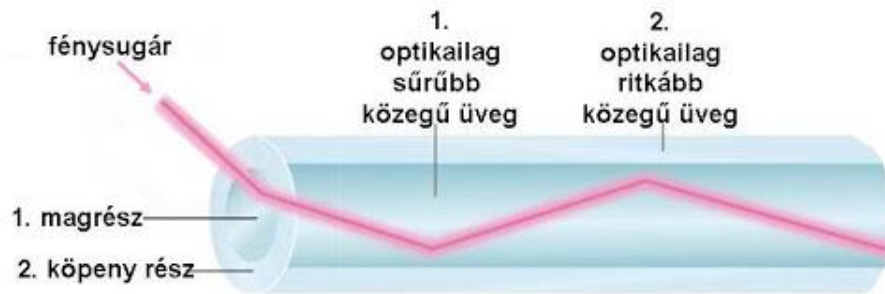
Határszögnél nagyobb beesési szög esetén **teljes visszaverődés** történik.

Teljes visszaverődés, határszög



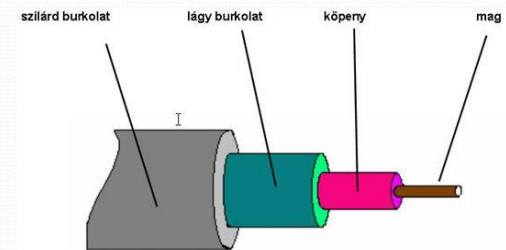
Létezik egy határszög, amelynél nagyobb beesési szögeknél fellép a totális reflexió, azaz a teljes visszaverődés:

Optikai szálak



Az optikai szál felépítése

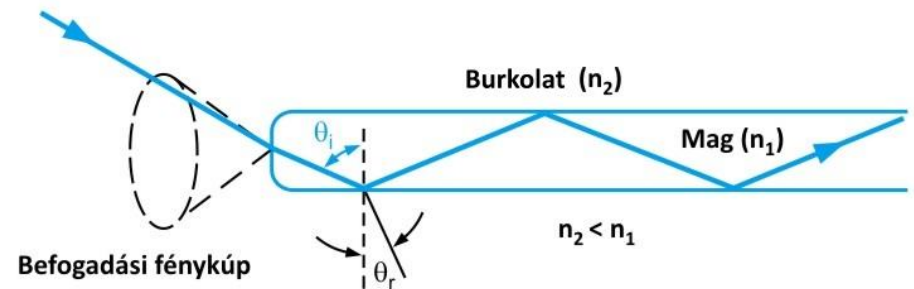
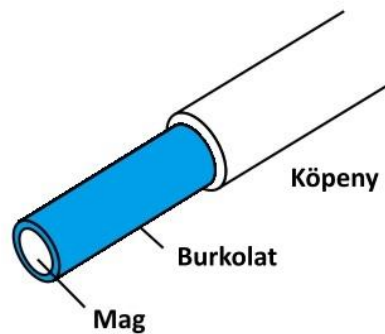
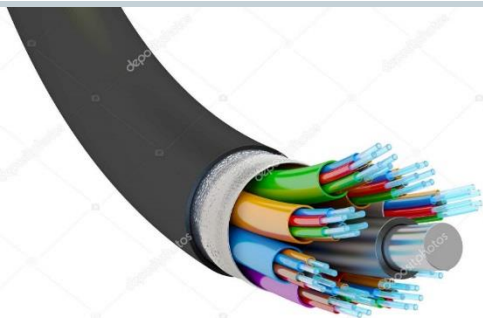
Optikai kábelek felépítése



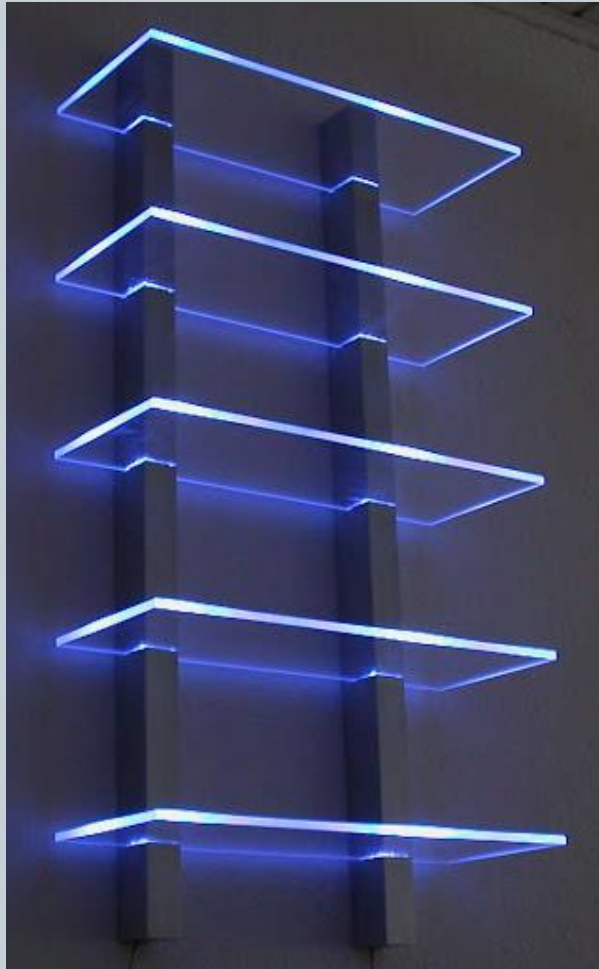
Mag	héj	Védőbevonat	Teherviselő	Külső köpeny
Nagy tisztaságú kvarcüveg (SiO ₂)	Germániummal adalékolt üveg	Szilícium alapú bevonat	Kevlar	Polimer (műanyag)

