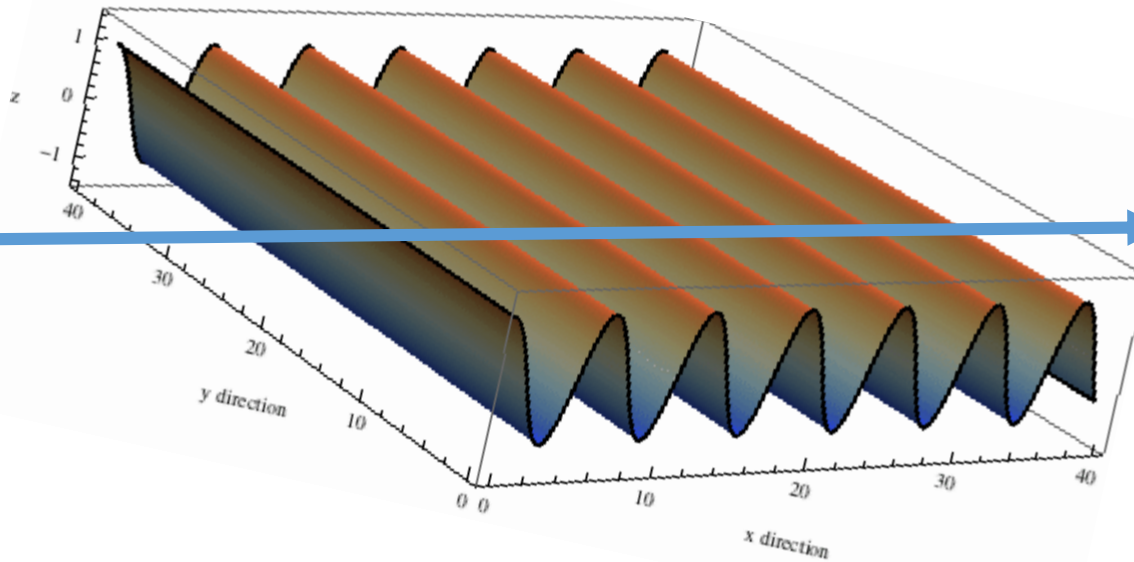


A geometriai optika egy egyszerűsítés

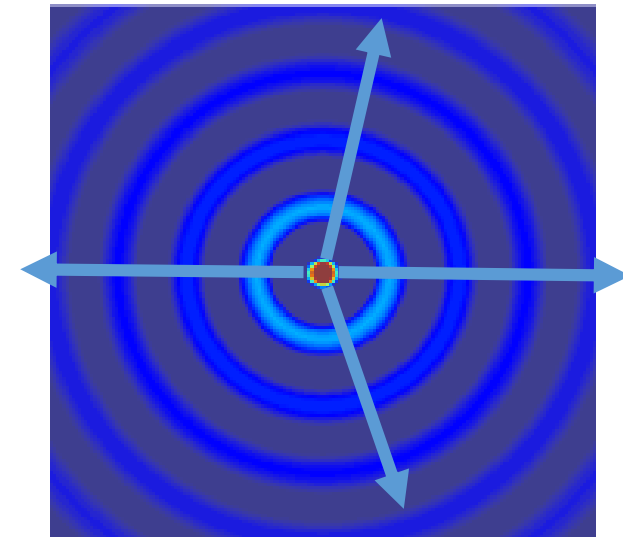
csak adott helyzetben jó,
és akkor sem mindenre!

cserében viszont SOKKAL
egyszerűbb mint a teljes leírás

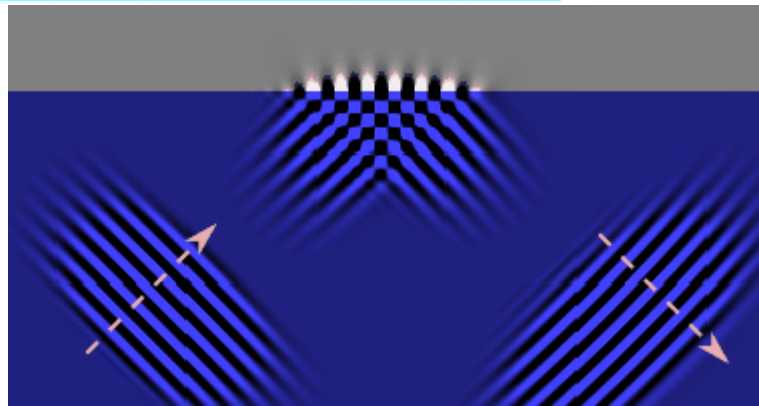
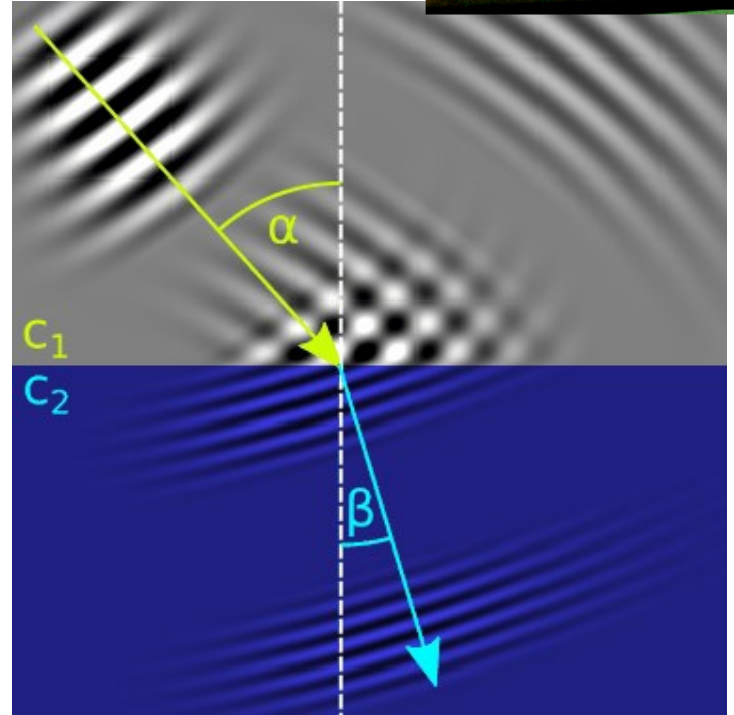
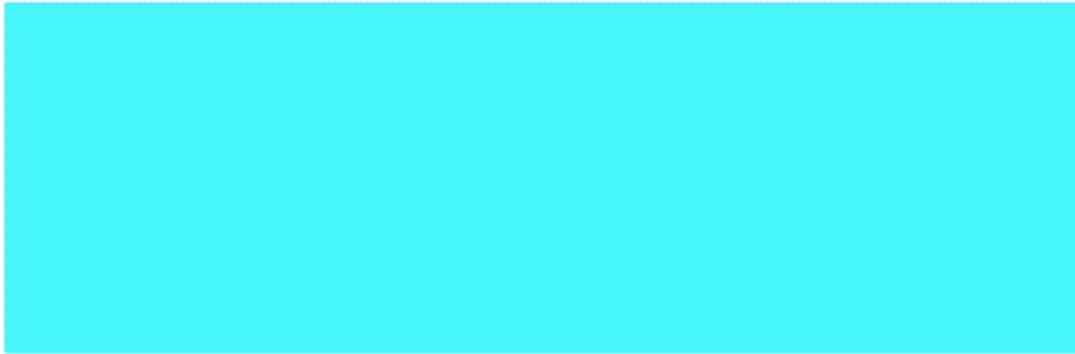
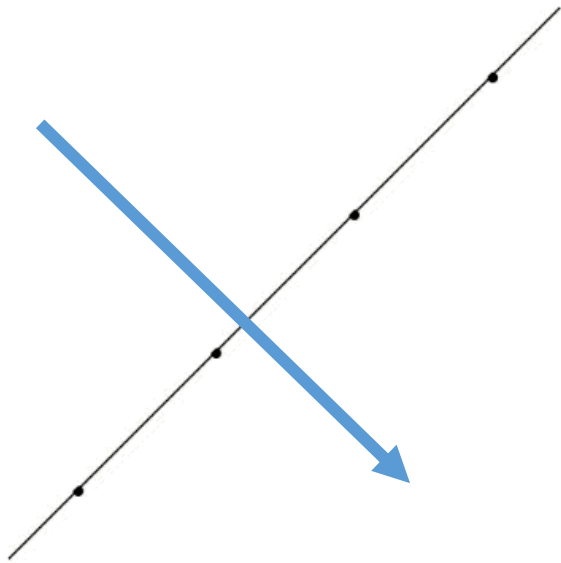
isvr

