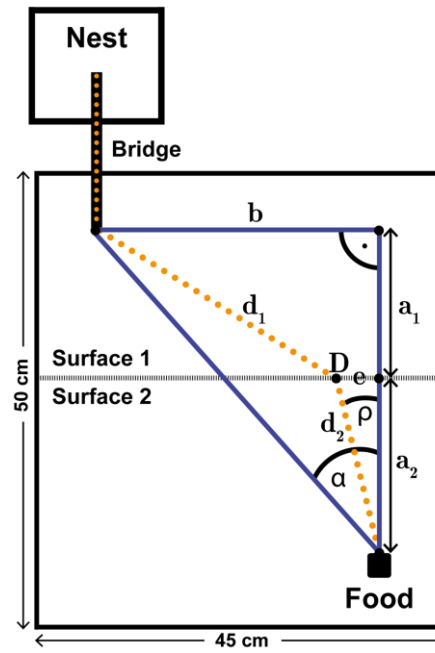
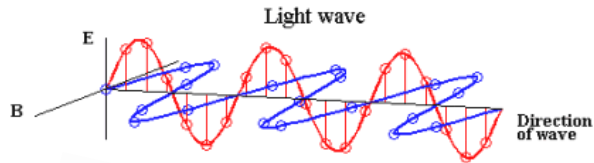
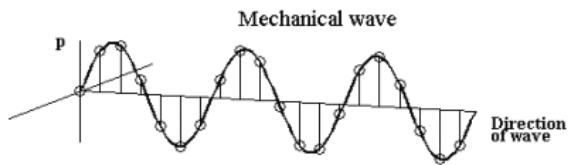


A geometriai optika alapjai

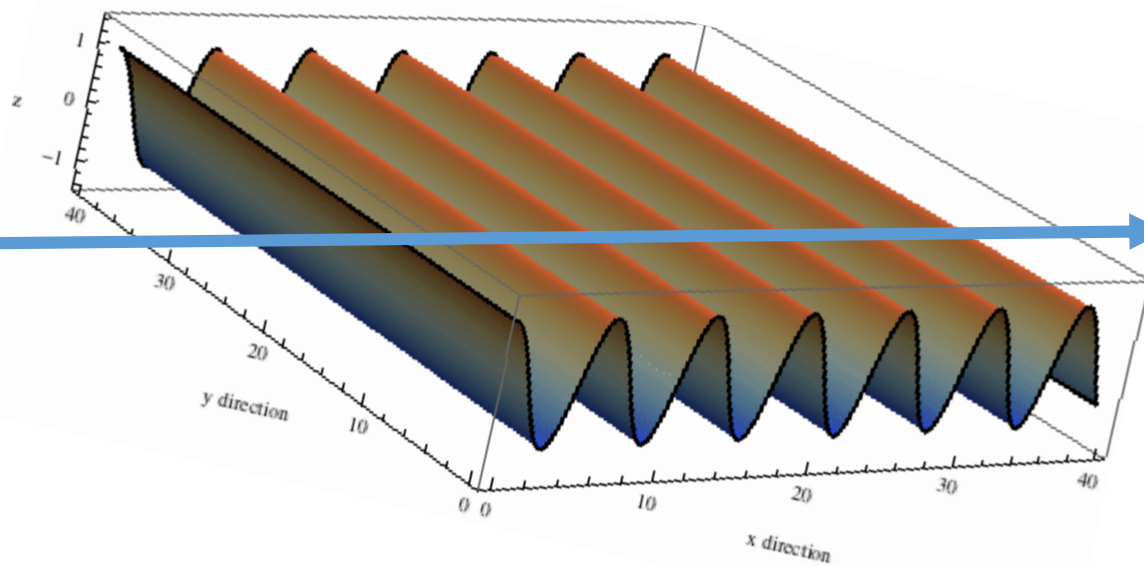
Fermat-elv, fénytörés,
lencsék képalkotása,
mikroszkóp.

Schay G.





isvr

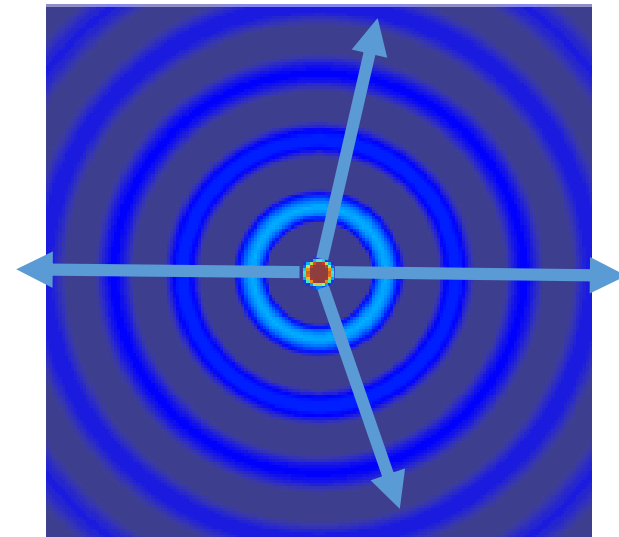


A geometriai optika egy **egyszerűsítés**

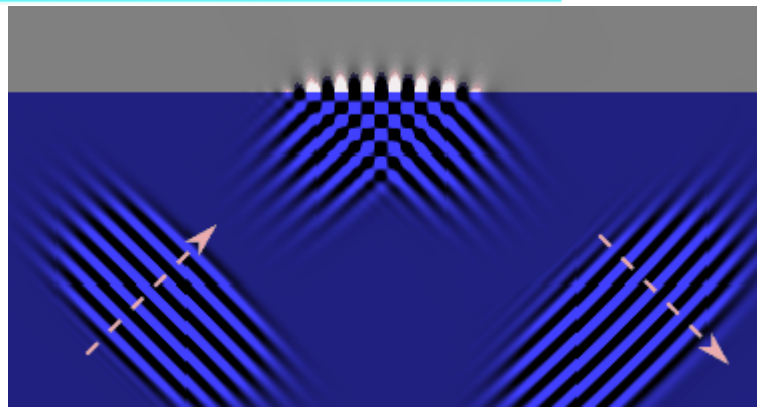
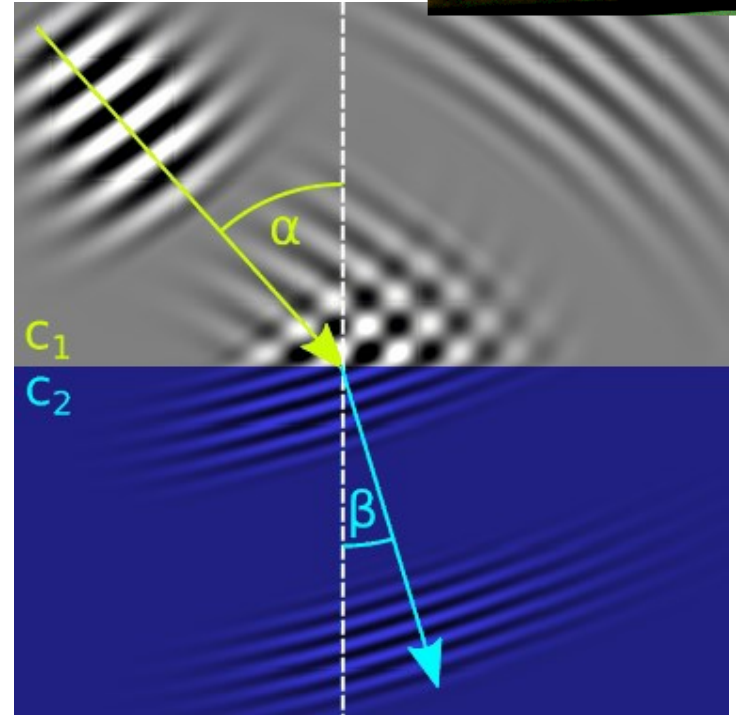
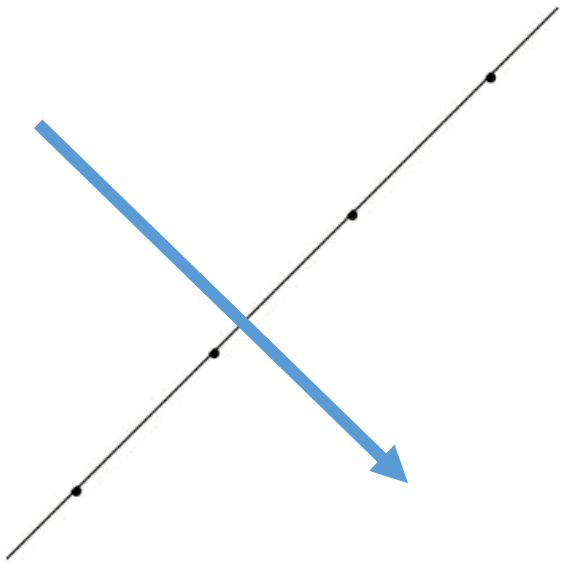
csak adott helyzetben jó,
és akkor sem mindenre!

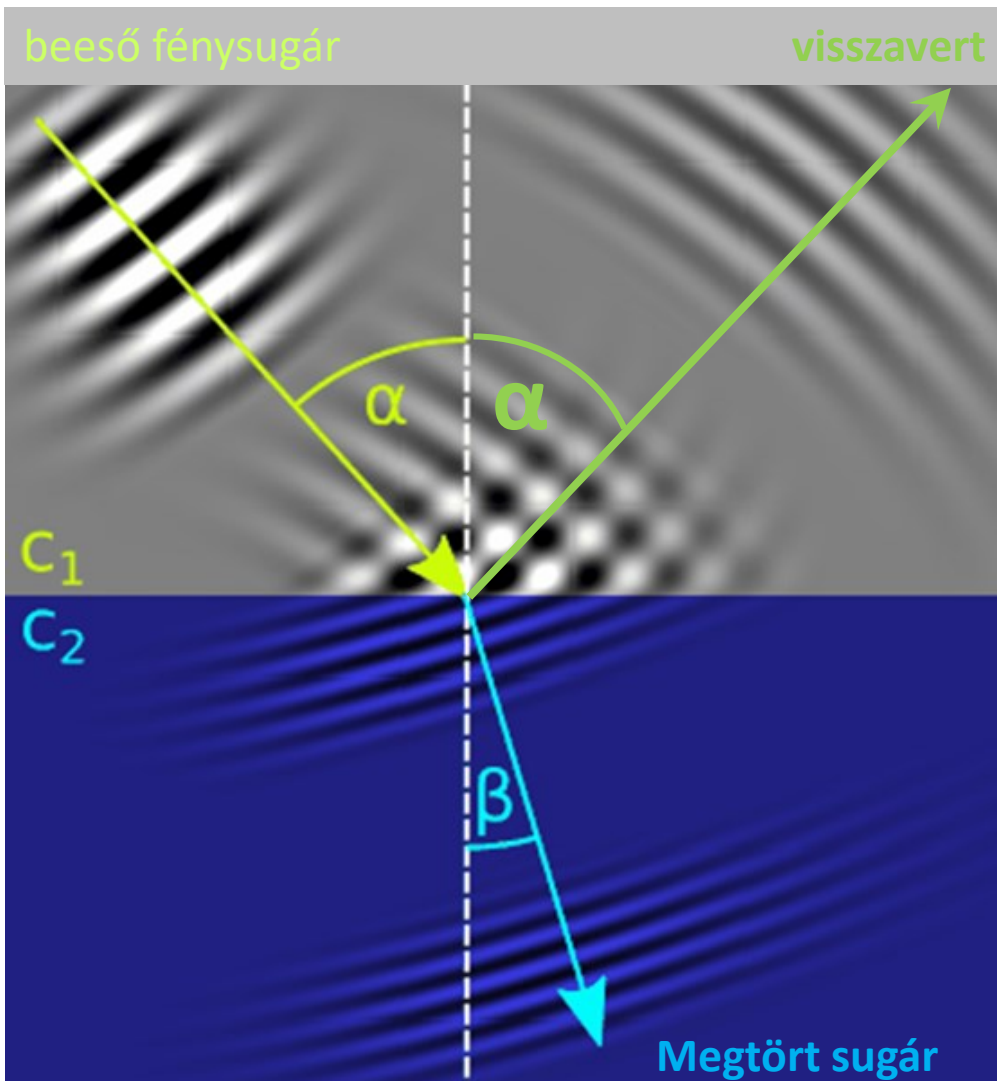
cserében viszont SOKKAL
egyszerűbb mint a teljes leírás