Takács Béla

13

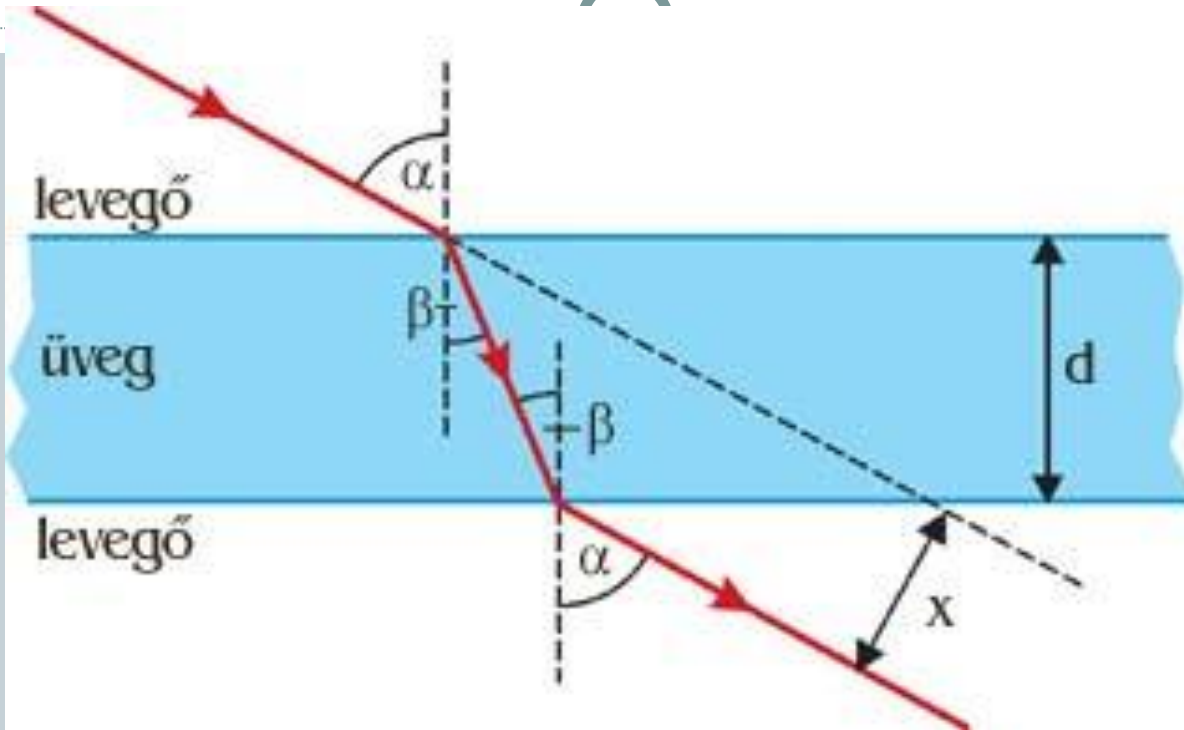


Üvegpolcok LED világítással



Az optikai szálakhoz hasonlóan a fénysugarak itt sem lépnek ki az üvegből.

Síklapokkal határolt (plánparalell) lemez



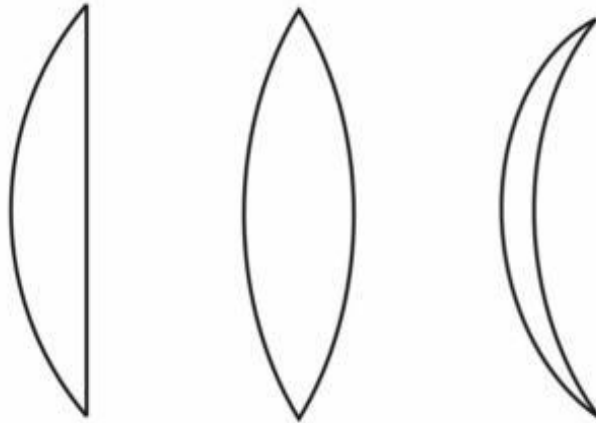
Egyenletes vastagságú üveg esetén minden fénysugár az eredetivel párhuzamosan lép ki az üveglapból.