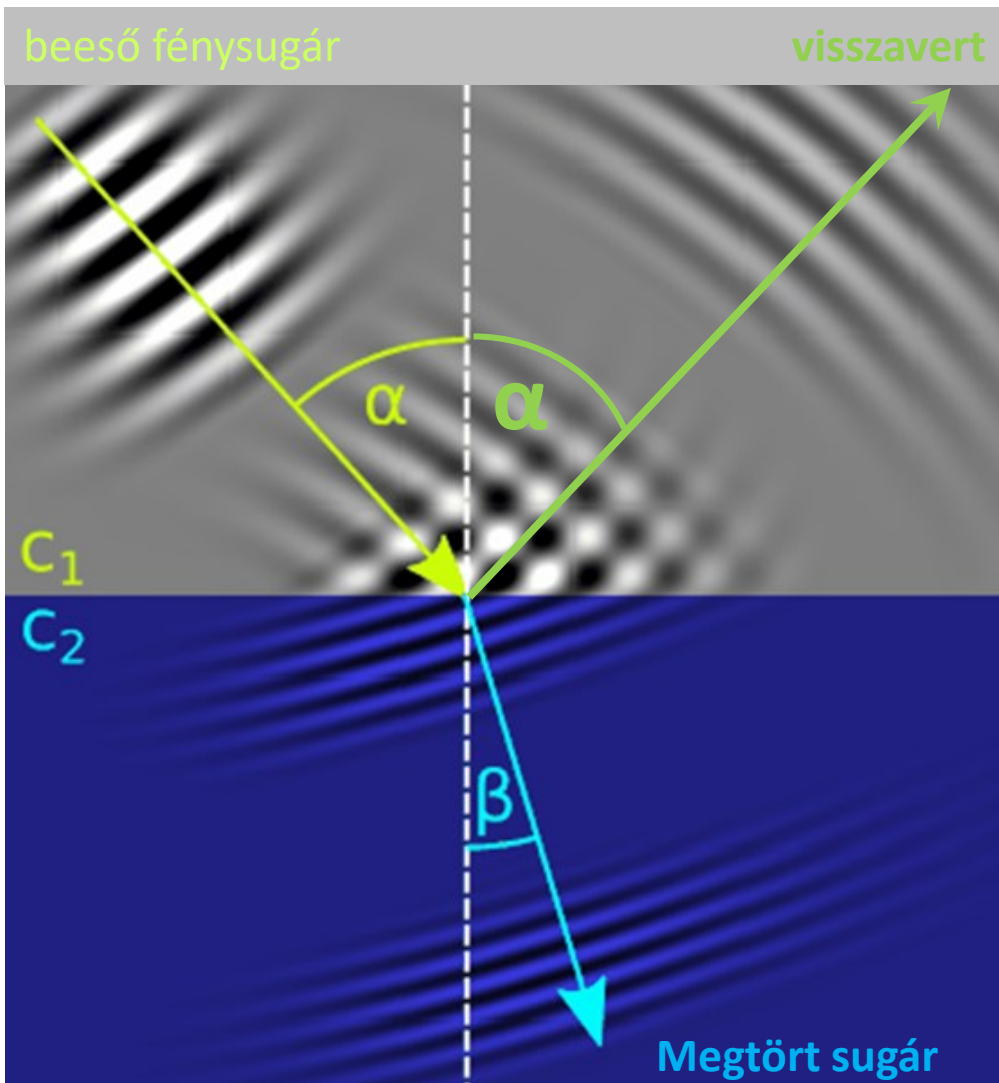


„haladási” azaz terjedési irány



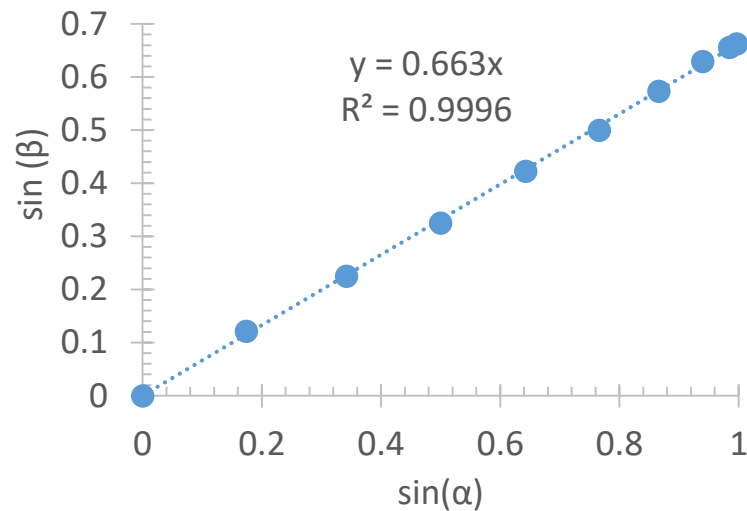
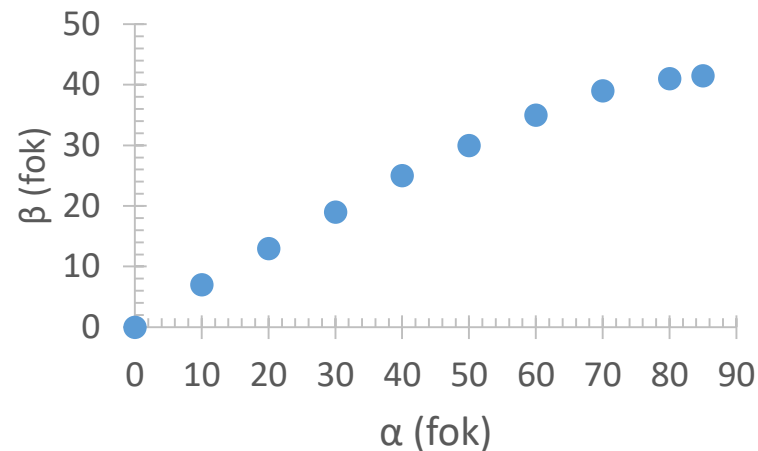
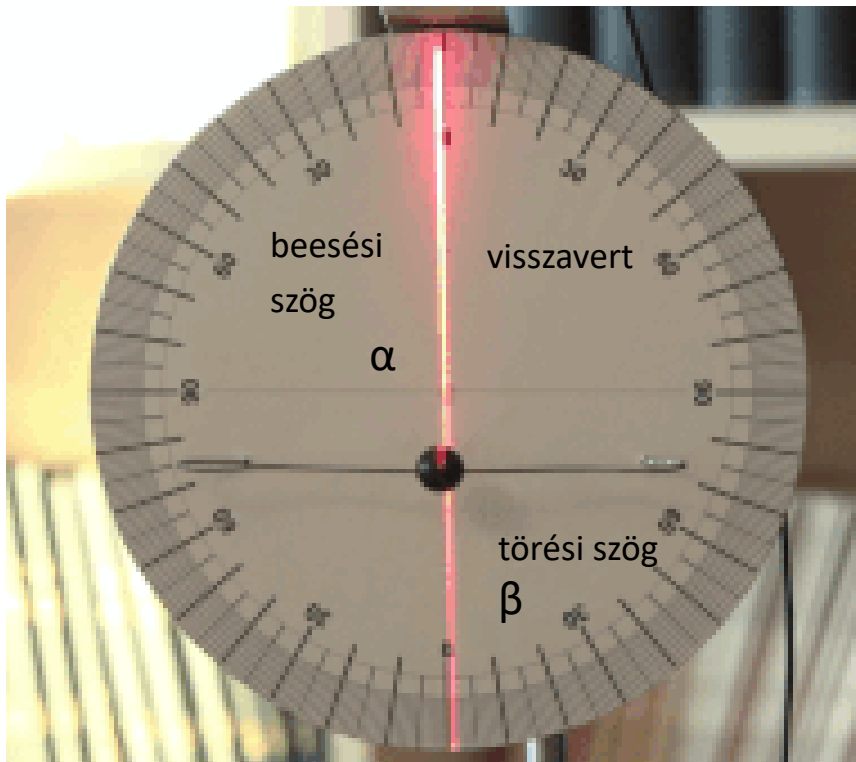
Fénytörés és reflexió





A hullámkép HELYETT
megpróbáljuk
csak a terjedési irányt
megadó szabályokat megfogalmazni

Persze lesz amit a „valóságból” át kell venni, de nem mindent.



A fénytörési és visszaverődési törvények sok-sok kísérlet alapján:

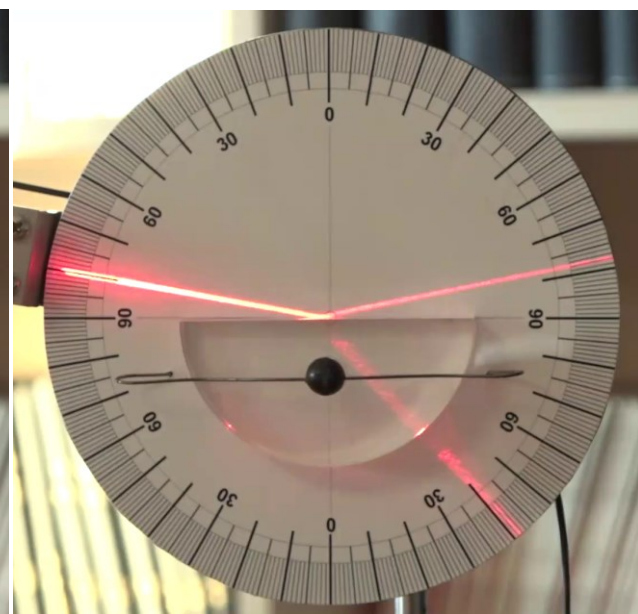
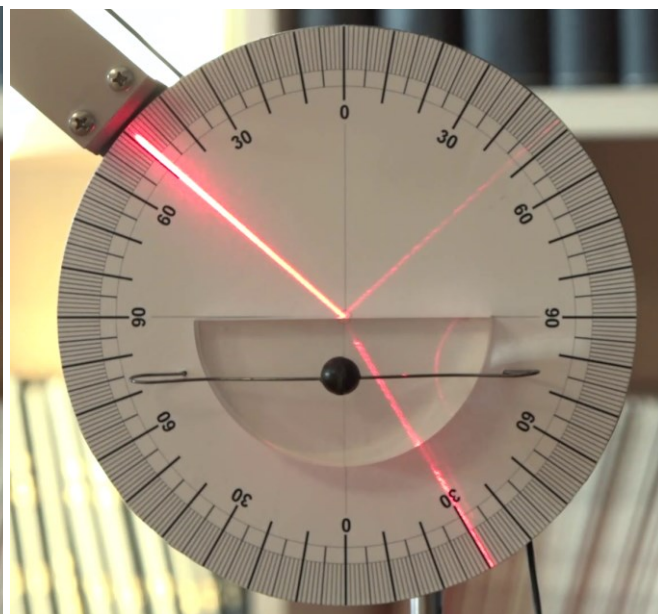
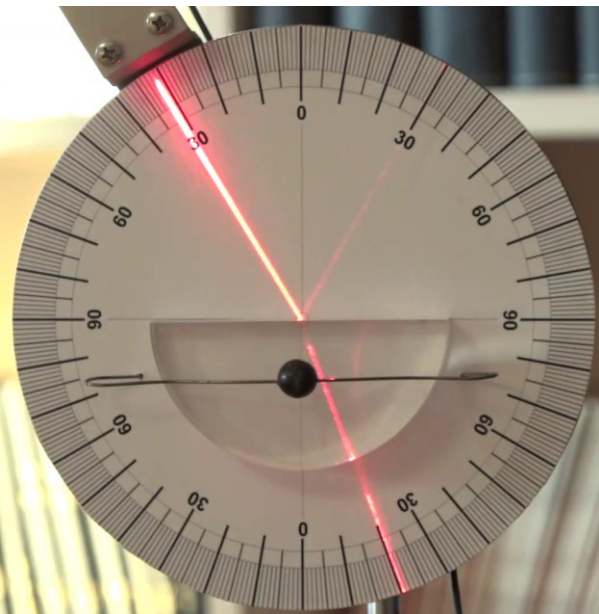
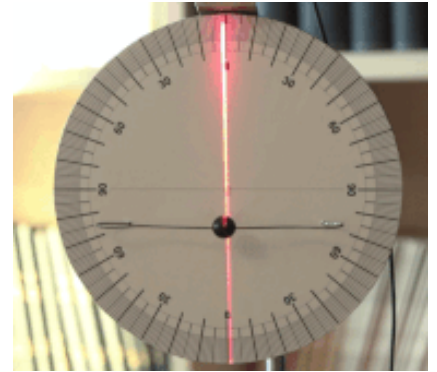
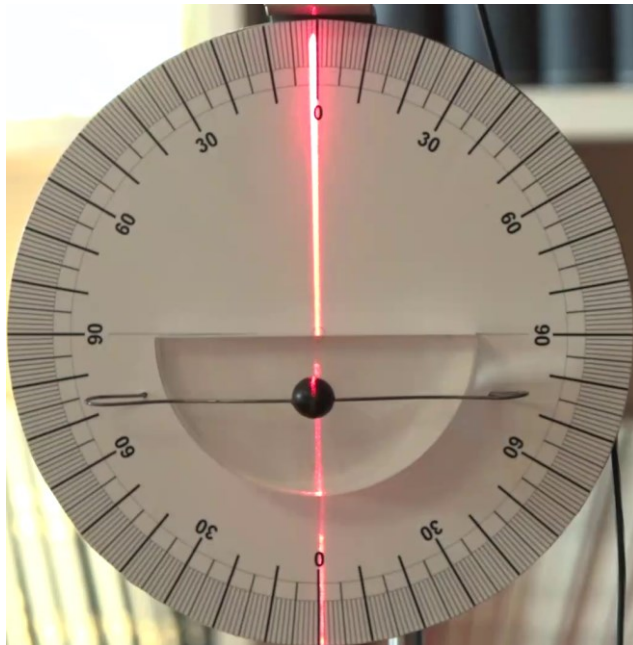
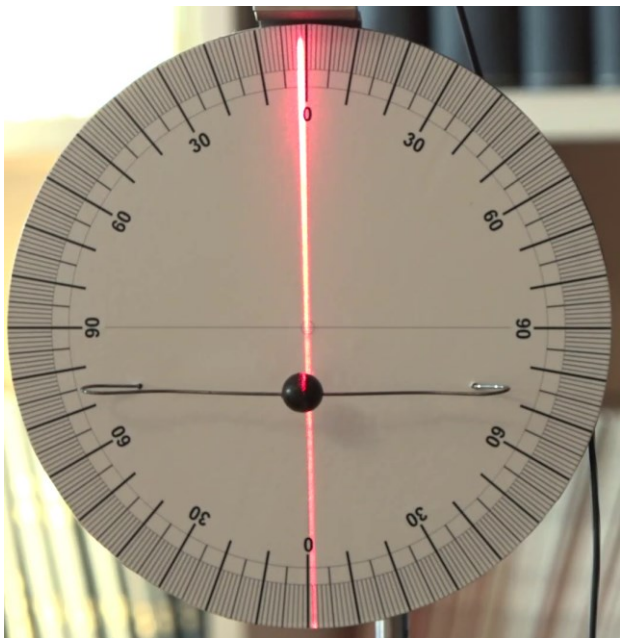
$$\alpha_{be} = \alpha_{visszavert}$$

$$\sin(\alpha_{be}) \cdot n_1 = \sin(\beta_{tör}) \cdot n_2$$

és mindkét esetben a három sugár egy síkban van.