„haladási” azaz terjedési irány



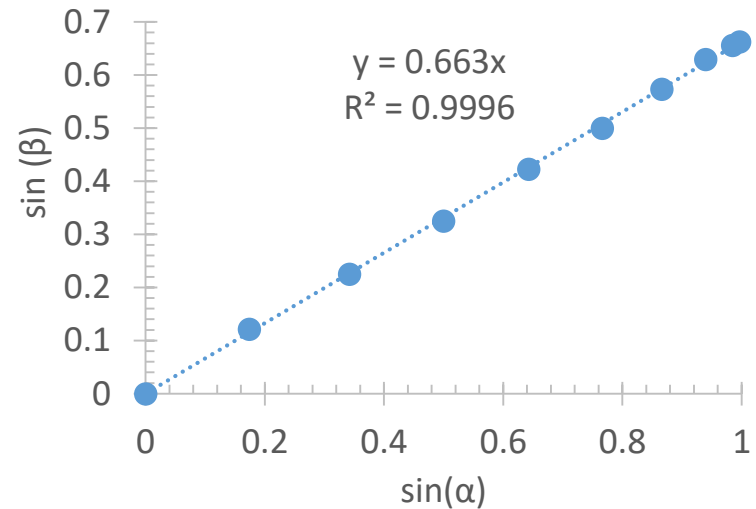
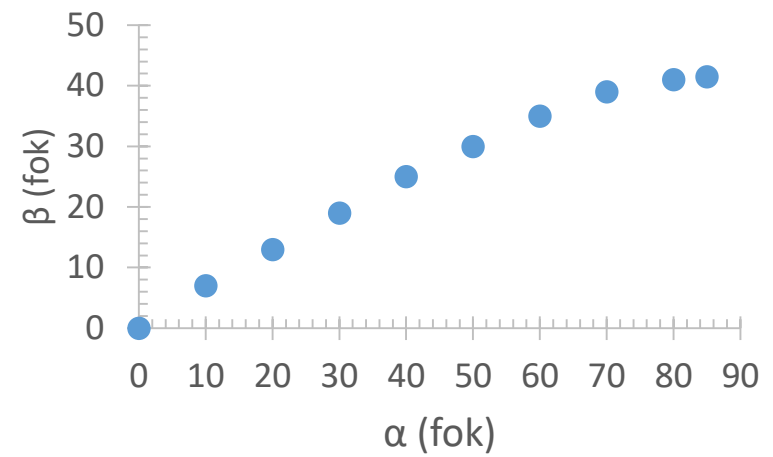
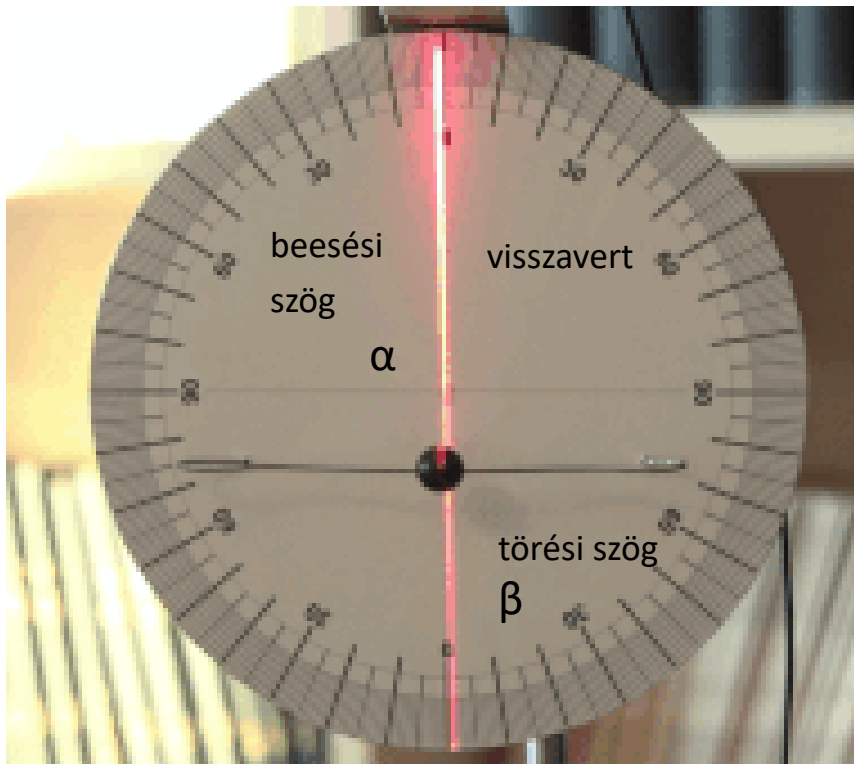
Fénytörés és reflexió





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:

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

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

Snellius-Descartes törvény

és mindkét esetben a három
sugár egy síkban van.

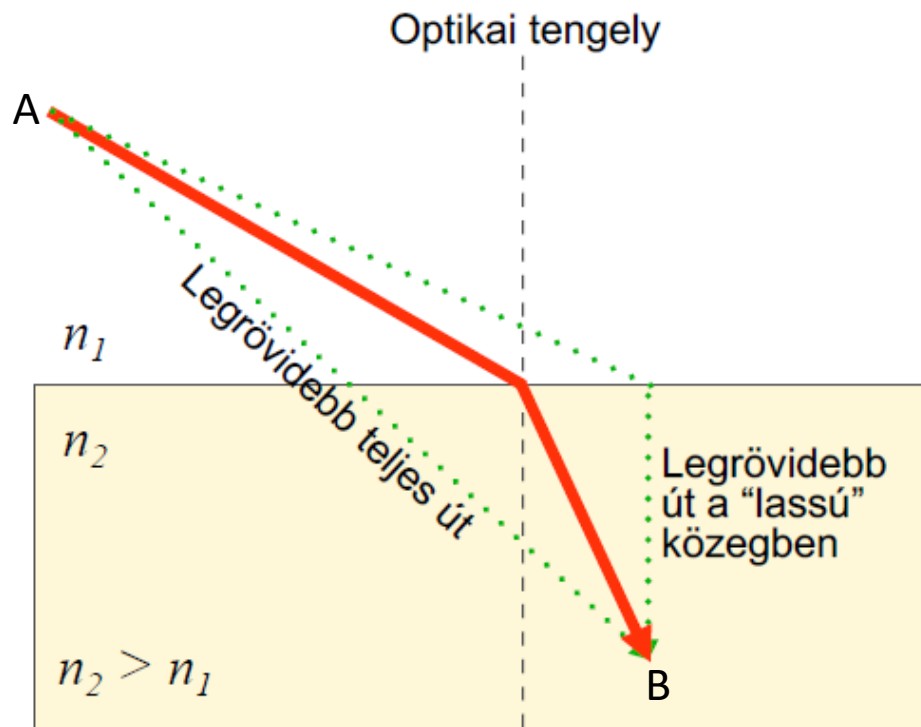
a törésmutató (n) egy adott anyagra, és a fény színére jellemző érték. Légüres térben $n=1$.

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

Azaz, az elvből matematikai úton levezethető mindkét egyenlet.

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

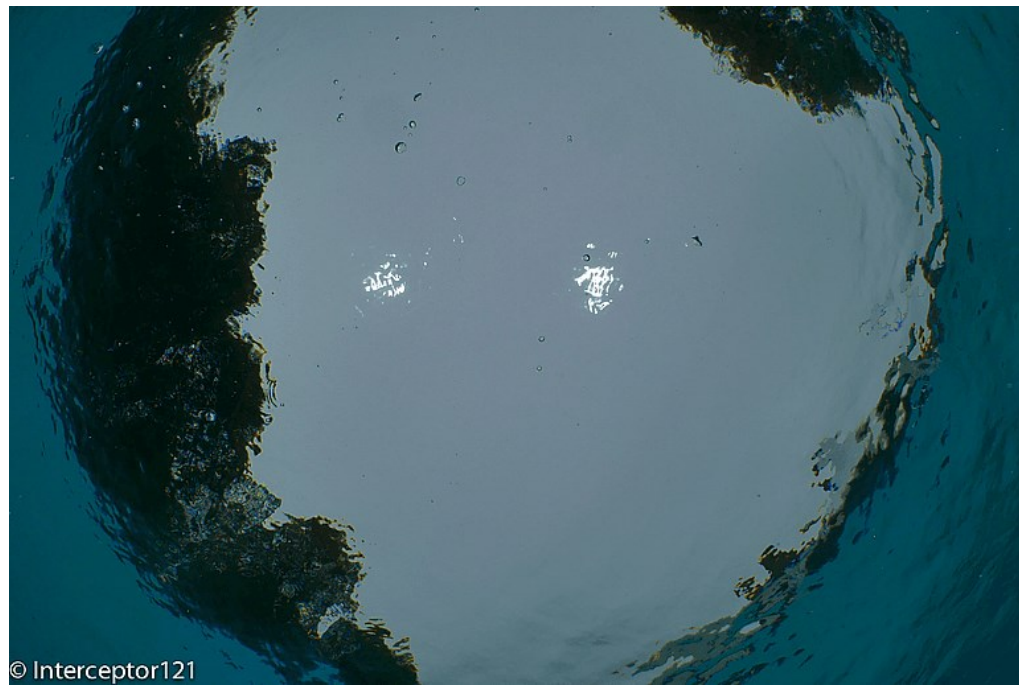
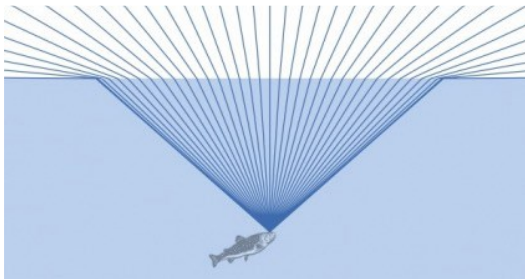
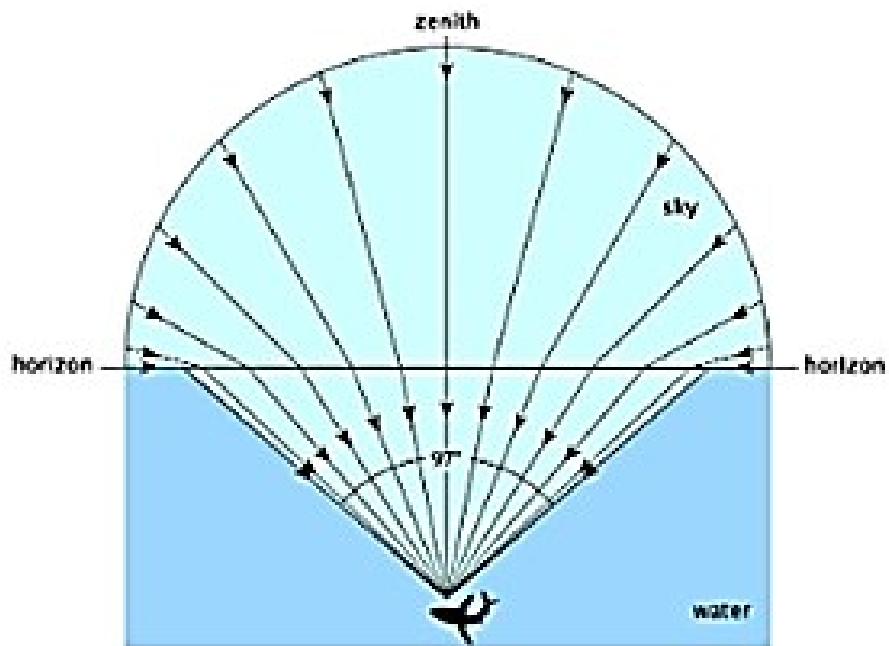
(legrövidebb idő elve)