Torz képek akkor látunk, ha az üveglap nem homogén vagy nem egyenletes vastagságú.

Optikai lencsék

Lencsetípusok:

Domború lencsék:

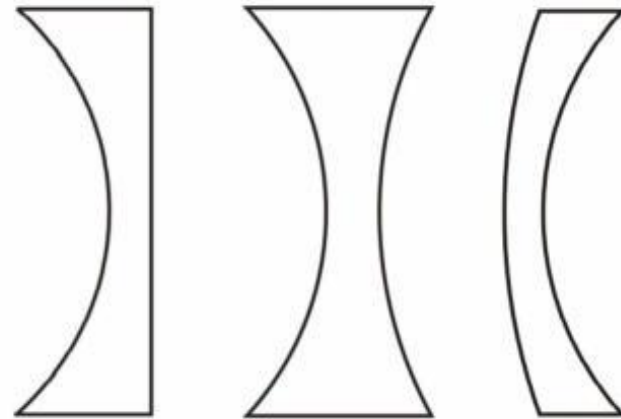


sík-domború
(plankonvex)

kétszeresen
domború
(bikonvex)

homorúan
domború
(konkáv-konvex)

Homorú lencsék:



sík-homorú
(plankonkáv)

kétszeresen
homorú
(bikonkáv)

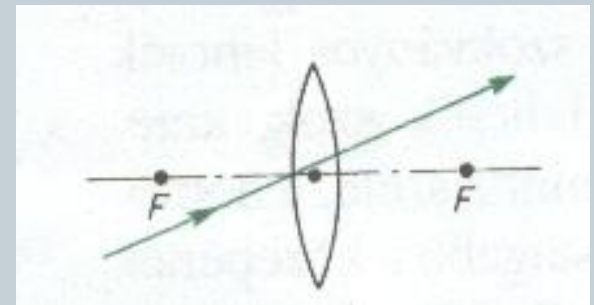
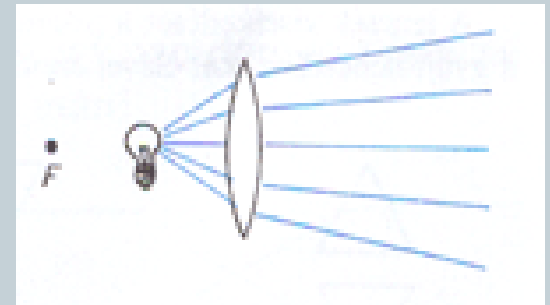
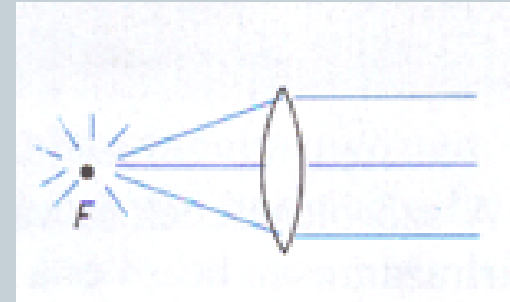
homorúan
domború
(konvex-konkáv)

A lencsék a legegyszerűbb fénytörésen alapuló eszközök.

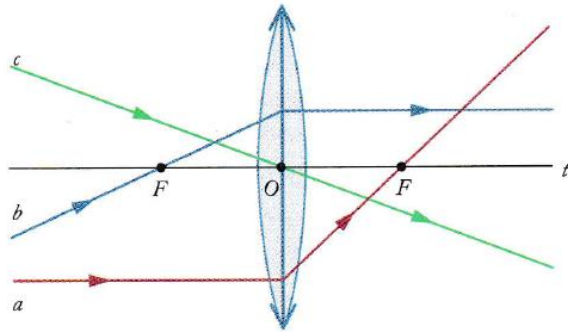
Optikai lencsének nevezünk minden áttetsző anyagból (általában **üveg**, vagy **műanyag**) készülő, két gömb-, vagy egy gömb- és egy síkfelülettel határolt, a fénysugarak útját irányítottan befolyásoló közeget.

Domború lencse (gyűjtőlencse)