Snellius-Descartes törvény

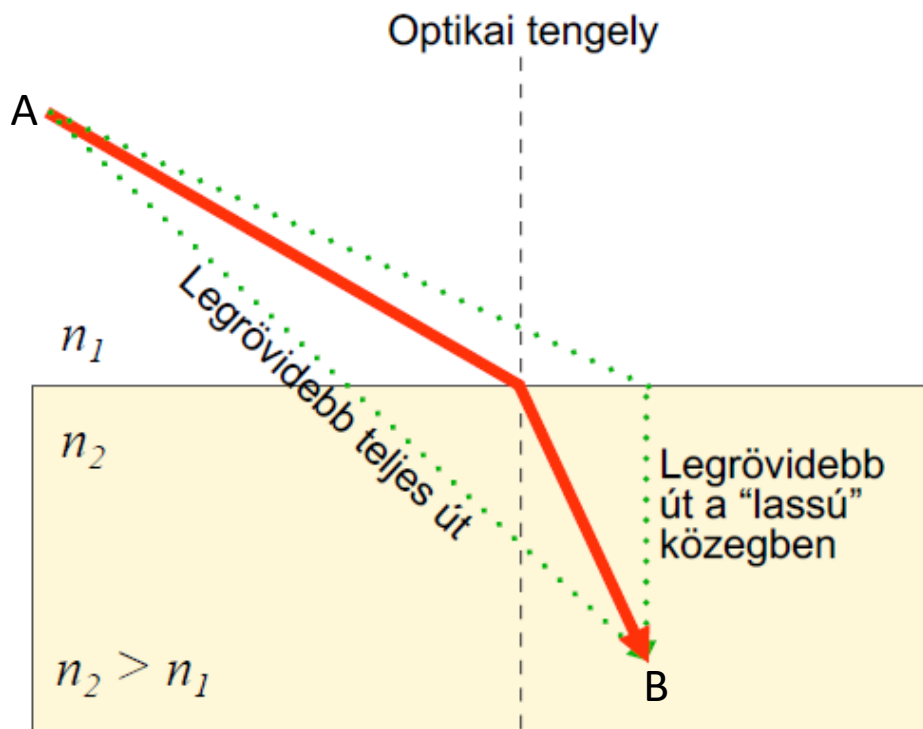
a törésmutató (n) egy adott anyagra, és a fény színére jellemző érték. Légüres térben n=1.



n egy adott anyagra, és a fény színére jellemző érték. Légüres térben $n=1$.
(valójában a fényhullám terjedési sebességéből kiszámítható: $n = \text{sebesség vákuumban} / \text{sebesség anyagban}$)

A Fermat-elv egy mondattal meg tudja magyarázni mindkét jelenséget.

Azaz, az elvből matematikai úton levezethető mindkét egyenlet.



egy baj van: A-t és B-t előre kell tudni...

A fénysugár két megadott pont között azon az útvonalon terjed, ami a legrövidebb időt igényli.

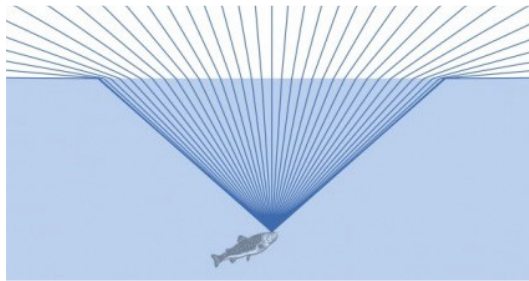
(legrövidebb idő elve)

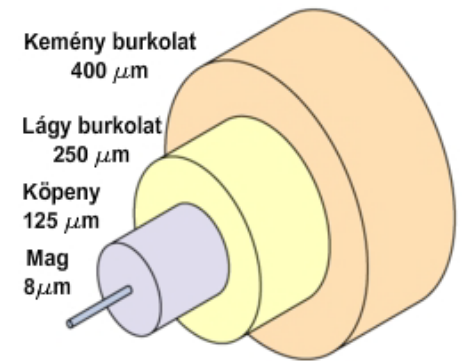
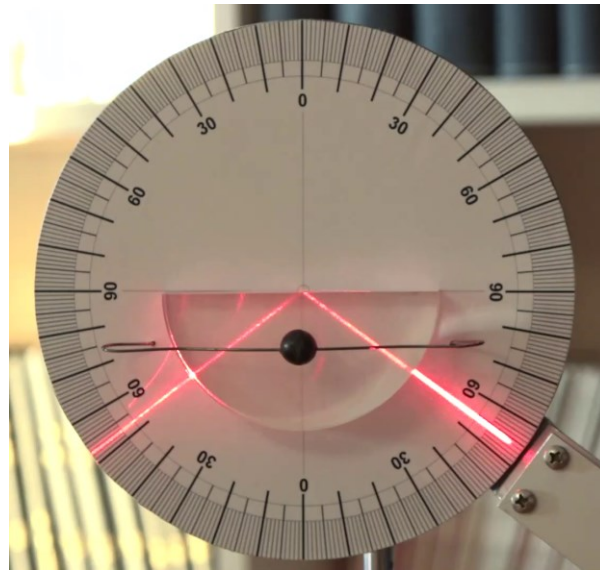
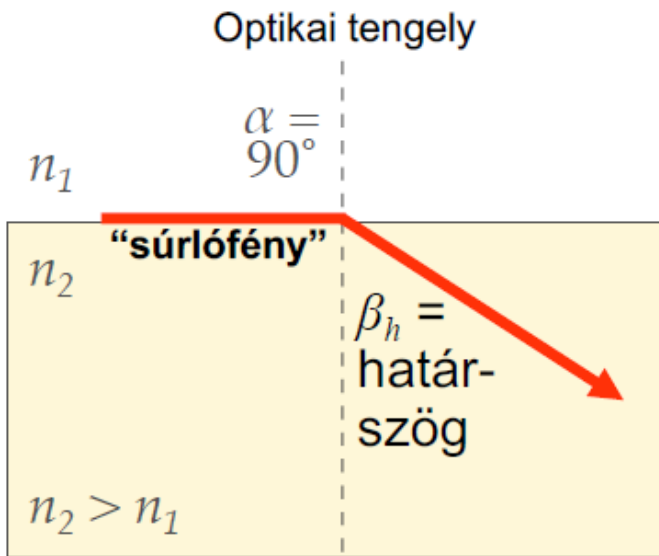
Sima felület: gyors előrehaladás



Érdes felület:
Lassú előrehaladás
(ezt a hangyák nagyobb sűrűsége is jelzi)

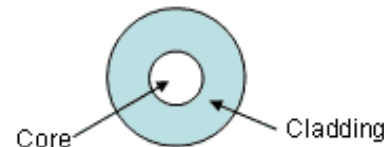
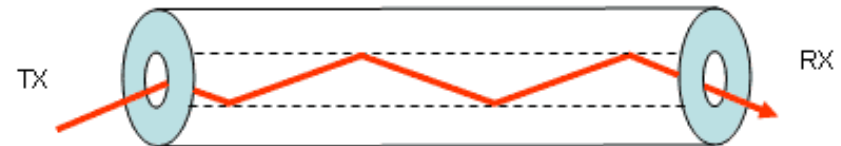
Táplálék
iránya





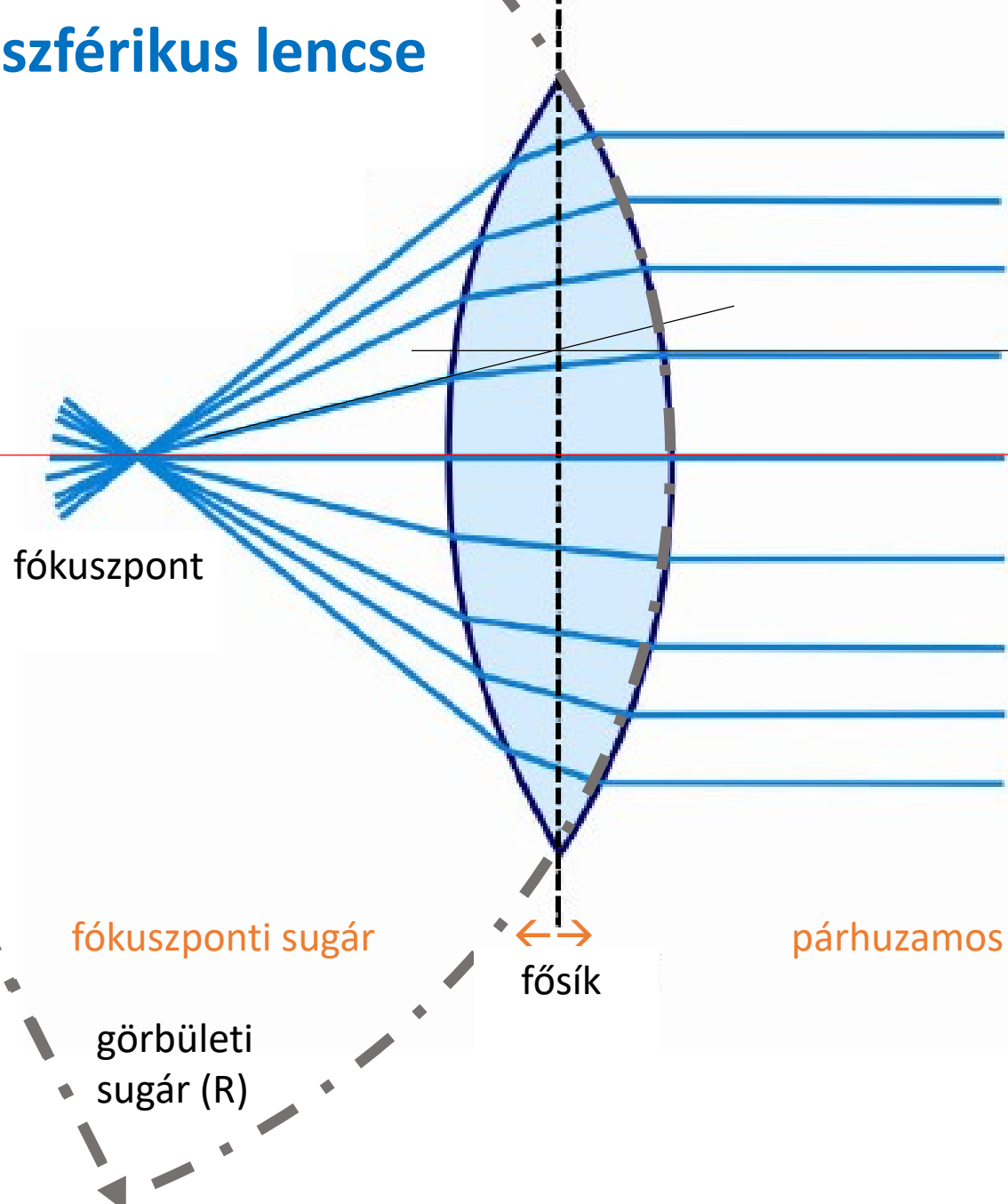
Mivel $\sin(90^\circ) = 1$, ezért a Snellius-Descartes-törvény alapján:

$$n_1 = n_2 \sin \beta_h$$



Teljes visszaverődés: Ha „fordítva” megy a fénysugár, tehát a nagyobb törésmutatójú közegből halad a kisebb irányába akkor nem mindig van megoldása az SD egyenletnek, így ekkor CSAK a reflexió marad. A fény gyakorlatilag 100%-ban visszaverődik a felületről.