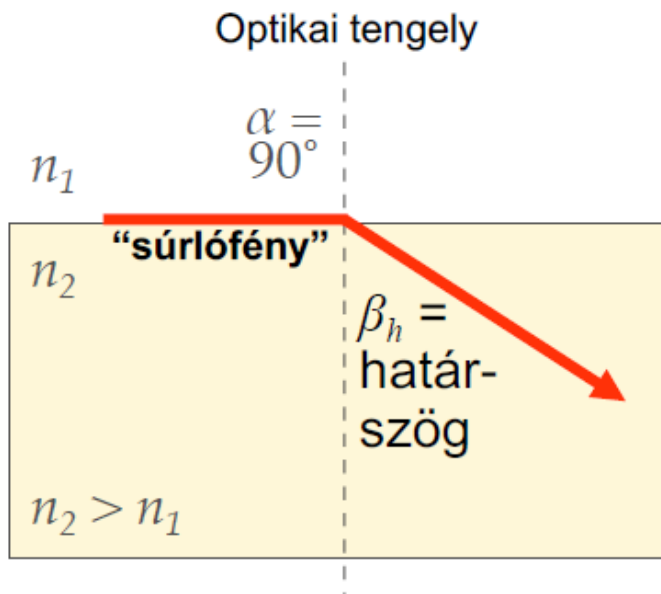


egy baj van: A-t és B-t előre kell tudni...

Sima felület: gyors előrehaladás

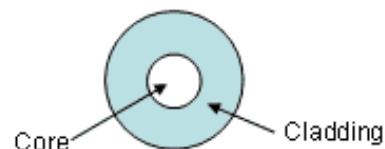
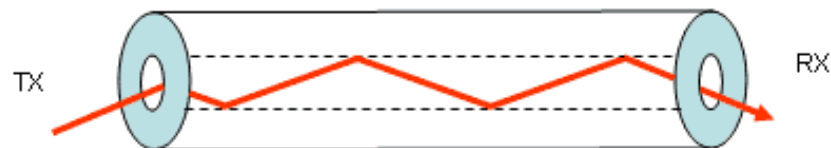
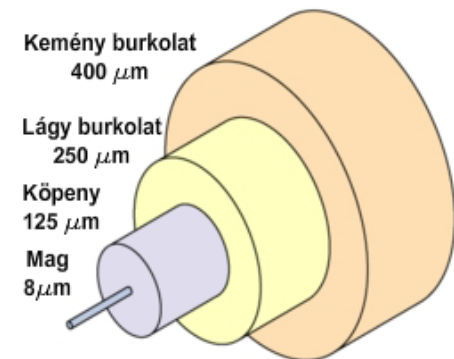
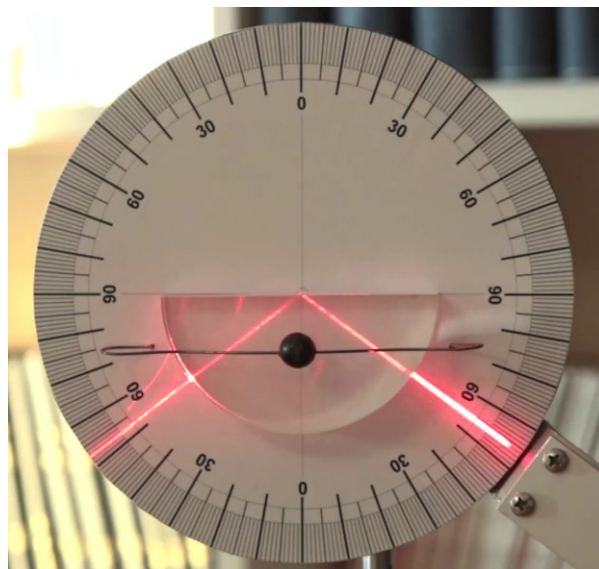






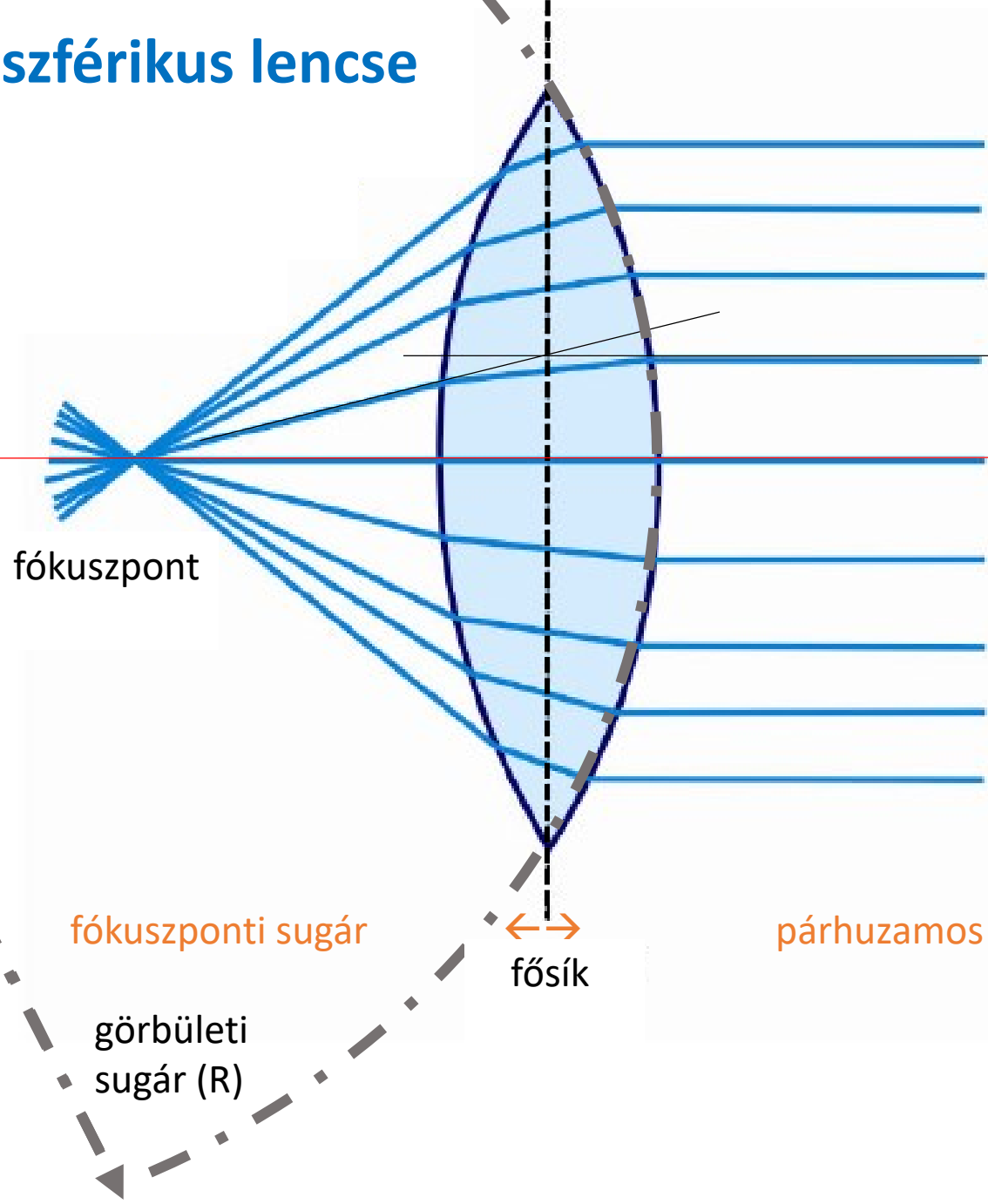
Mivel $\sin(90^\circ) = 1$, ezért a Snellius-Descartes-törvény alapján:

$$n_1 = n_2 \sin \beta_h$$



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 főtérben metszik egymást

optikai tengely

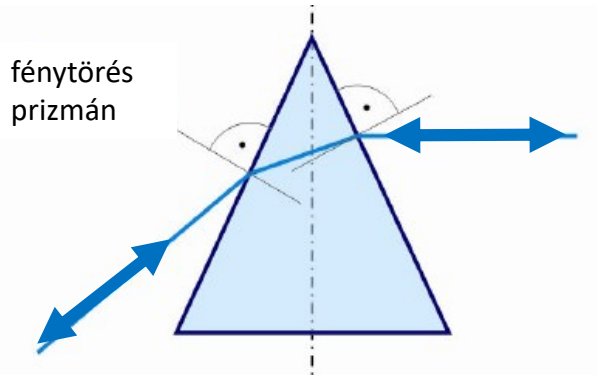
fókuszpont

fókuszponti sugár

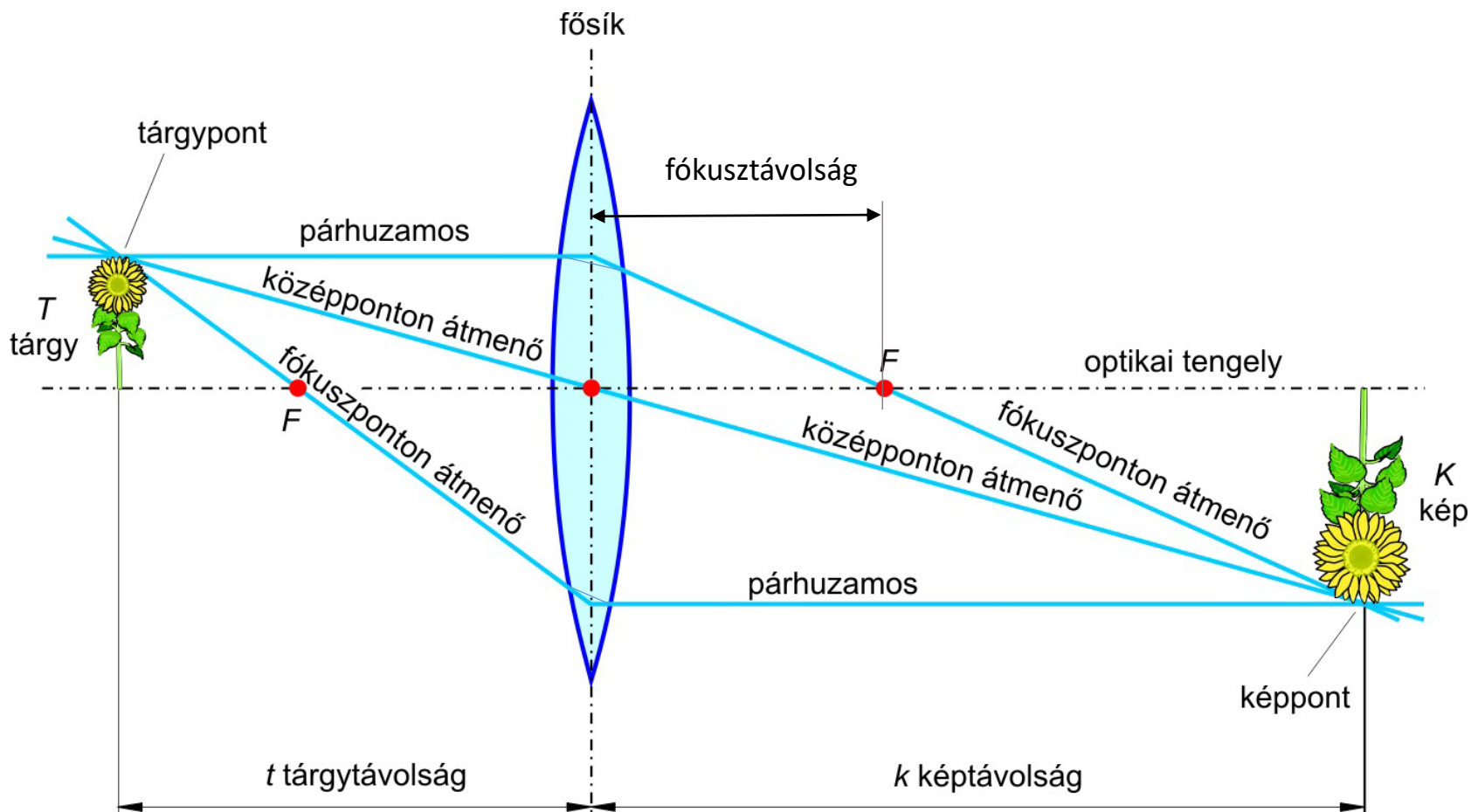
fő sík

párhuzamos sugár

görbületi sugár (R)