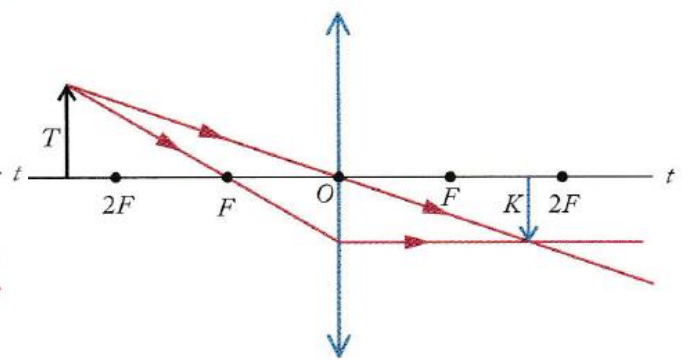
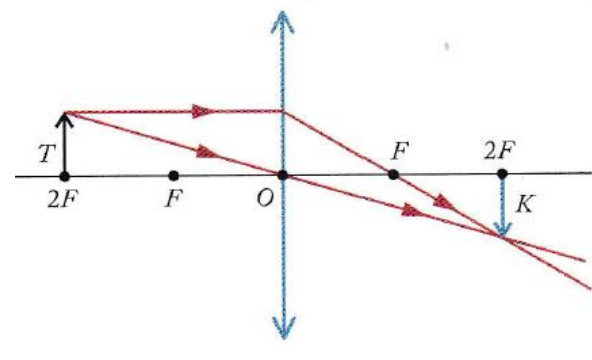
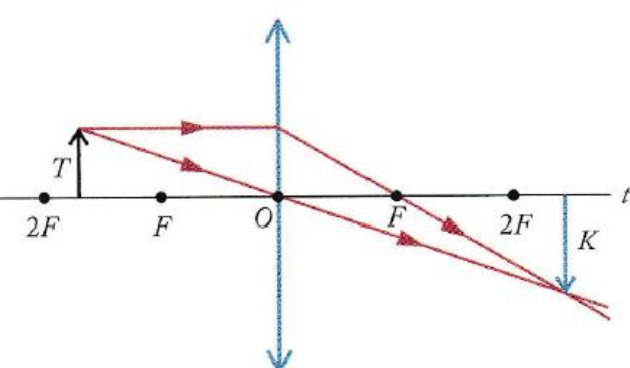
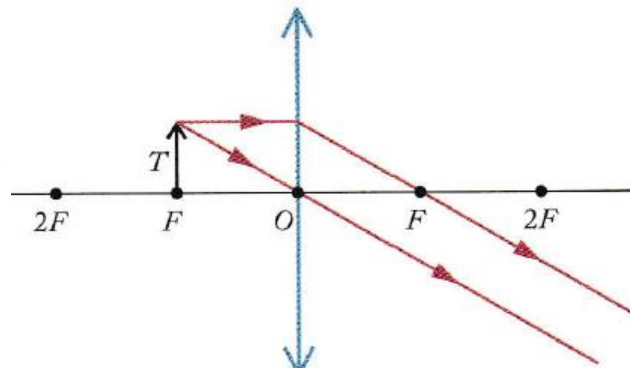
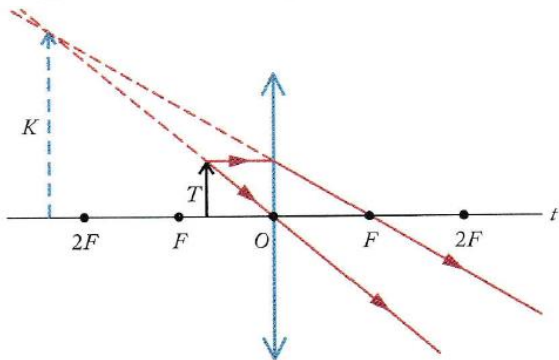
- A lencsére most a fókuszából érkeznek széttartó sugarak.
- A gyűjtőlencse úgy törí meg a **fókuszából érkező széttartó sugarakat**, hogy azok a lencsén áthaladva párhuzamossá válnak.
- Ha még közelebb visszük a lencséhez a fényforrást (fókuszon belülre), a sugarak széttartóak maradnak, de kisebb mértékben, mint a lencse előtt.
- Ha a fénysugár, most a lencse optikai középpontjába érkezik. A fénysugár irányváltozás nélkül halad tovább.



Domború lencse képképzése



A gyűjtőlencse nevezetes sugármenetei



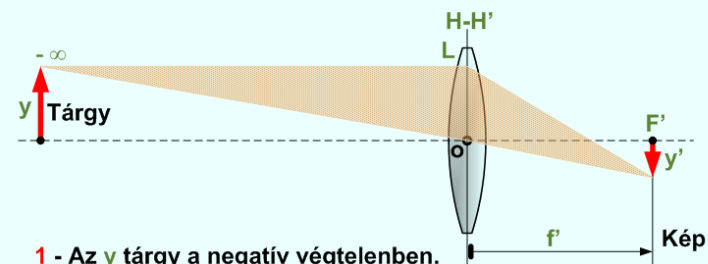
A domború lencse fénytörése

- A domború lencse a tengelyével párhuzamosan ráeső sugarakat úgy törí meg, hogy azok a lencse másik oldalán egy ponton, a **gyújtóponton (fókuszon)** haladnak át. A fókuszpont jele: **F**. Ezért a domború lencsét **gyűjtőlencsének** is nevezik. A fókuszpont távolsága a lencsétől a **fókusztávolság**.

Jele: f .