szférikus lencse

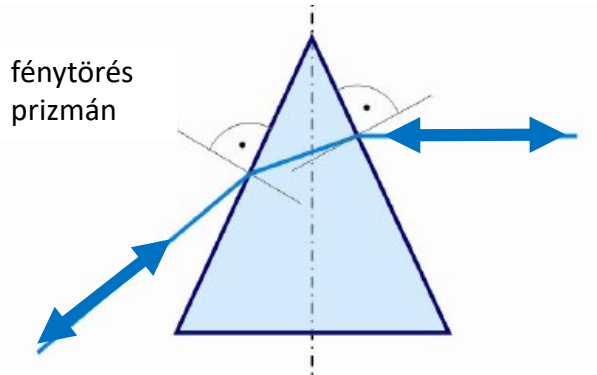


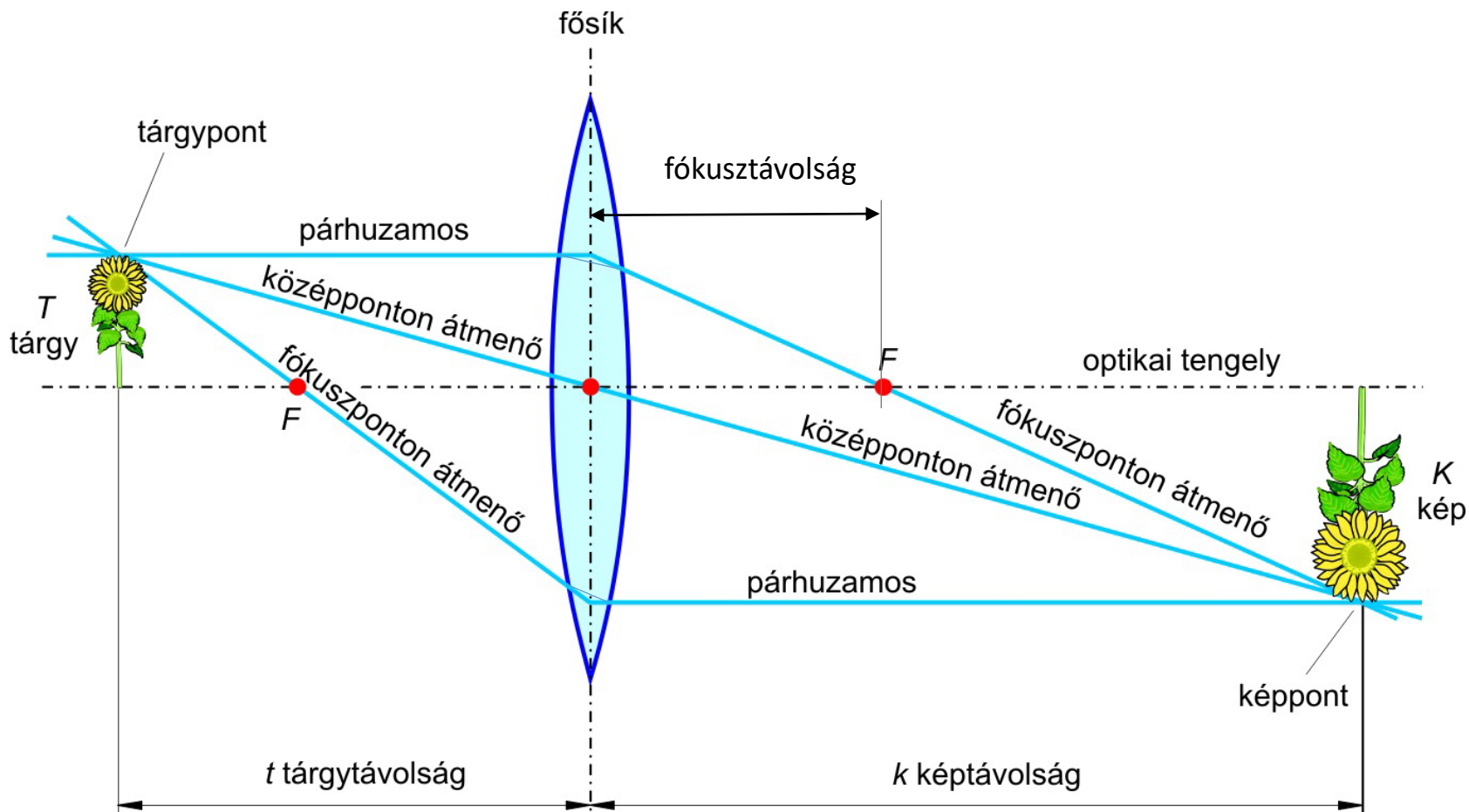
A Fermat elv és a SD-törvény is szimmetrikus -> a sugármenetek megfordíthatóak

a "külső" sugarak a fősíkban metszik egymást

optikai tengely

párhuzamos sugár





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

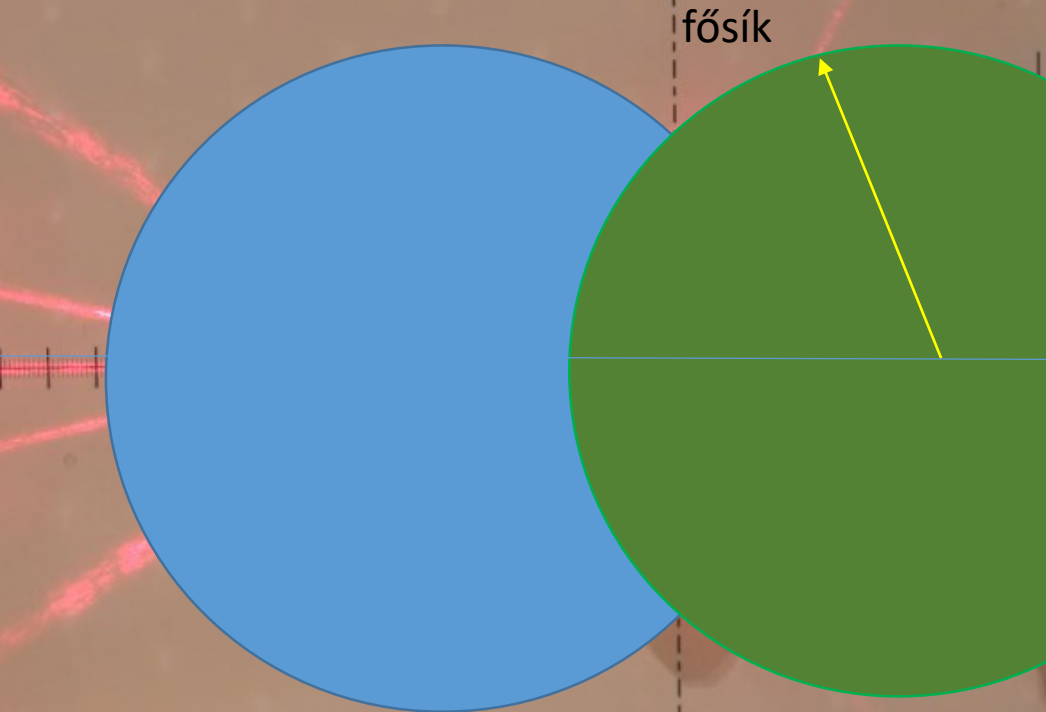
lineáris nagyítás

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

törőerő : dioptria (dpt, 1/m)

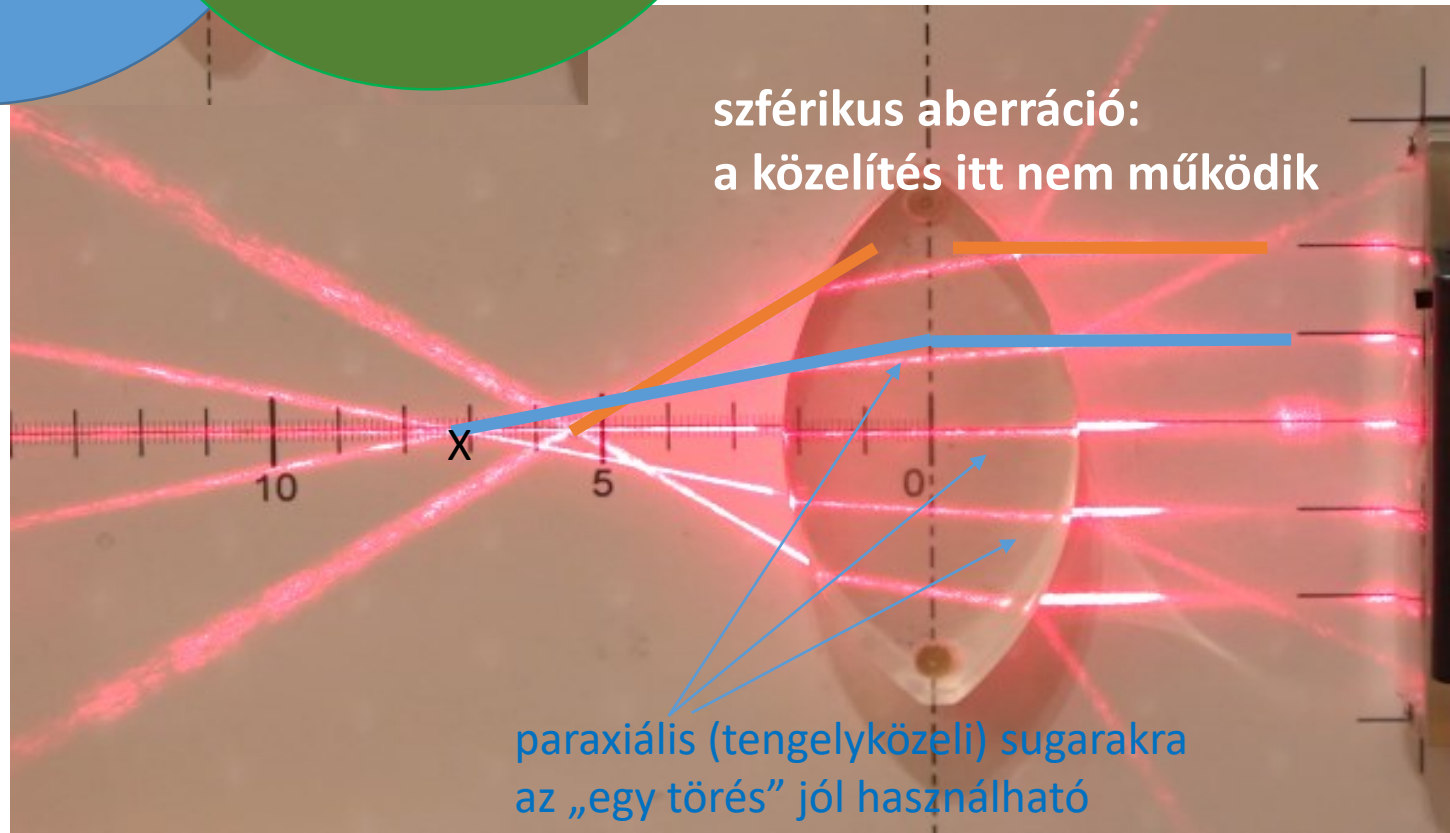
$$D = (n - 1) \cdot \frac{2}{R}$$

szimmetrikus lencse



Lencse **göbületi sugara**, és
szférikus aberrációja

optikai tengely



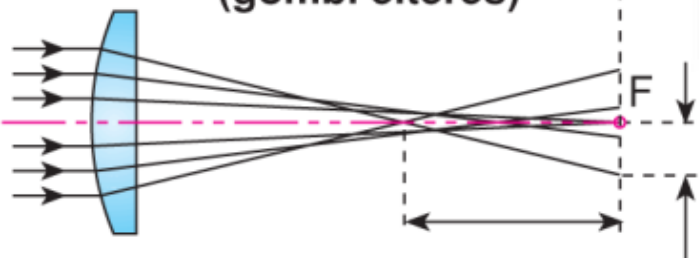
szférikus aberráció:
a közelítés itt nem működik

paraxiális (tengelyközeli) sugarakra
az „egy törés” jól használható

paraxiális (tengelyhez közeli) fénysugarak

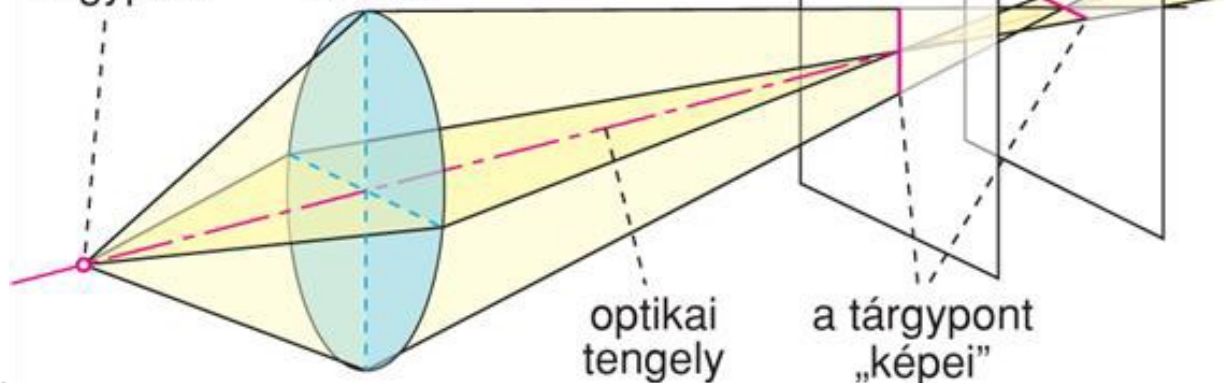


szferikus aberráció (gömbi eltérés)



tárgypont

lencse



optikai tengely

a tárgypont „képei”