fénytörés prizmán



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

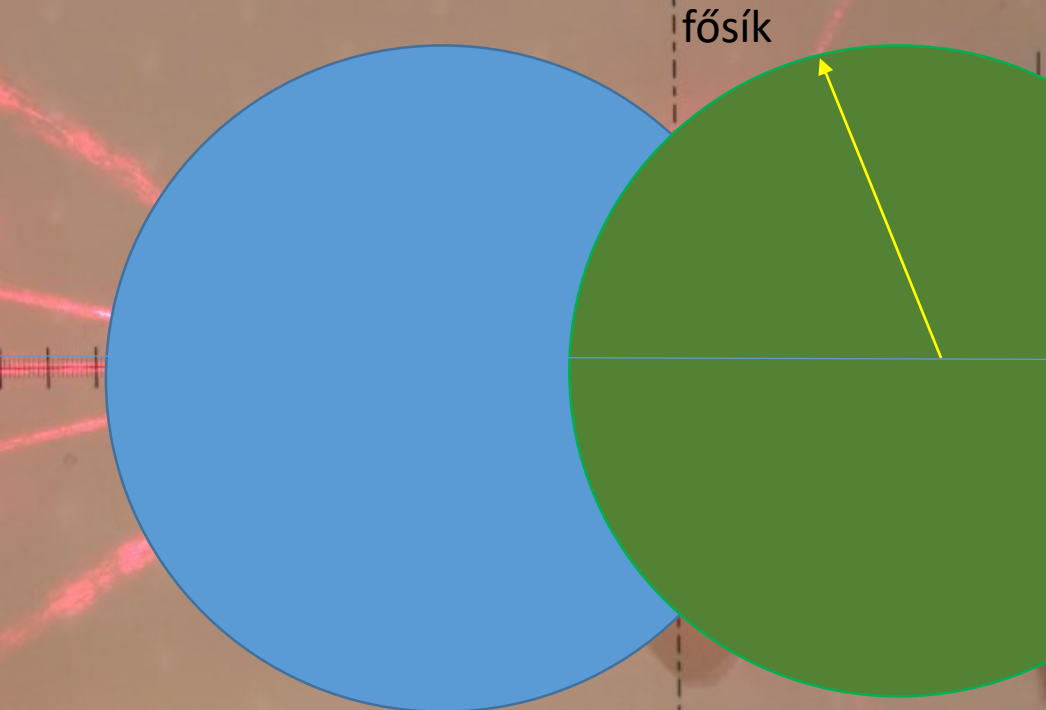
lineáris nagyítás

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

törőerő : dioptria (dpt, 1/m)

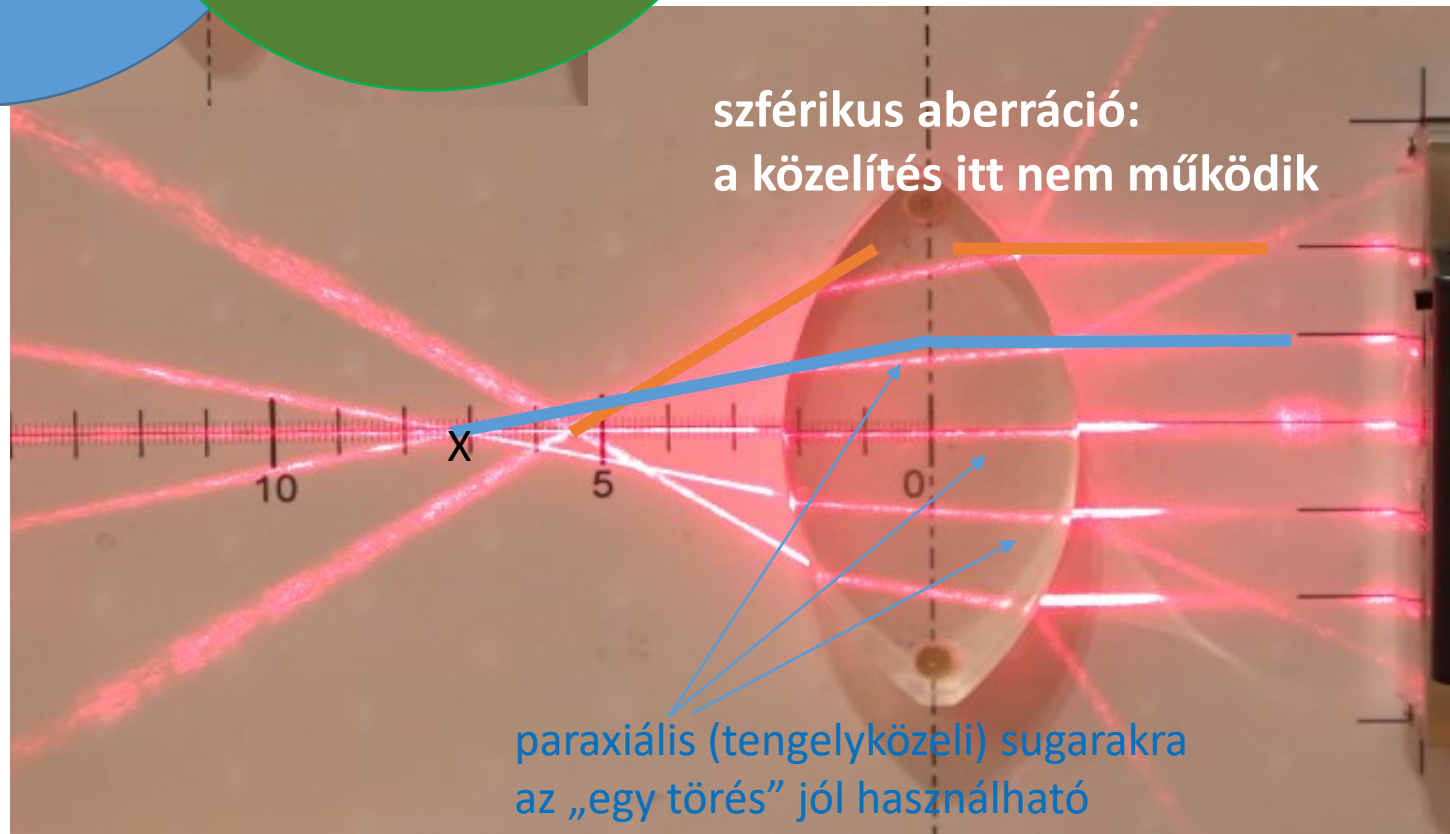
$$D = (n - 1) \cdot \frac{2}{R}$$

szimmetrikus lencse



Lencse **görbületi sugara**, és
szférikus aberrációja

optikai tengely



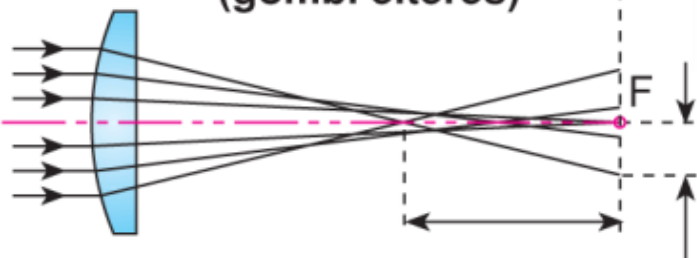
szférikus aberráció:
a közelítés itt nem működik

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

paraxiális (tengelyhez közeli)
fénysugarak

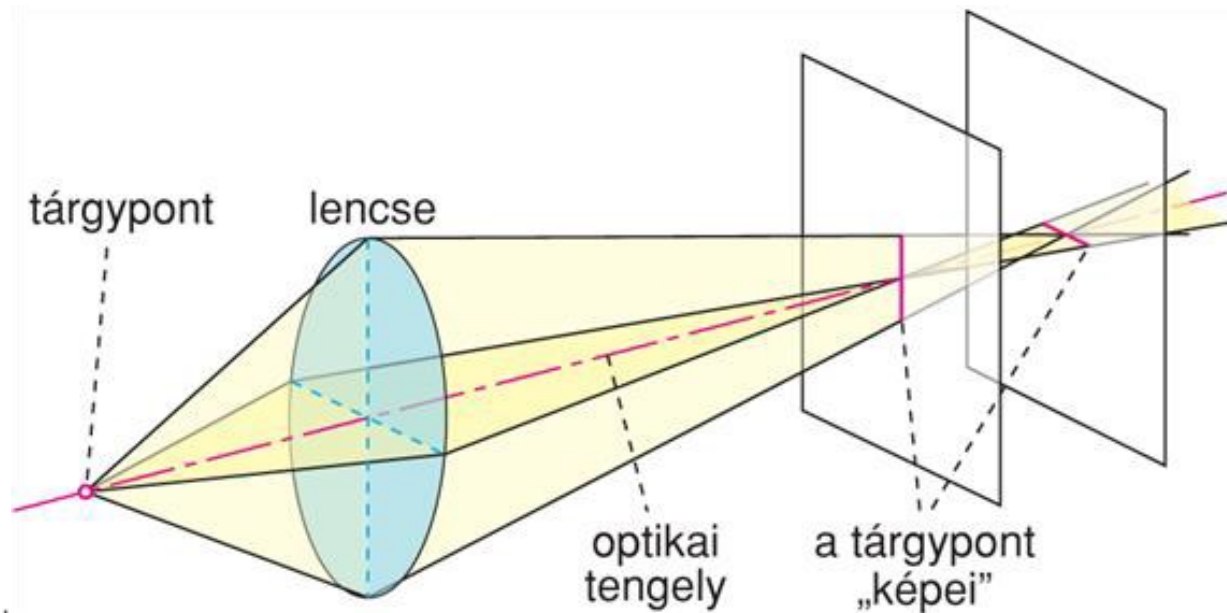


szferikus aberráció
(gömbi eltérés)



tárgypont

lencse



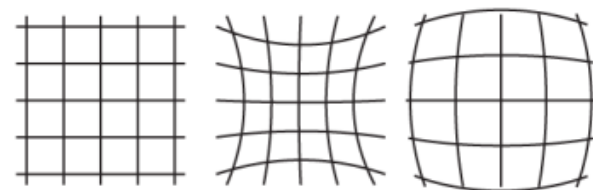
asztigmatizmus

torzított képek

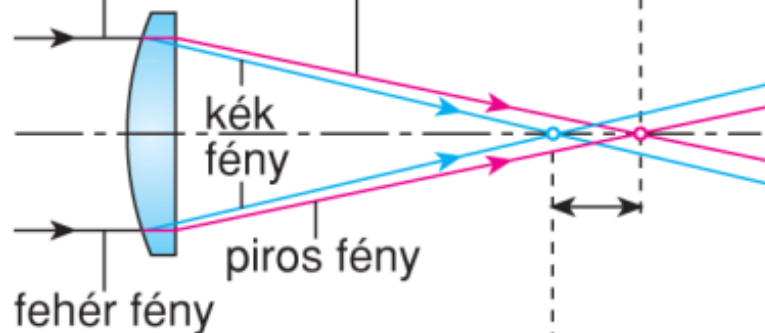
tárgy

„párna”