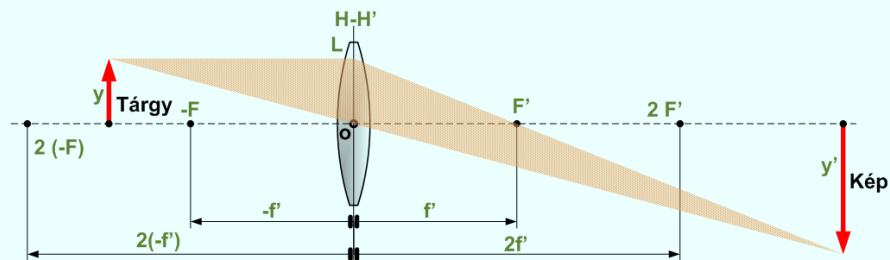
A lencséknek - nem úgy mint a tükröknek - **mindkét oldalukon van gyújtópontjuk (fókuszon)**, és pedig mindkét oldalon ugyanakkora távolságban.

Domború lencse képképzése (részletezve)



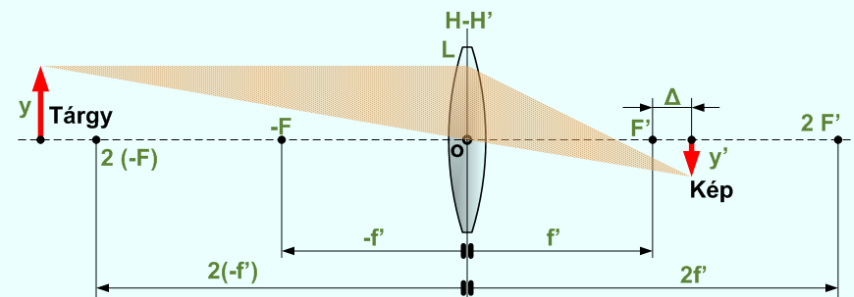
1 - Az y tárgy a negatív végtelenben.

Az y' kép helye az F' gyújtópontban, valódi, fordított állású, kicsinyített.



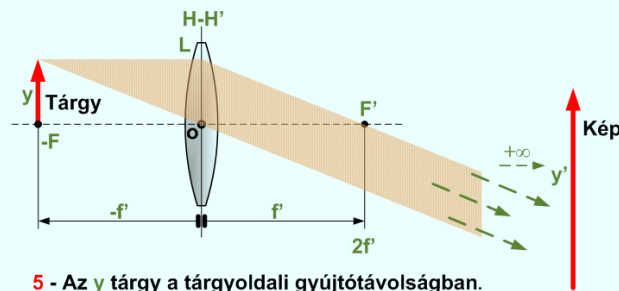
4 - Az y tárgy a tárgyoldali gyújtótávolság és annak kétszerese között.

Az y' kép helye a kétszeres képoldali gyújtótávolság és a pozitív végtelen között, valódi, fordított állású, nagyított.



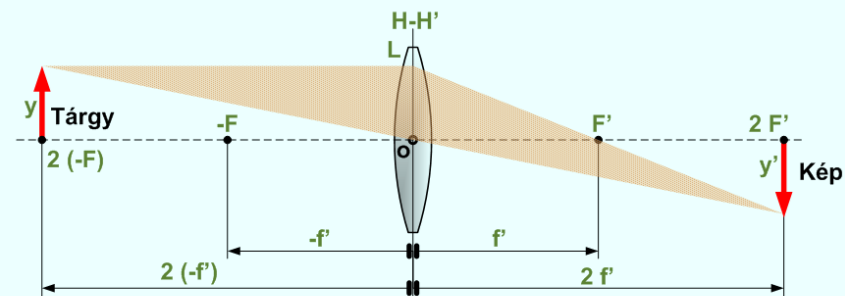
2 - Az y tárgy a negatív végtelen és a kétszeres tárgyoldali gyújtótávolság között.

Az y' kép helye a képoldali gyújtótávolság és annak kétszerese között, valódi, fordított állású, kicsinyített.



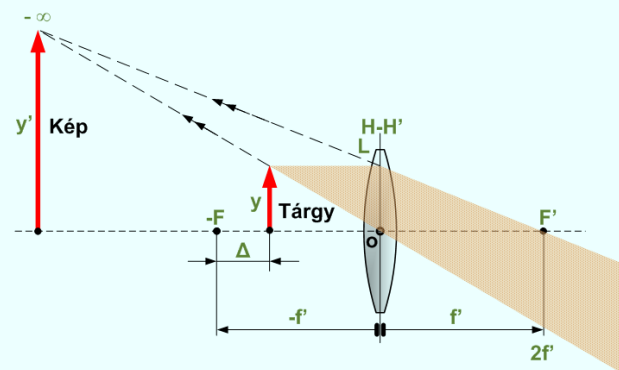
5 - Az y tárgy a tárgyoldali gyújtótávolságban.

Az y' kép helye a pozitív végtelenben, valódi, fordított állású, nagyított.