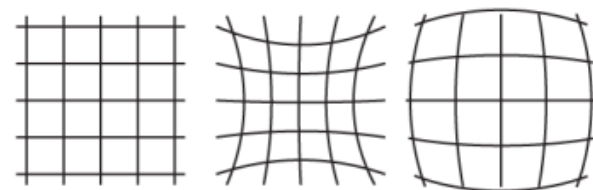
asztigmatizmus

torzított képek

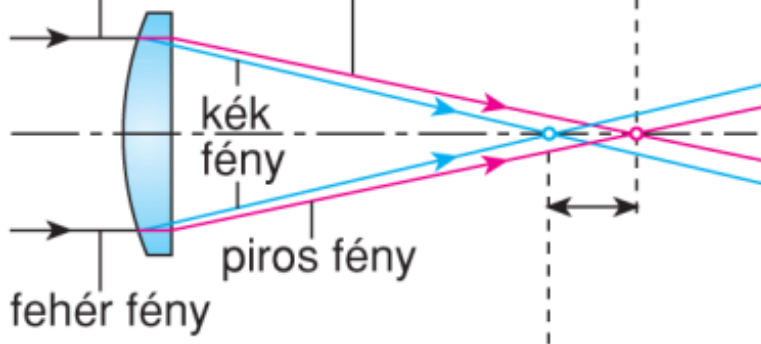
tárgy

„párna”

„hordó”



fehér fény piros fény

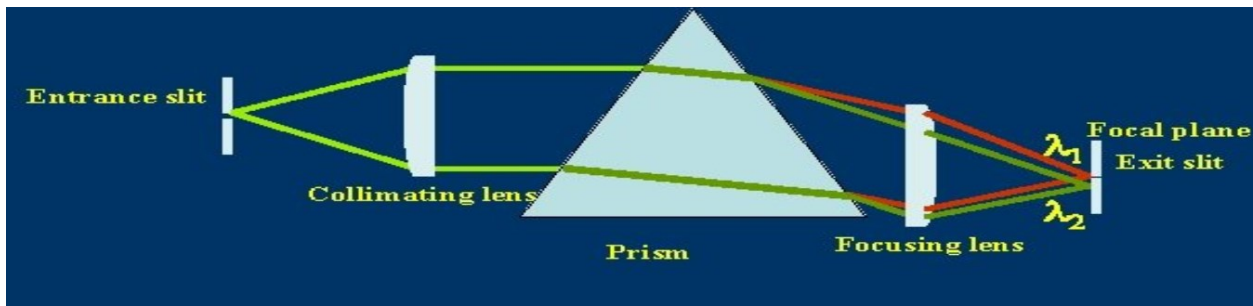
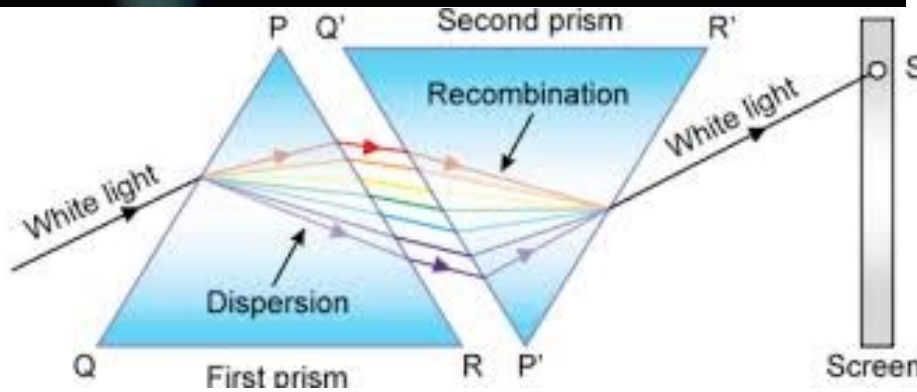
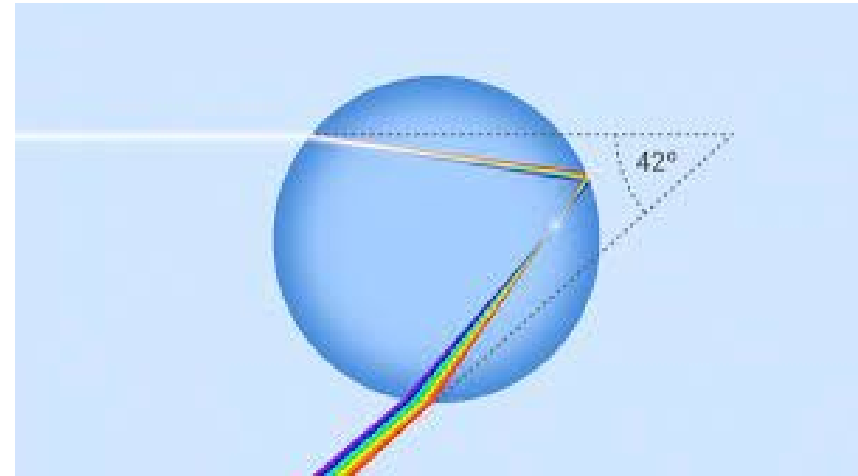


a piros fény fókuszpontja

a kék fény fókuszpontja

kromatikus aberráció

diszperzió: a törésmutató a fény színétől (frekvencia!) függ.

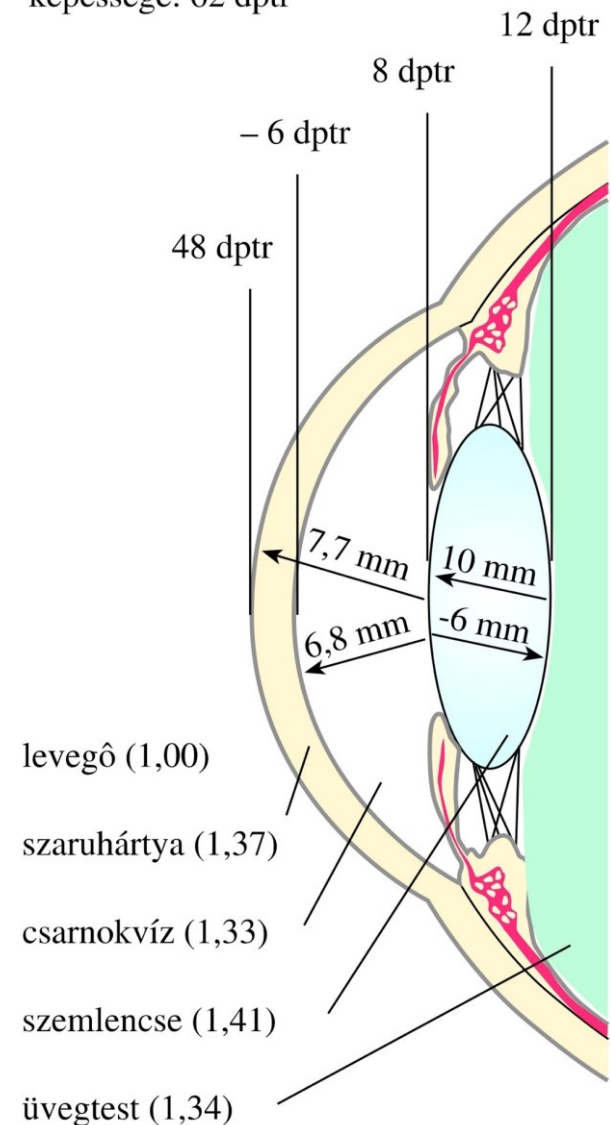
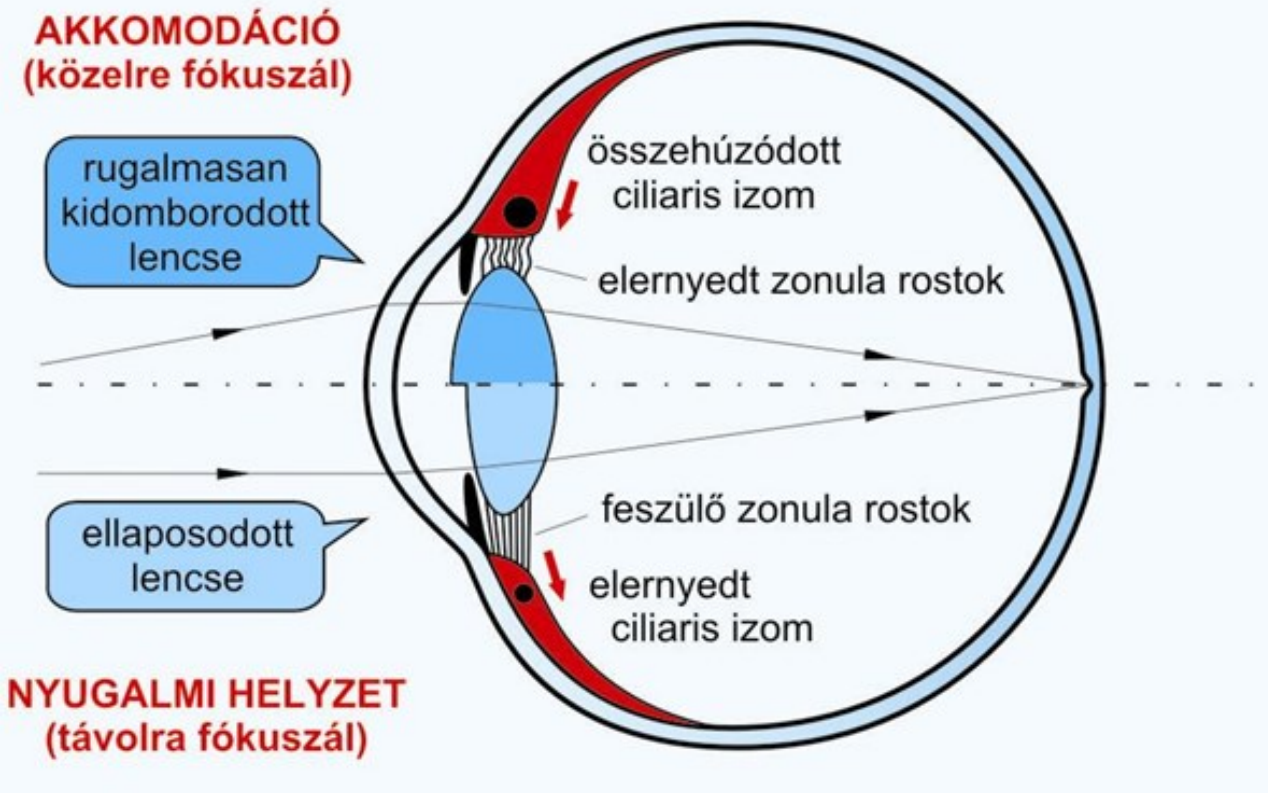


prizmás
monokromátor

A szem egy adaptív optikai rendszer

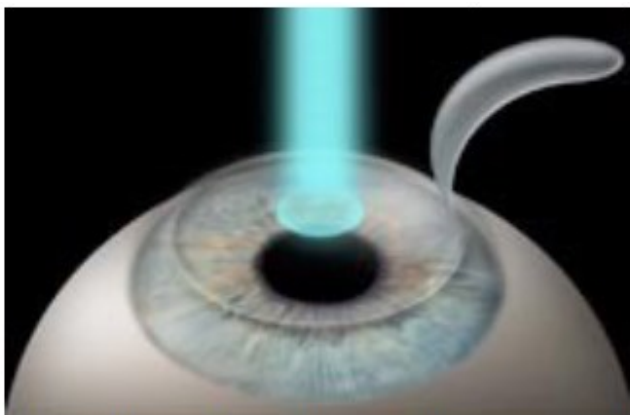
$$\Delta D = D_p - D_r = \frac{1}{t_p} - \frac{1}{t_r}$$