„hordó”



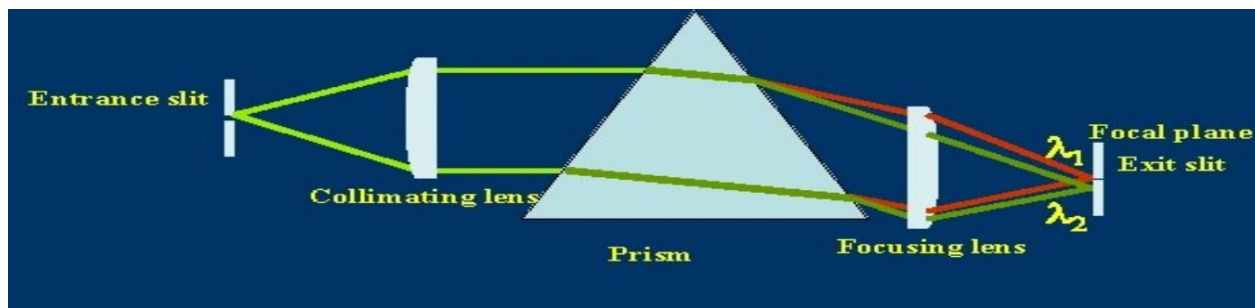
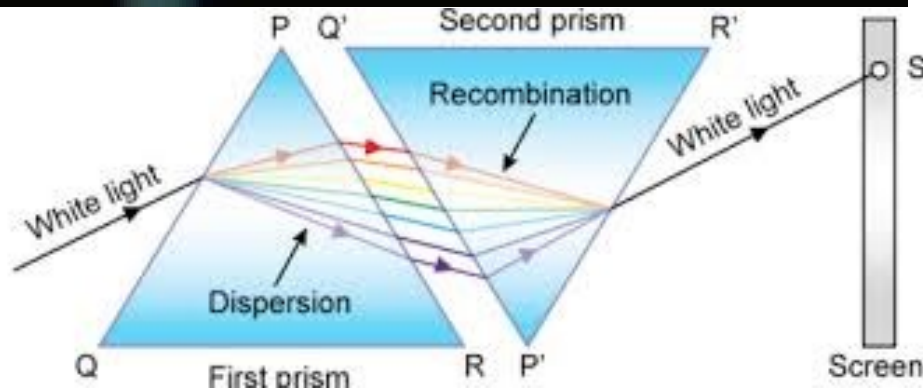
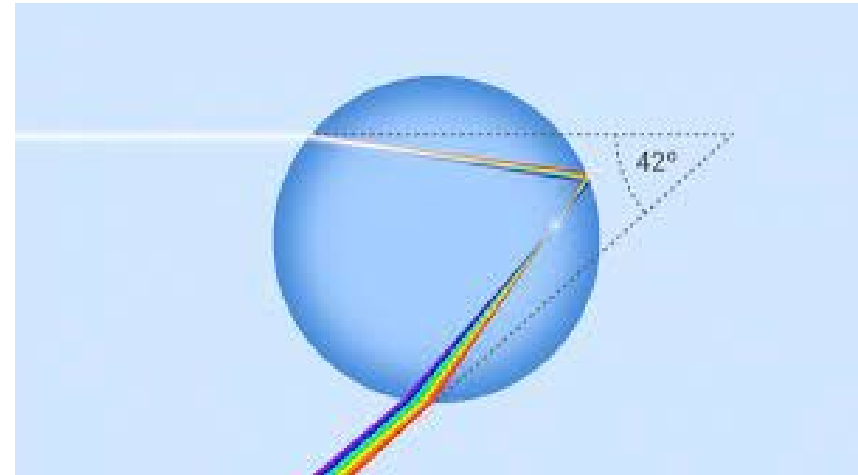
fehér fény piros fény



kromatikus aberráció

a kék fény
fókuszpontja

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

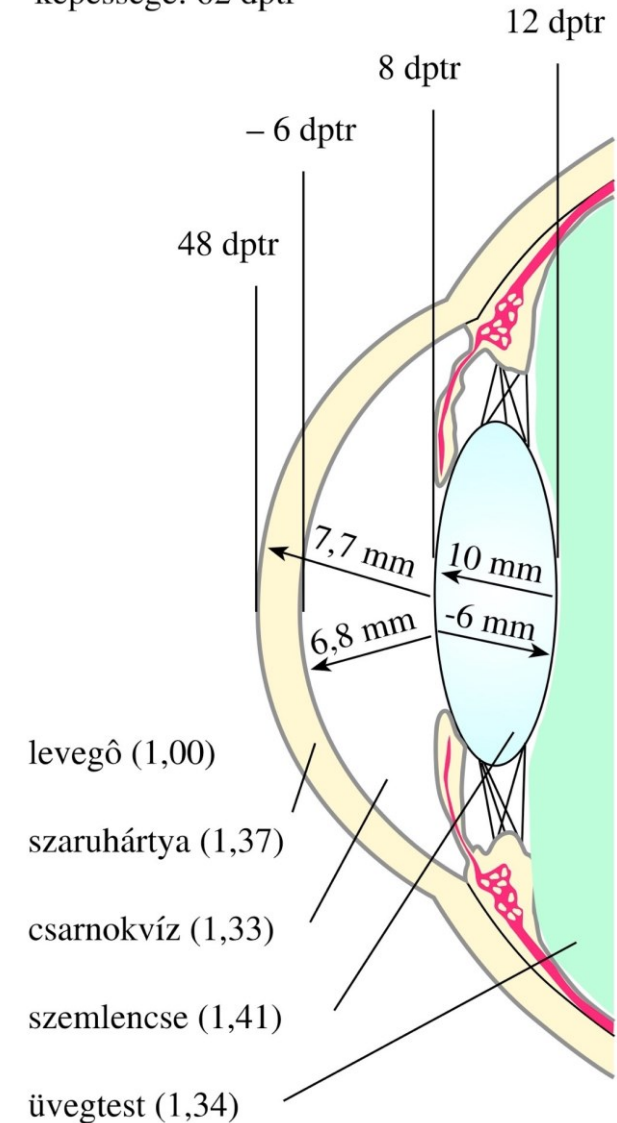
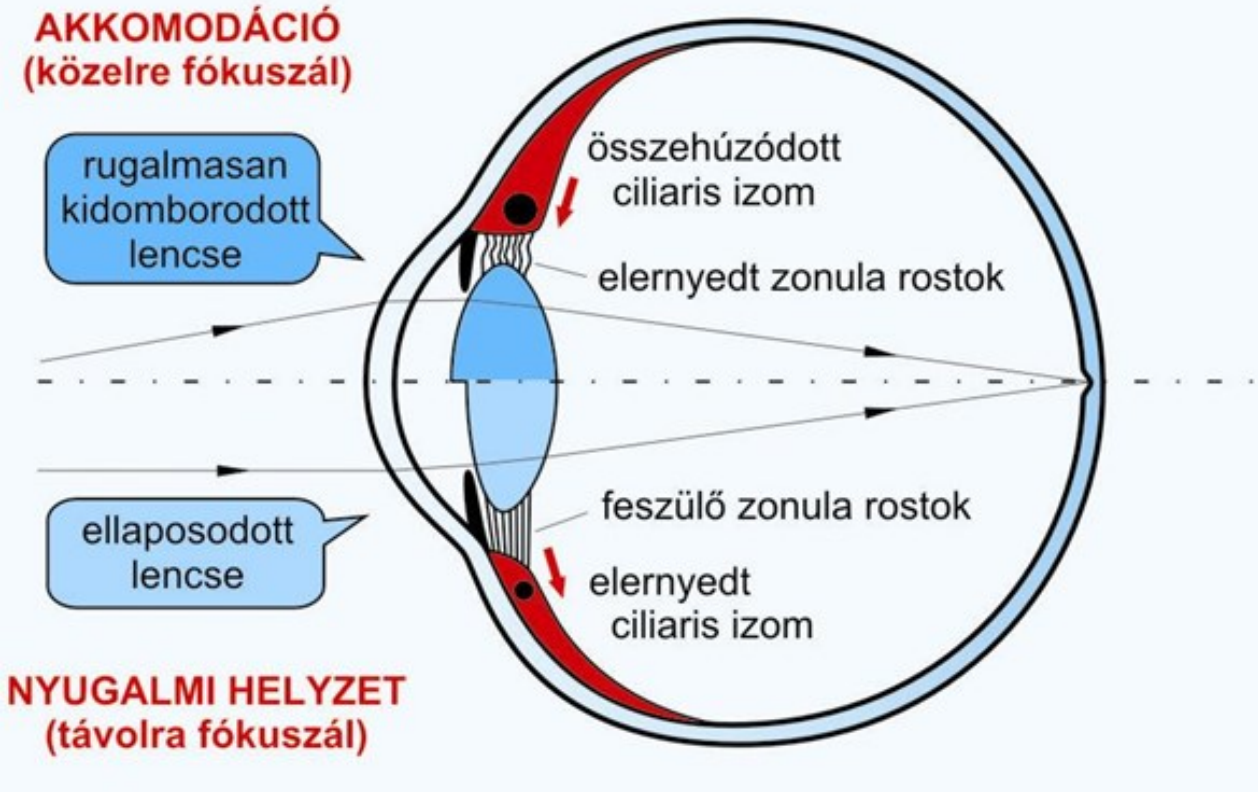


prizmás
monokromátor

$$\text{akkomodációs képesség} \quad \Delta D = D_p - D_r = \frac{1}{t_p} - \frac{1}{t_r}$$