3 - Az y tárgy a kétszeres tárgyoldali gyújtótávolságban.

Az y' kép helye a kétszeres képoldali gyújtótávolságban, valódi, fordított állású, azonos nagyságú.



6 - Az y tárgy a tárgyoldali gyújtótávolság és az O tárgyoldali főpont között.

Az y' kép helye a negatív végtelen és a képoldali O főpont között, látszólagos, egyenes állású, nagyított.

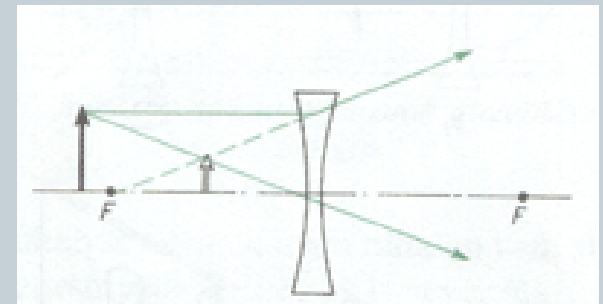
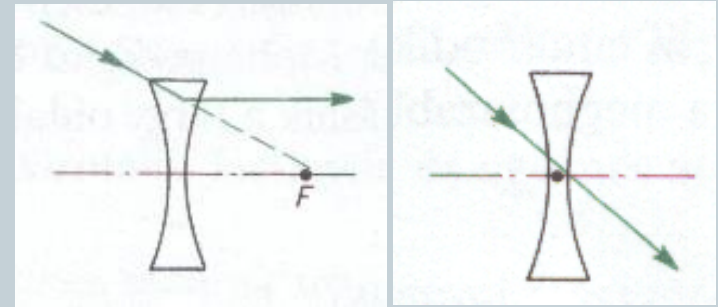
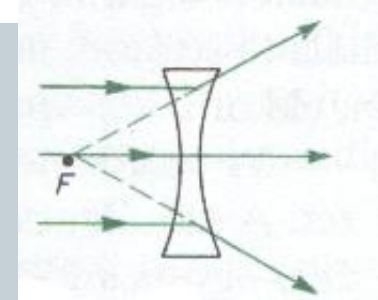
Homorú lencse (szórólencse)

Nevezetes sugarak

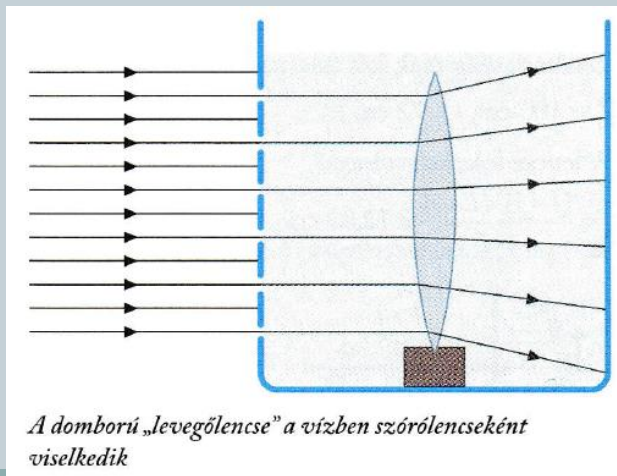
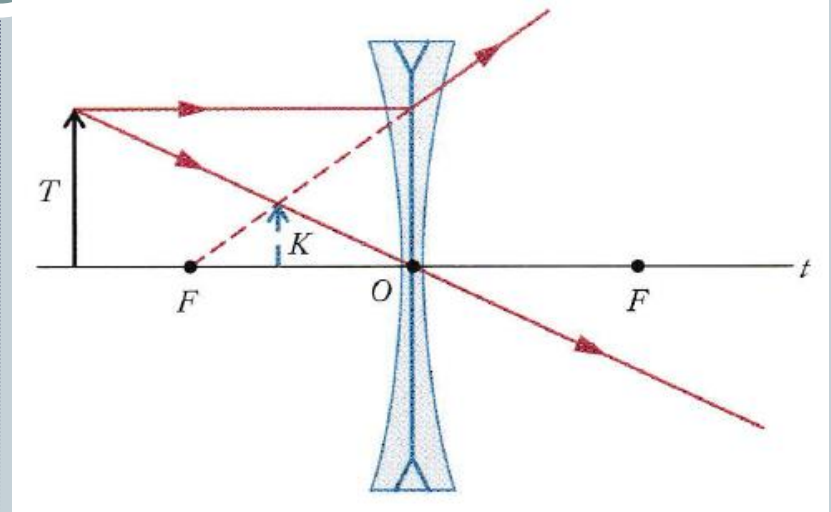
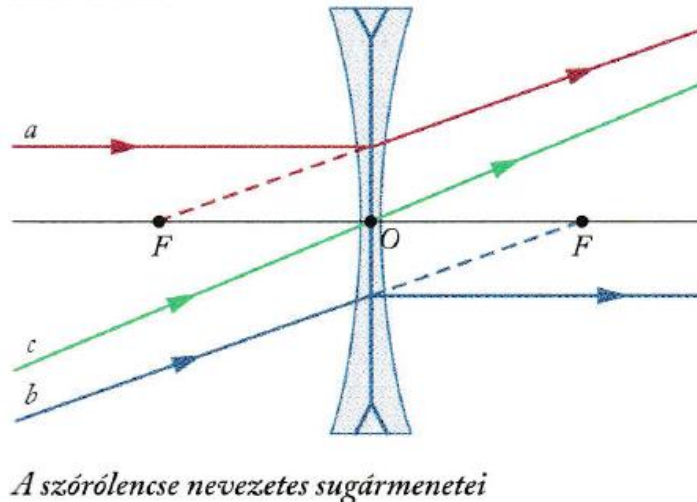
- A homorú lencse szétszórja a fénysugarakat, ezért szórólencsének is nevezik.
- Az optikai tengellyel párhuzamosan beeső fénysugarak szétszóróan haladnak tovább úgy, mintha a fókuszról indultak volna ki.
- A fényforrással ellenkező oldali fókusz felé beeső fénysugár az optikai tengellyel párhuzamosan halad tovább.
- Az optikai középpontba beeső fénysugár irányváltozás nélkül halad tovább.