A szem teljes törô-
képessége: 62 dp_{tr}



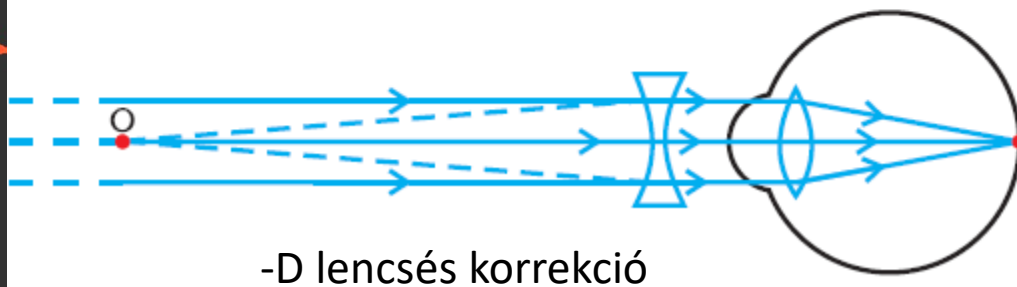
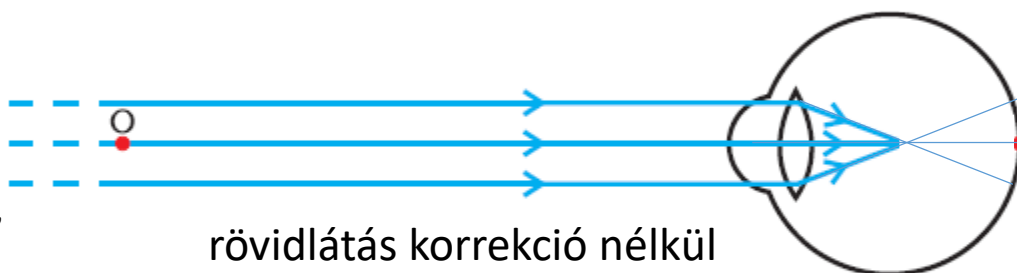
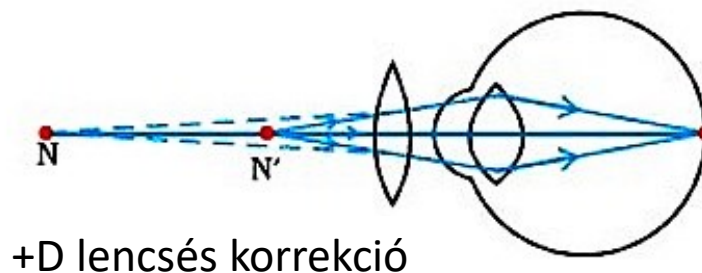
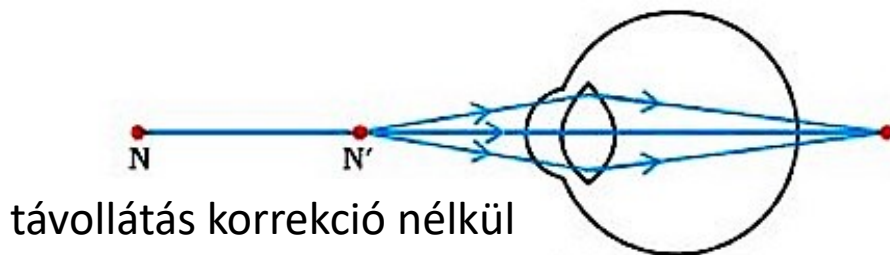
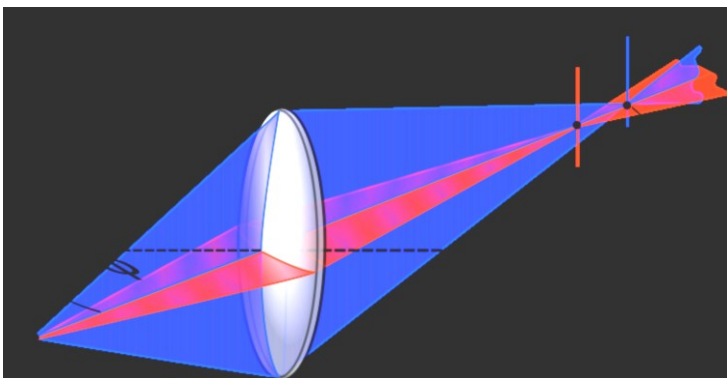
Az optikai problémákat lencsével, vagy lézeres korrekcióval lehet megoldani.

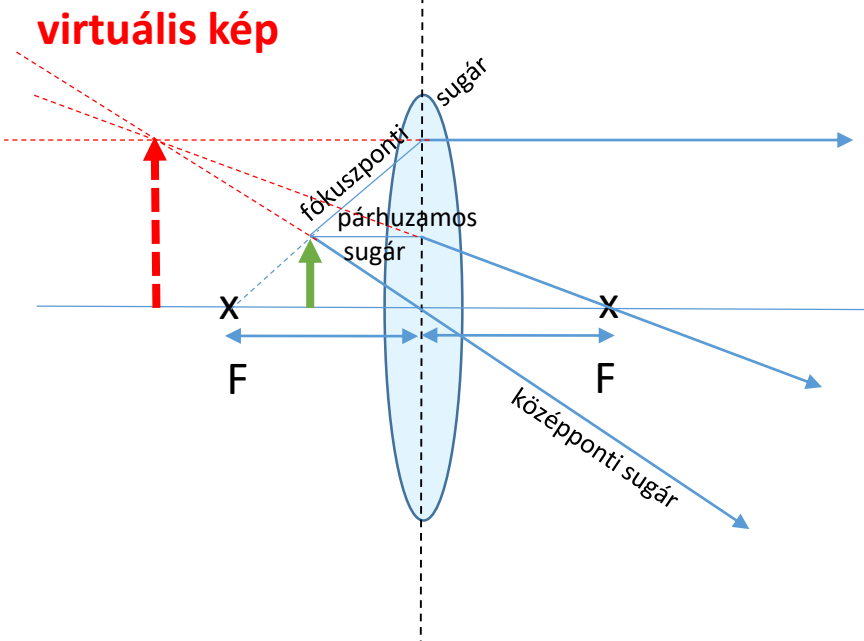
LASIK: Laser Assisted In Situ Keratomileusis



a cornea görbületi sugarát változtatják meg

asztigmatizmus -> „cilinderes szem”

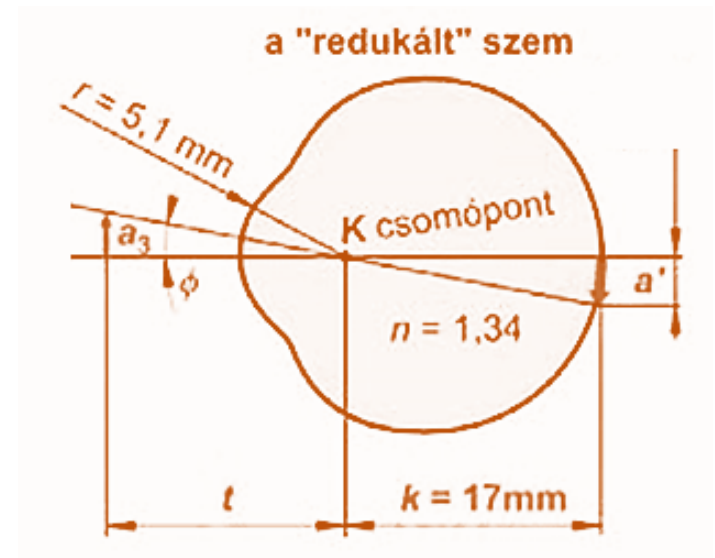
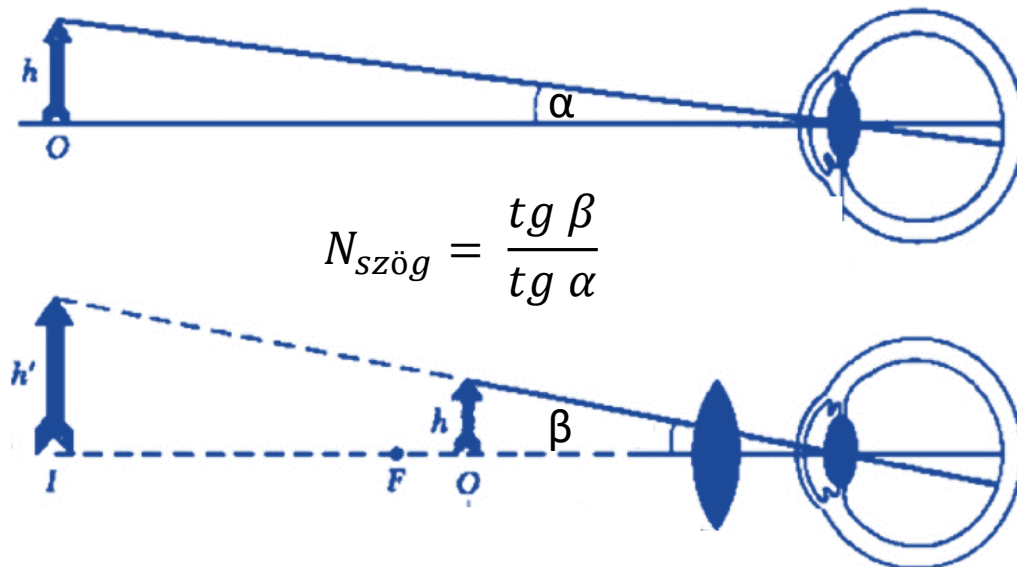




egyszerű nagyítólencse

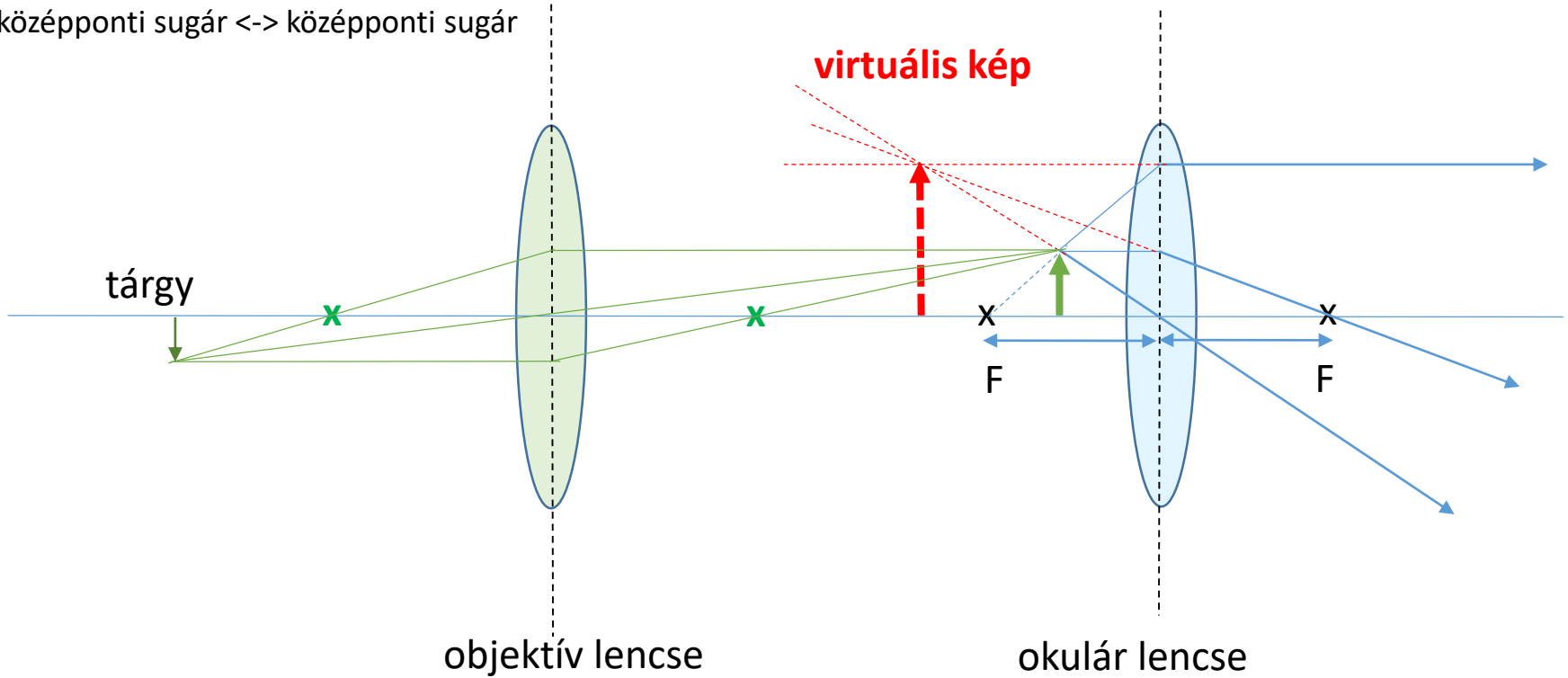
a virtuális képet nagyobb szög alatt látjuk mintha lencse nélkül néznénk a tárgyat a közelpontból

szögnagyítás



egyszerű mikroszkóp képképzése

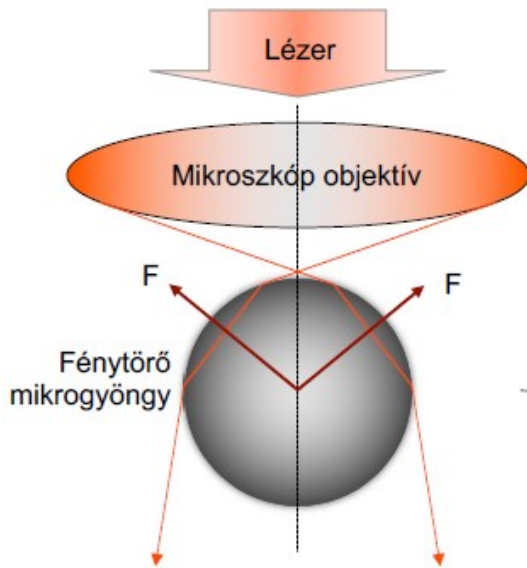
párhuzamos sugár \leftrightarrow fókuszponti sugár
középponti sugár \leftrightarrow középponti sugár