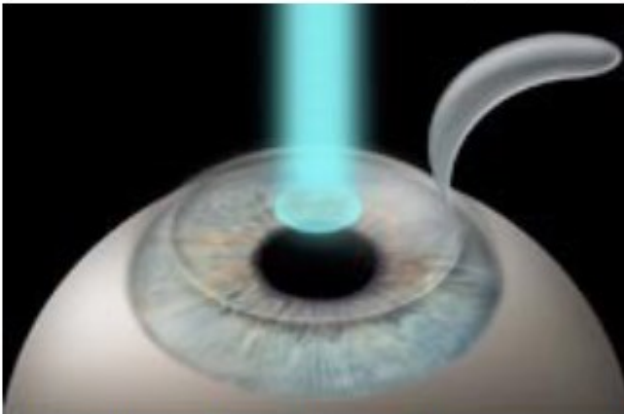
A szem egy adaptív optikai rendszer

A szem teljes törô-
képessége: 62 dptr



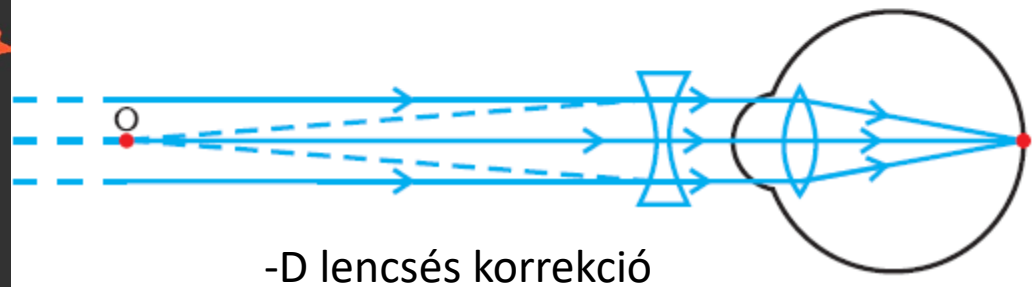
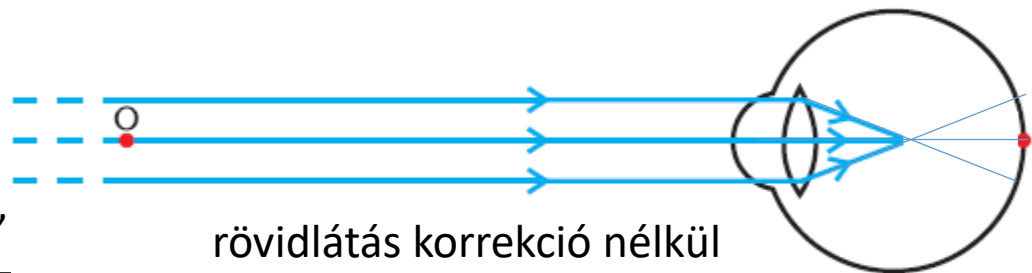
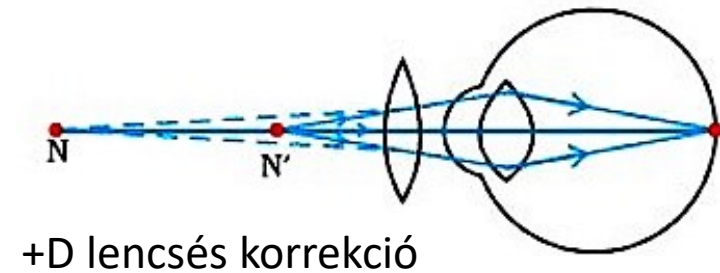
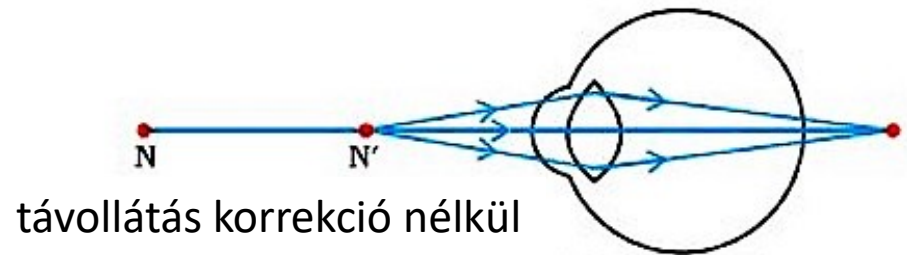
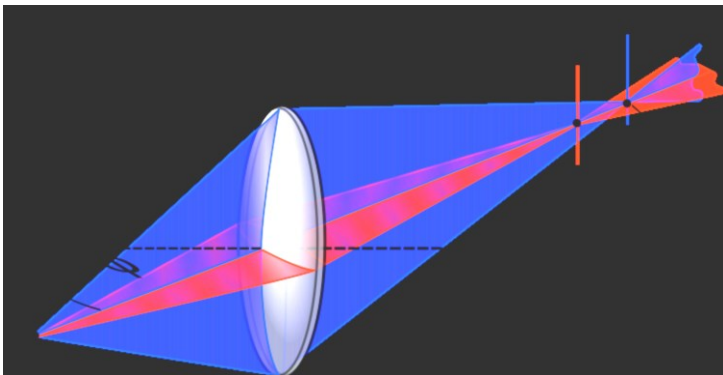
Az optikai problémákat lencsével, vagy lézeres korrekcióval lehet megoldani.

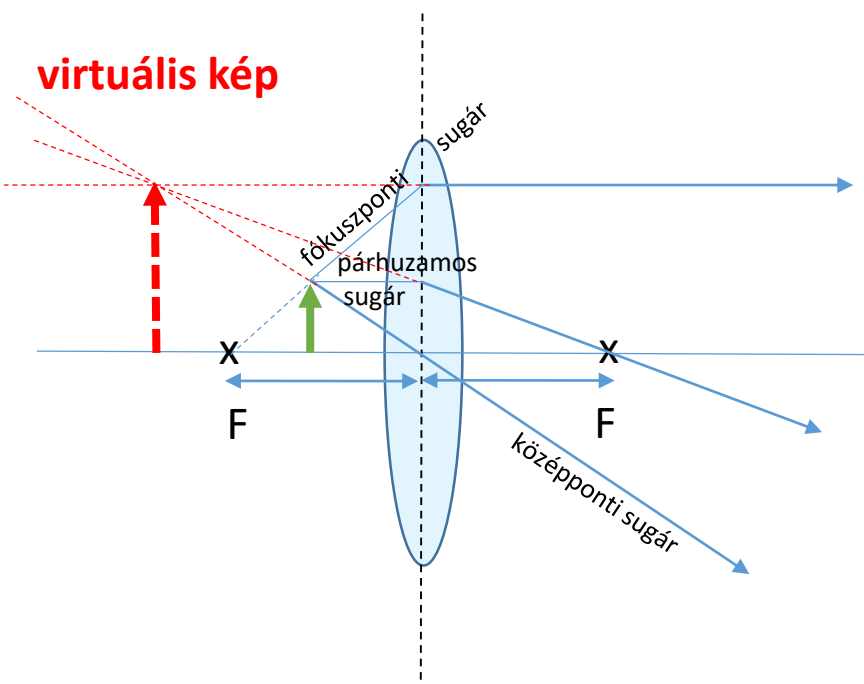
LASIK: Laser Assisted
In Situ Keratomileusis



a cornea görbületi sugarát
változtatják meg

asztigmatizmus -> „cilinderes szem”

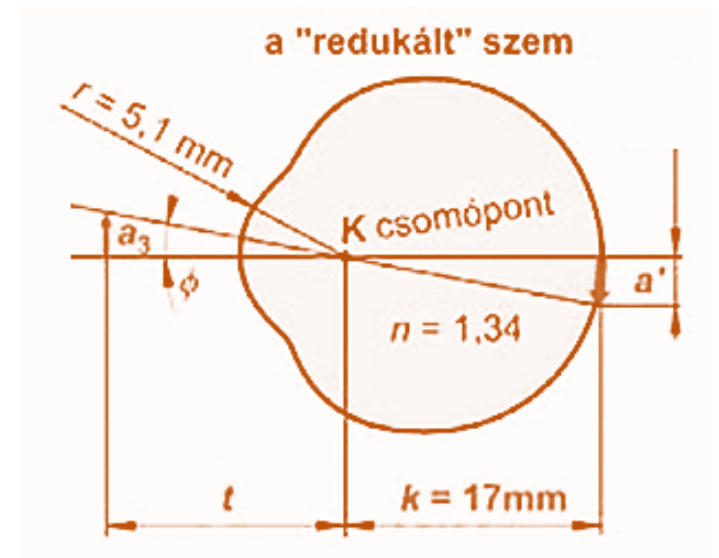
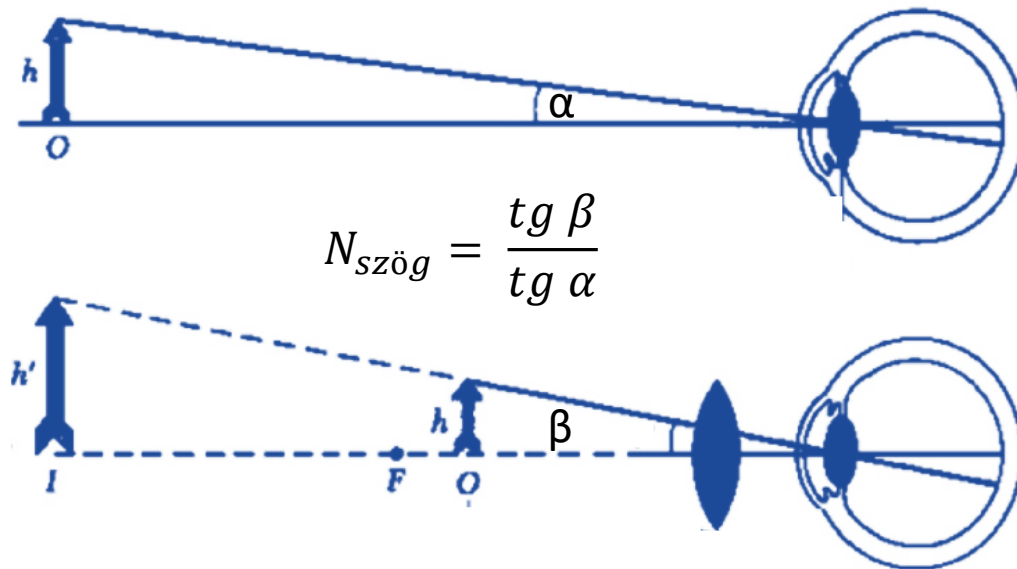




egyszerű nagyítólencse

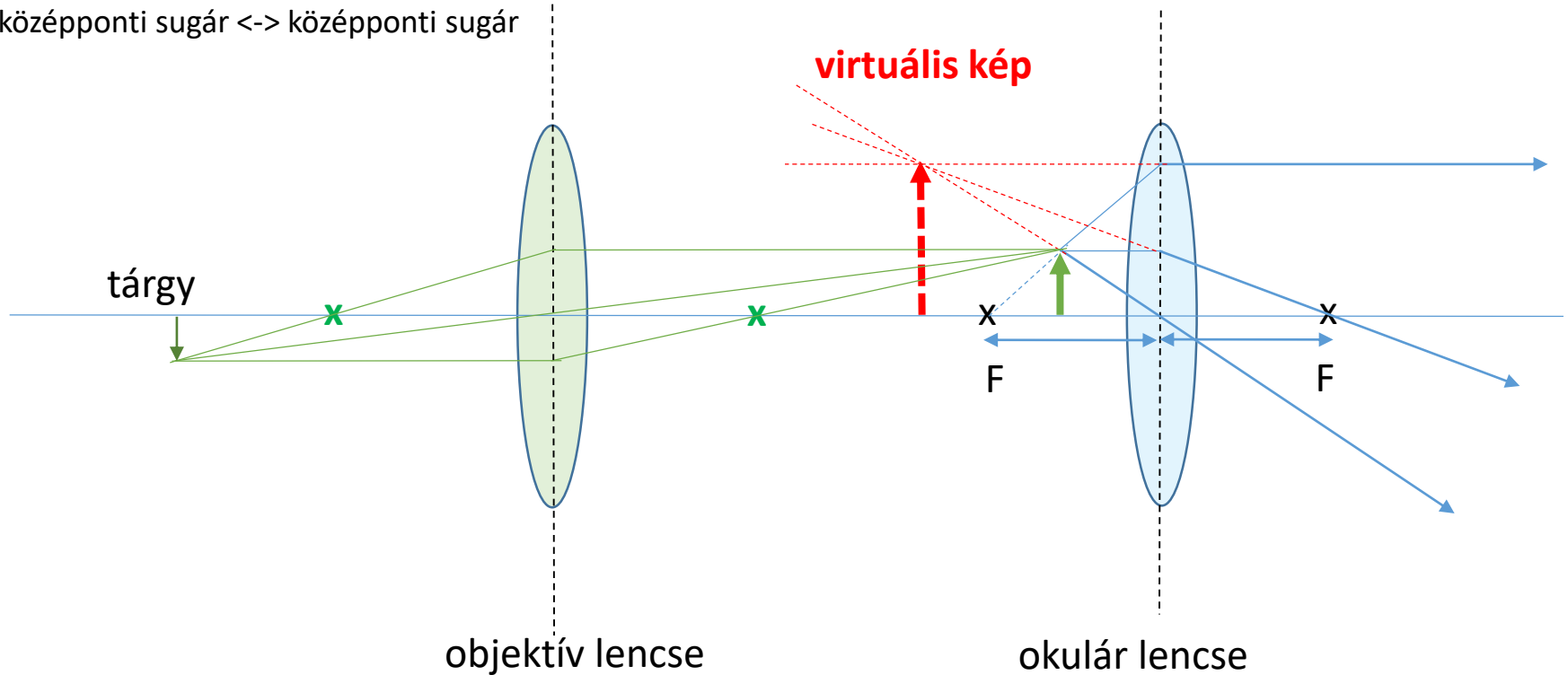
a virtuális képet nagyobb szög alatt látjuk mintha lencse nélkül néznénk a tárgyat a közelpontból