A homorú lencse képalkotása

- A szórólencse a tárgyról mindig virtuális, egyenes állású, kicsinyített képet alkot.



Szórólencse képképzése



A szórólencse képképzése nagyon hasonló a domború tüköréhez. Az eltérés csak abban nyilvánul meg, hogy a szórólencse által alkotott **látszólagos kép** – a tükörrel ellentétben - **mindig a lencse tárgyi oldalán keletkezik.**

Lencsék leképezési törvénye, nagyítás



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

$$N = \frac{k}{t} = \frac{K}{T}$$

f: fókusztávolság

k: képtávolság

t: tárgytávolság

N: nagyítás

K: képnagyság

T: tárgynagyság

Előjelek a számításoknál



- t és T minden esetben pozitív
- D és f gyűjtőlencse esetén pozitív, szórólencse esetén negatív
- k és K valamint N valódi kép esetén pozitív, látszólagos kép esetén negatív

Feladatok

1.feladat

Domború lencsével a gyertya lángját kétszeres nagyításúvá vetítjük ki. Mekkora a lencse fókusztávolsága, ha a láng és a lencse között 20 cm a távolság?

Megoldás:

$$N = 2$$

$$t = 20 \text{ cm}$$

$$f = ?$$

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

$$N = \frac{k}{t} = 2$$

$$k = 2 \cdot t = 40 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{40} + \frac{1}{20}$$

$$f = \frac{40}{3} \text{ cm}$$

A lencse fókusztávolsága 13,33 cm.



2. feladat

Mekkora és milyen képet alkot a 20 cm fókusztávolságú **gyűjtőlencse** a tőle 25 cm-re elhelyezett tárgyról?

Megoldás:

$$f = 20 \text{ cm}$$

$$t = 25 \text{ cm}$$

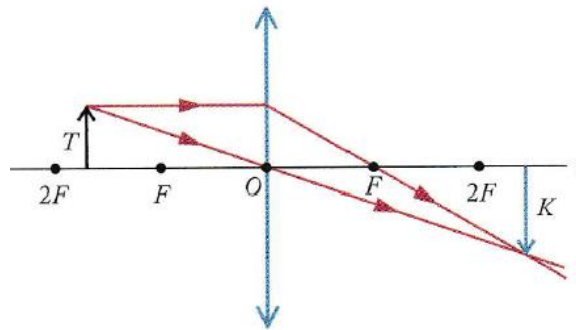
$$k = ?$$

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

$$\frac{1}{25} + \frac{1}{k} = \frac{1}{20}$$

$$k = 100 \text{ cm}$$

$$N = \frac{k}{t} = 4$$



A kép a lencsétől 100 cm-re keletkezik. Fordított állású, valódi kép négyszeres nagyításban.

Feladatok

Gyűjtőlencse előtt 45 cm-re 4 cm magas tárgy áll. A lencse fókusz távolsága 25 cm.

- Hol van és mekkora a tárgy képe?
- Hová kell elhelyezni az előbbi tárgyat, hogy a lencse ugyanolyan nagyítású, de látszólagos képet alkosson a tárgyról?
- Hol lesz ekkor a kép?

A feladathoz készíts rajzot!