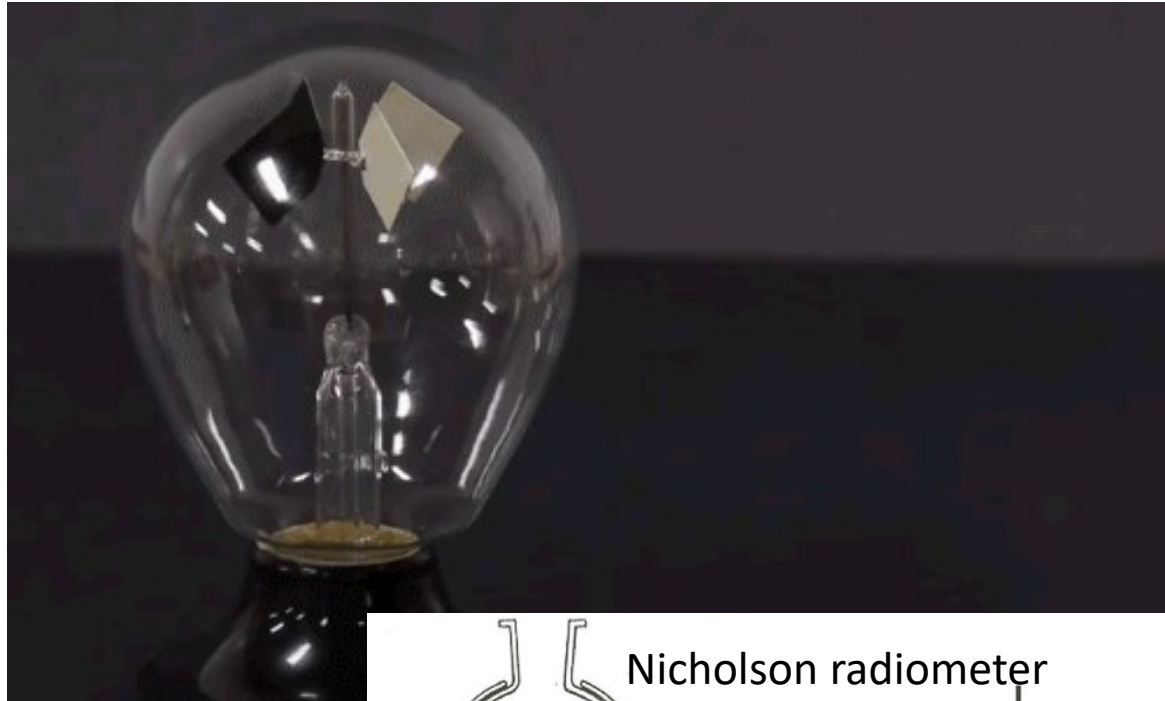
A virtuális kép lehet a közelemben, vagy akár a végtelenben is (a nagyítás kicsit változik)
A lineáris, vagy a szögnagyítás kiszámolható.

a fény erőt is ki tud fejteni (a fotonnak van impulzusa)

„Lézercsipesz”



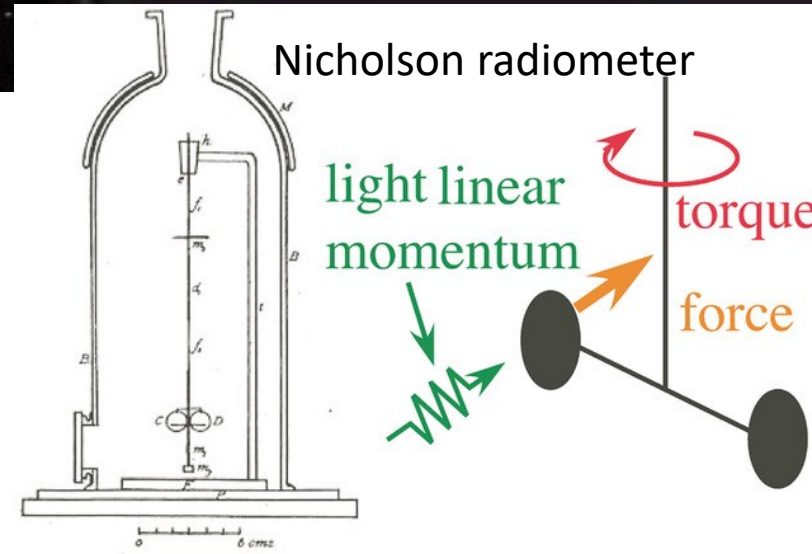
Crookes fénymalom



a fénytöréskor, vagy visszaverődéskor a haladó hullám erőt fejt ki a tárgyra.

Ez nagyon kicsi, de ha a tárgy is kicsi (μm -es golyócska mikroszkóp alatt, vagy nagyon könnyű tárgy vákuumban) akkor ez az erő elegendő a mozgatáshoz!

n.B. a Crookes hőhatást mutat ki, a Nicholson torziós viszont valóban az erőt.



Előadás VÉGE

Kiegészítés,
tanulást segítő, de a 45 percbe nem beleférő ábrák, pl.
animációk képkockái, gyakorlatokhoz segítség

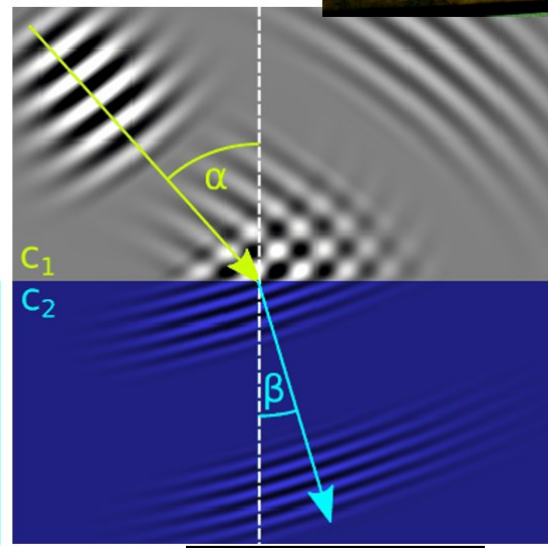
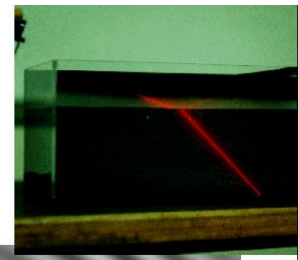
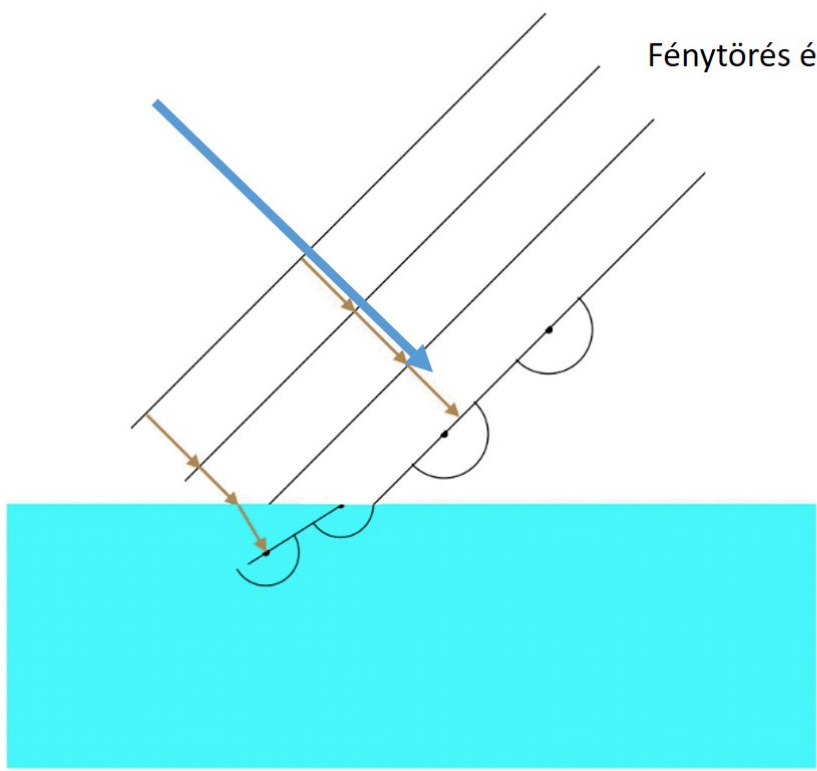
Kapcsolódó gyakorlatok:

Mikroszkópia I, II.

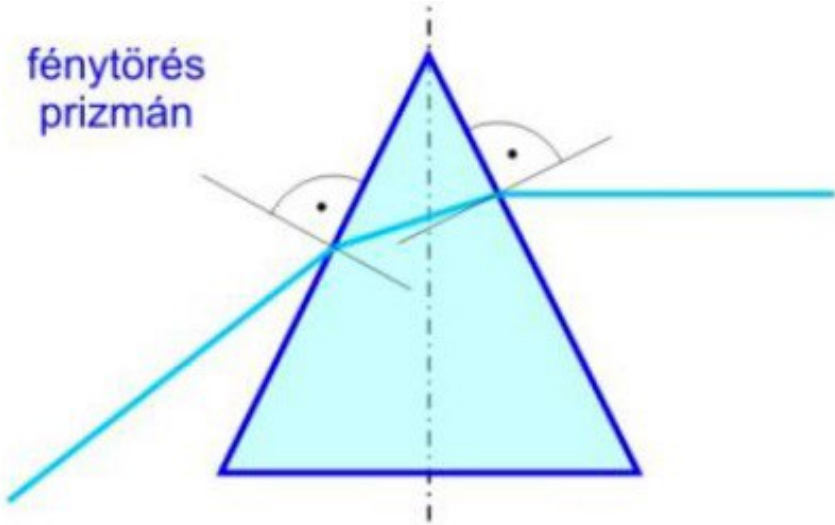
Refraktometria

Szem optikája

Fénytörés és reflexió



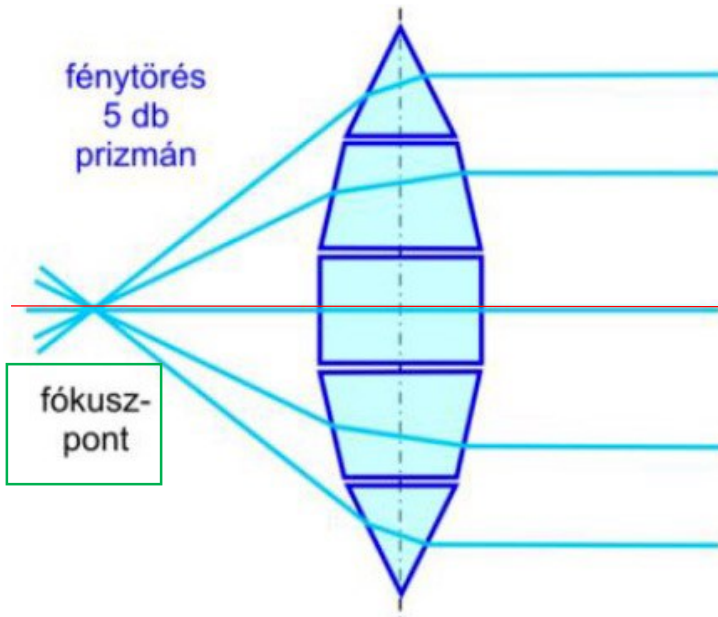
fénytörés
prizmán



kétszer kell az SD törvényt használni.
(és persze *rengeteg geometriai számolás*, mire a beesési merőlegek megvannak)

-> **geometriai** optika

fénytörés
5 db
prizmán

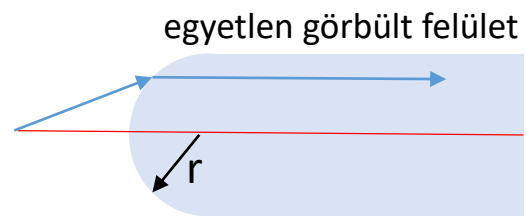


Ügyes elrendezéssel **egy pontból**
kiinduló sugarak párhuzamossá
tehetőek, és fordítva.

optikai tengely

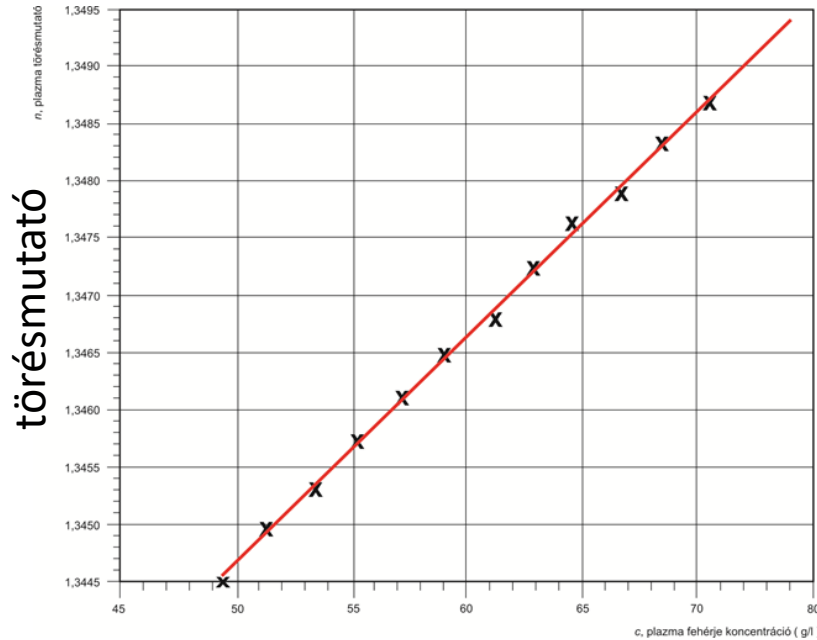
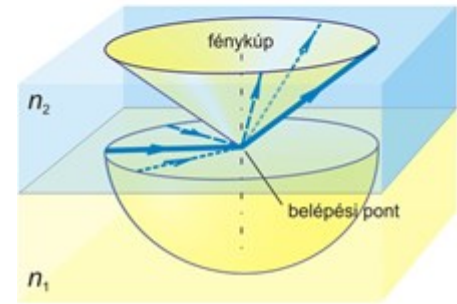
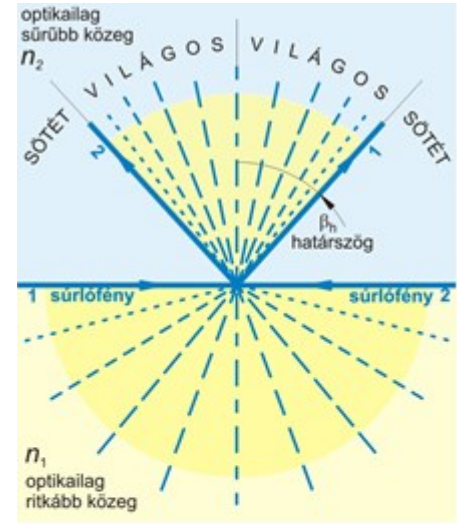
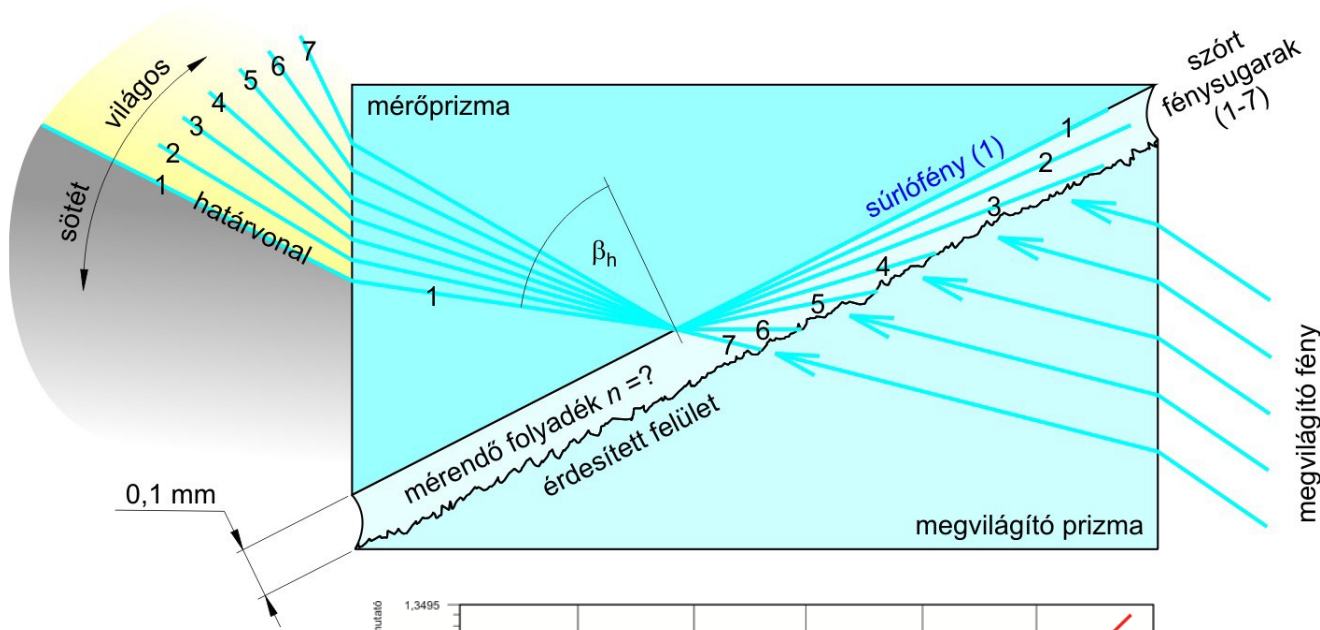
az SD törvény, illetve a Fermat-elv is szimmetrikus,
tehát a sugármenetek megfordíthatóak.

Párhuzamos sugarak $\leftarrow \rightarrow$ Fókuszponti sugarak

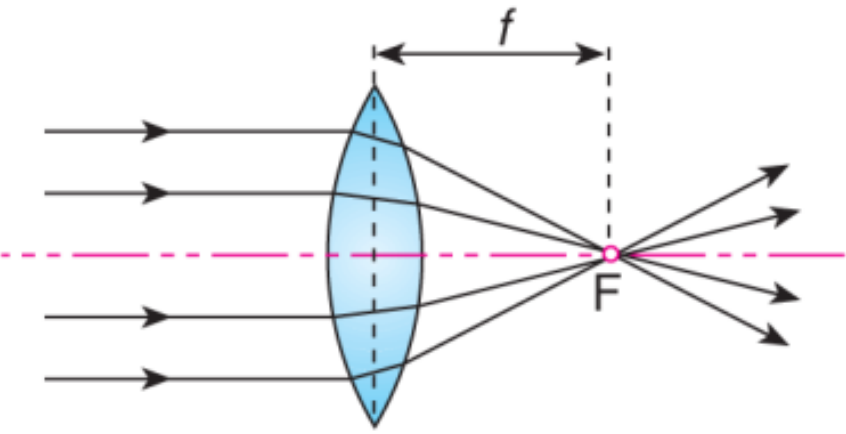


$$D = \frac{n - n'}{r}$$

refraktometria

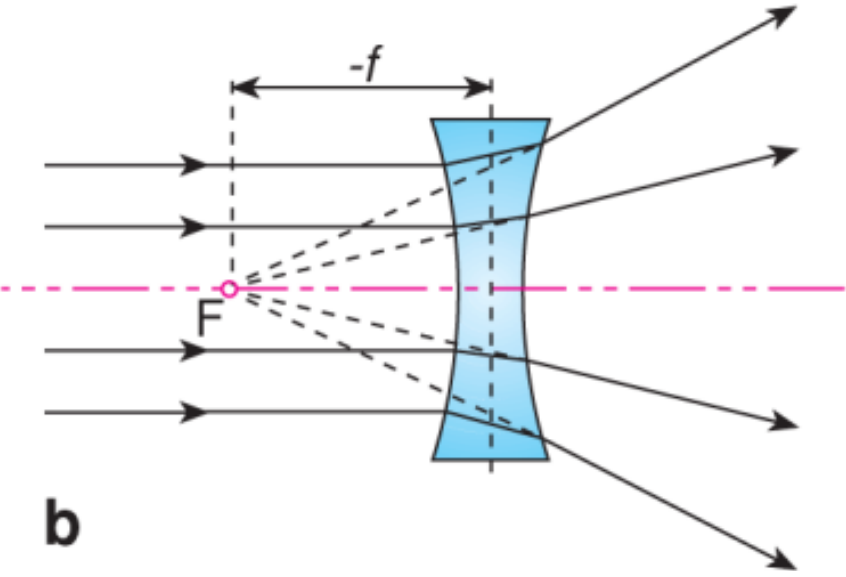


koncentráció



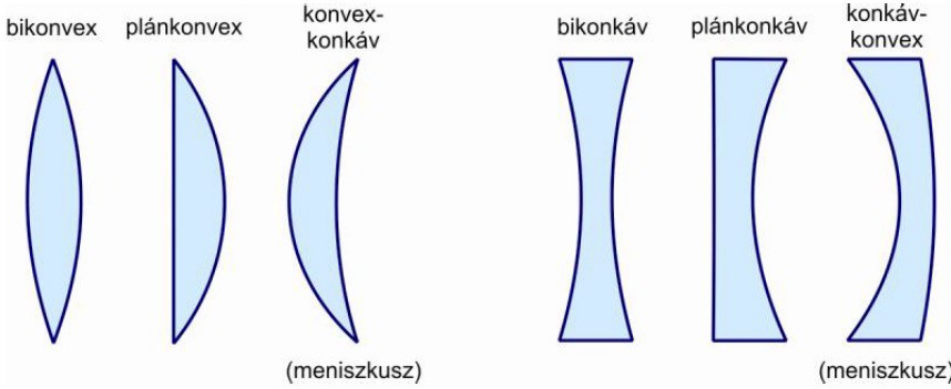
gyűjtőlencse fókuszálása (ideális esetben)

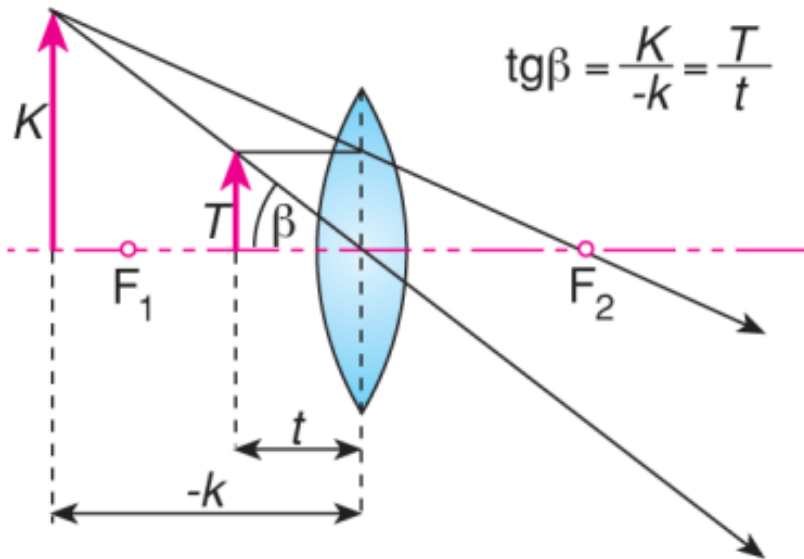
a



szórólencse képalkotása

b





ha nagyító nélkül nézzük a tárgyat, akkor adott szög alatt látszik (éleslátás közeli határán, $a=25\text{cm}$).

Ha lencsét teszünk a fény útjába, akkor a szög megváltozik, így a tárgy nagyobbak látszik.
szögnagyítás

$$N_{\text{szög}} = \frac{\text{tg}\beta}{\text{tg}\alpha} = \frac{K}{-k} \frac{a}{T} = \frac{T}{t} \frac{a}{T} = a \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{k} \right)$$