Megoldás:

a) $t=45$ cm

$T=4$ cm

$f=25$ cm

$k=?$; $K=?$

$$\frac{1}{25} = \frac{1}{45} + \frac{1}{k}$$

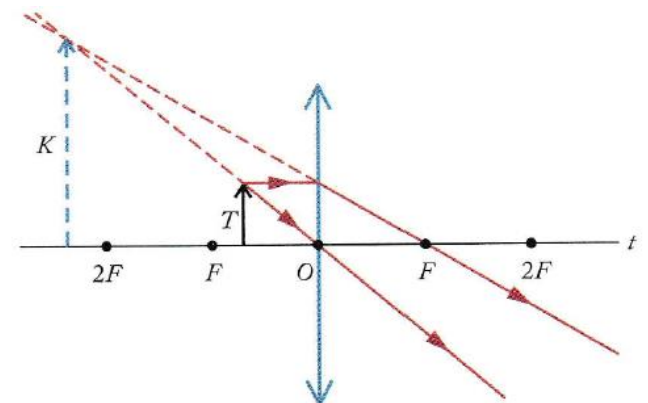
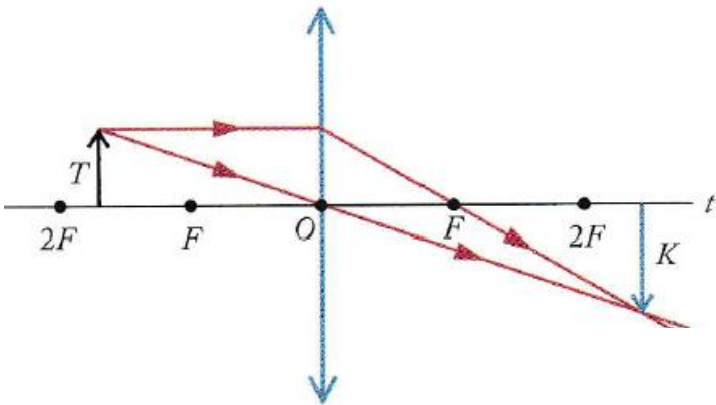
b) $N = -1,25 \rightarrow k = N \cdot t = -1,25 \cdot t$

$$\frac{1}{25} = \frac{1}{t} + \frac{1}{-1,25 \cdot t}$$

$k_1 = 56,25$ cm; $N_1 = 1,25$; $K = 5$ cm

$t_2 = 5$ cm

c) $k_2 = -6,25$ cm

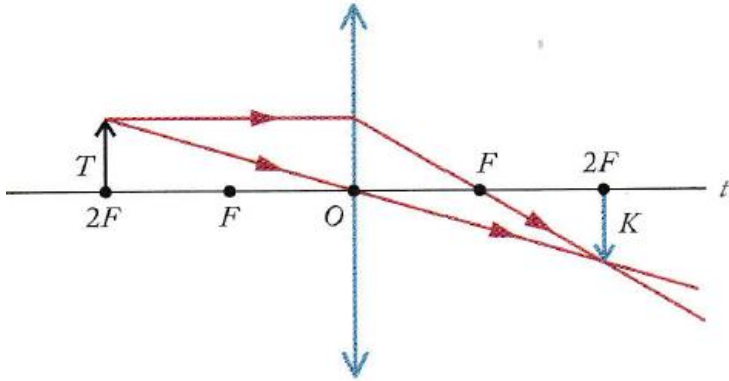


Feladatok

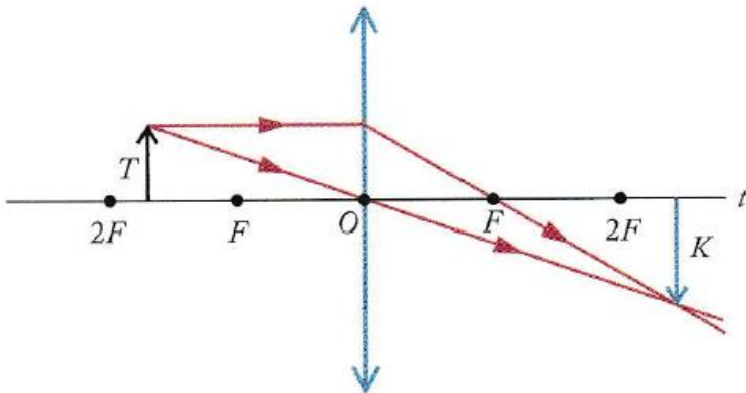
Egy domború lencse előtt a fókusz távolság kétszeresére áll egy tárgy. Ha a tárgyat 5 cm-el közelebb visszük a lencséhez a képtávolság 10 cm-rel változik.

Mennyi a lencse fókusz távolsága?

a) $t_0 = 2 \cdot f$ ekkor $k_0 = t_0 = 2 \cdot f$



b) $t = 2 \cdot f - 5$, $k = 2 \cdot f + 10$



Megoldás:

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{2 \cdot f - 5} + \frac{1}{2 \cdot f + 10}$$

$$(2f - 5) \cdot (2f + 10) = f(2f + 10) + f(2f - 5)$$

$$4f^2 - 10f + 20f - 50 = 2f^2 + 10f + 2f^2 - 5f$$

$$-50 = -5f$$

$$f = 10 \text{ cm}$$