szögnagyítás



egyszerű mikroszkóp képalkotása

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

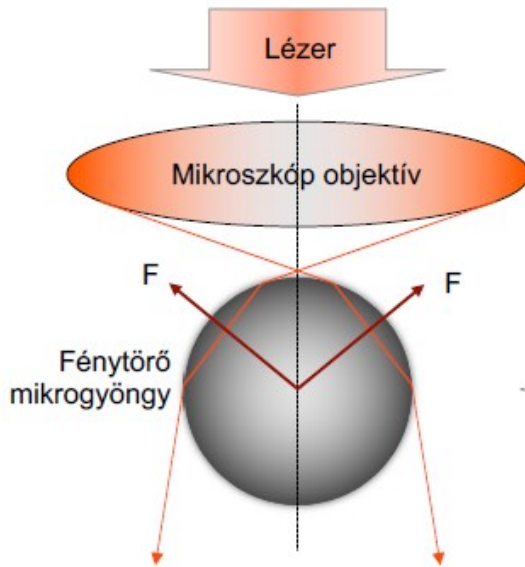


A virtuális kép lehet a közelpontban, vagy akár a végtelenben is (a nagyítás kicsit változik)

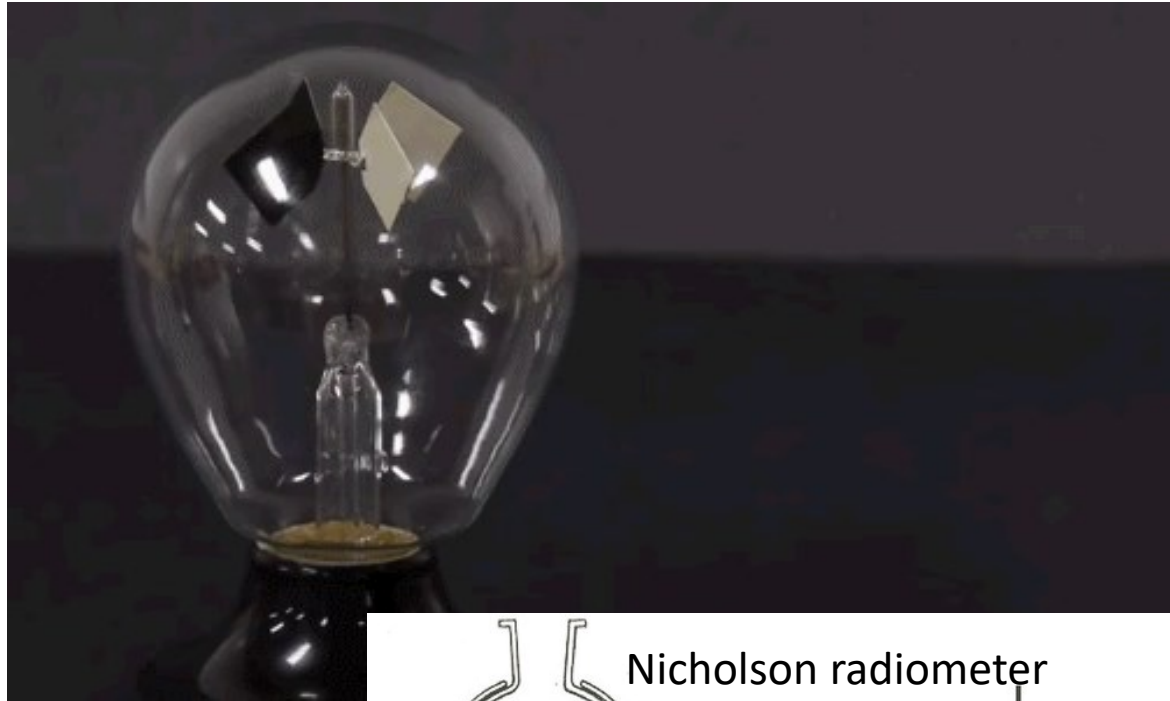
A lineáris, vagy a szögnagyítás kiszámolható.

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

„Lézer csipesz”



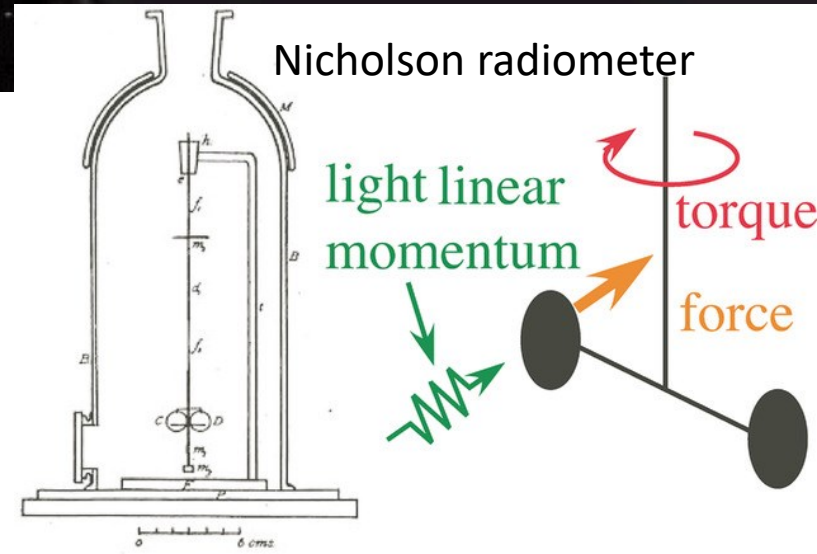
Crookes fénymalom



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

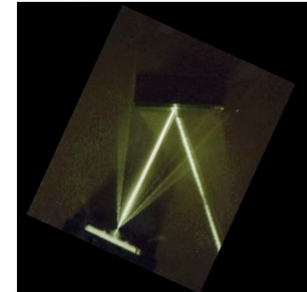
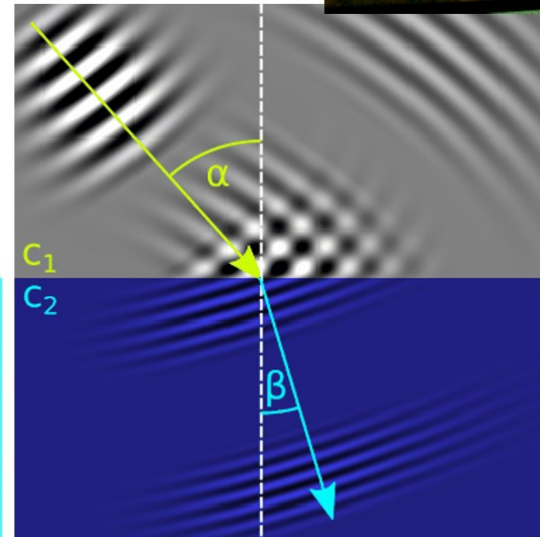
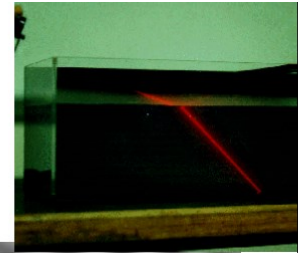
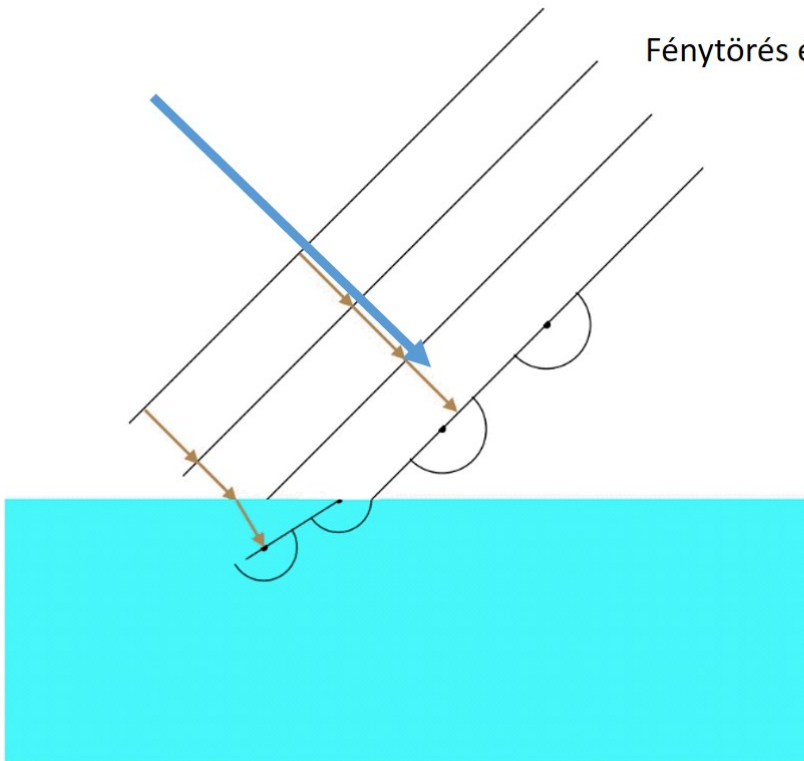
Kapcsolódó gyakorlatok:

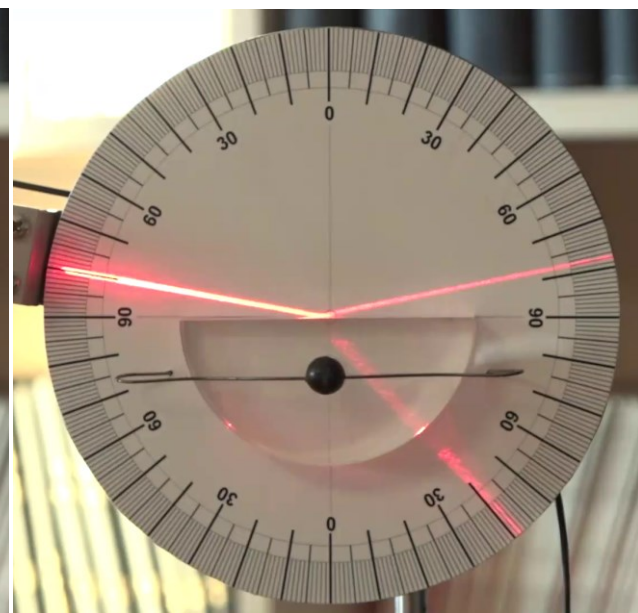
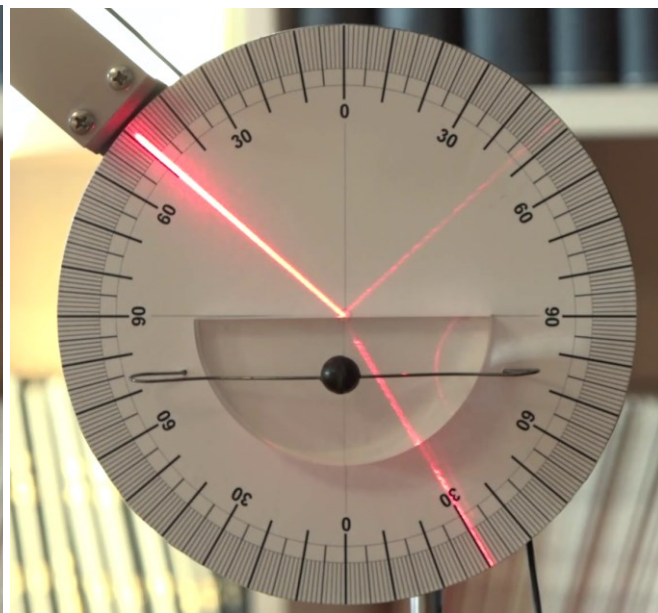
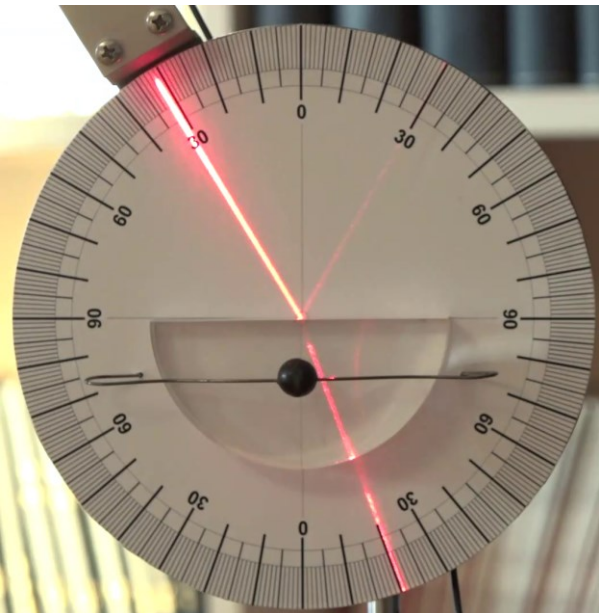
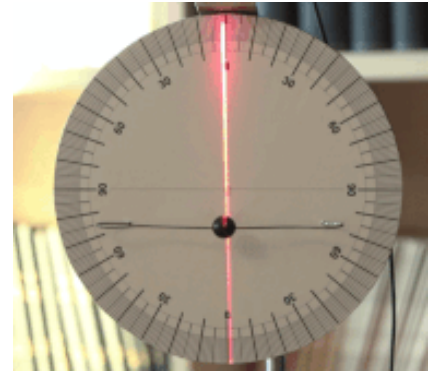
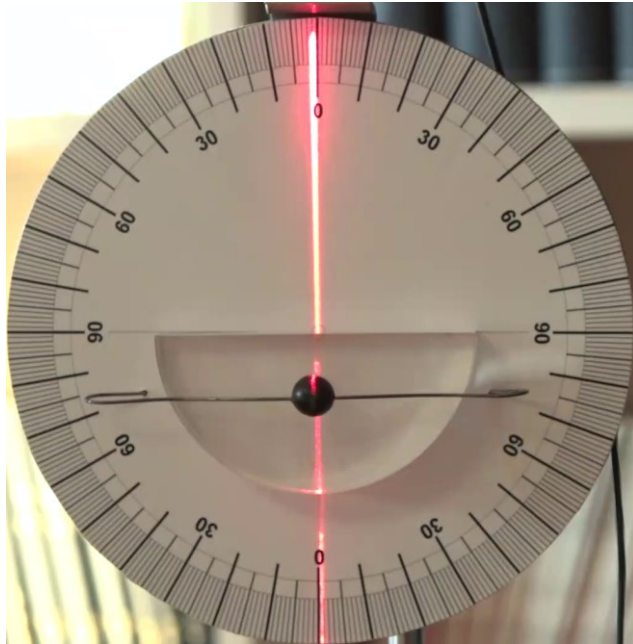
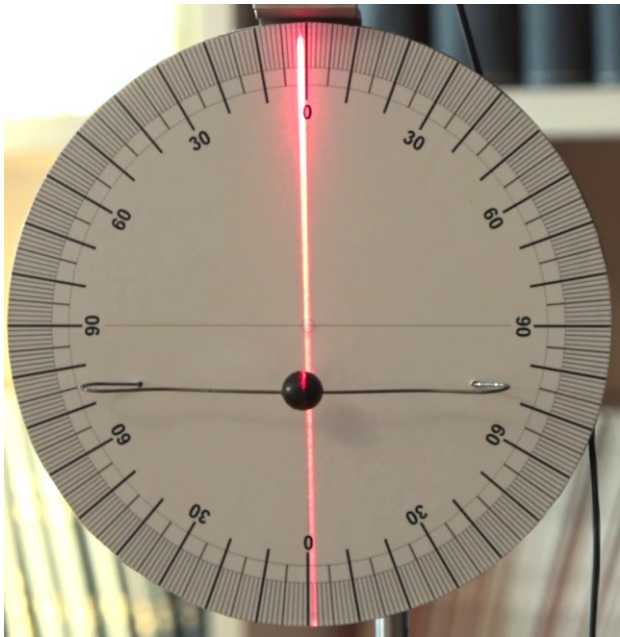
Mikroszkópia I, II.

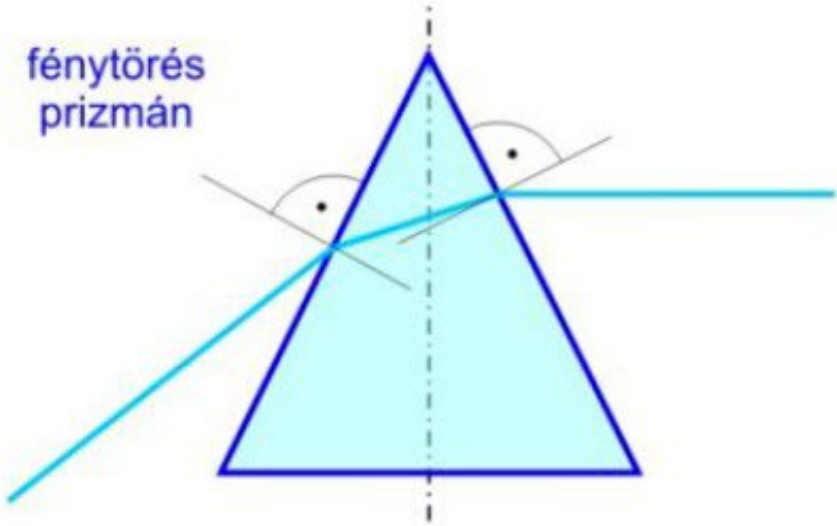
Refraktometria

Szem optikája

Fénytörés és reflexió

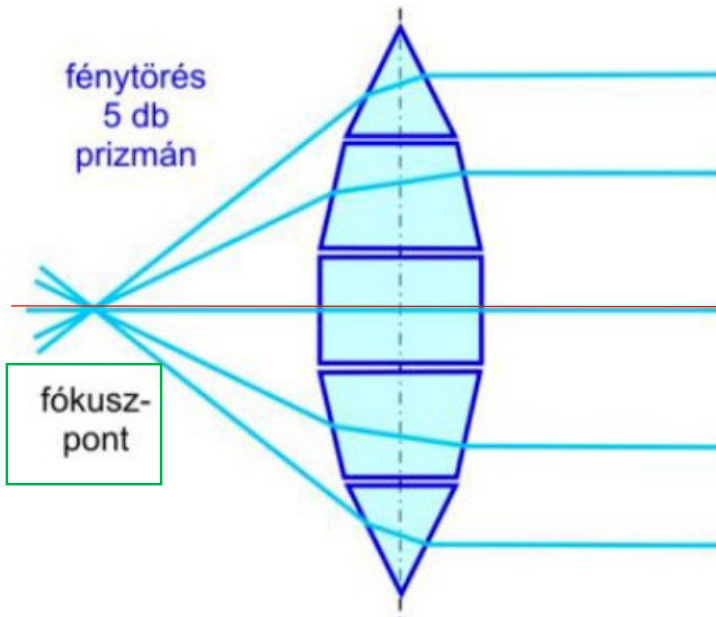




fénytörés
prizmán

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

-> **geometriai** optika

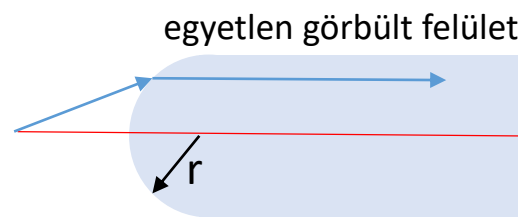
fénytörés
5 db
prizmán

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

optikai tengely

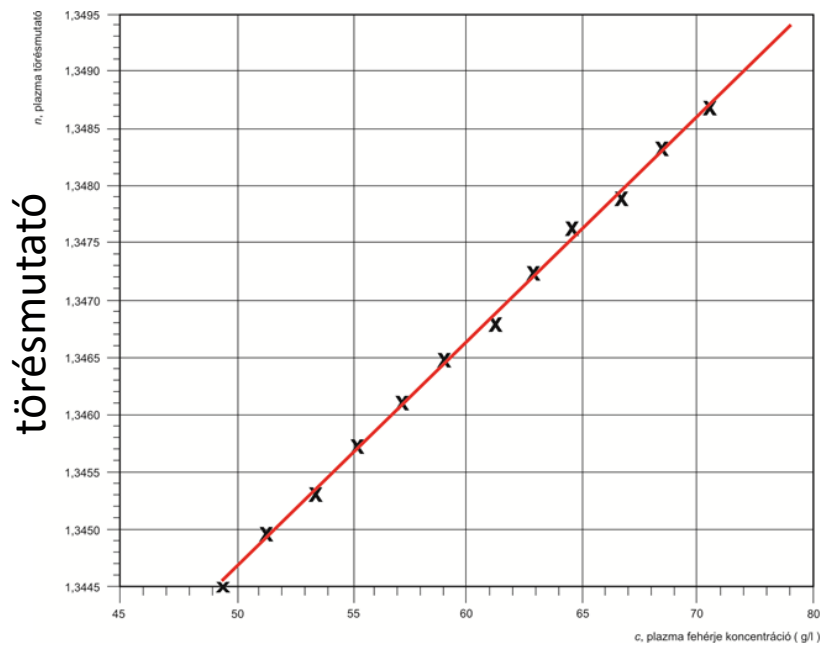
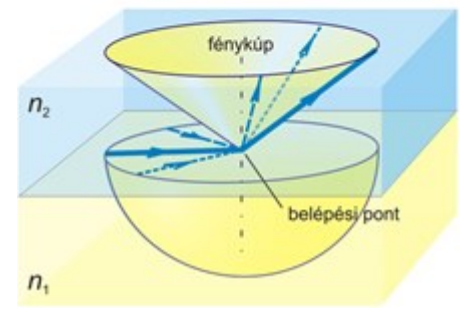
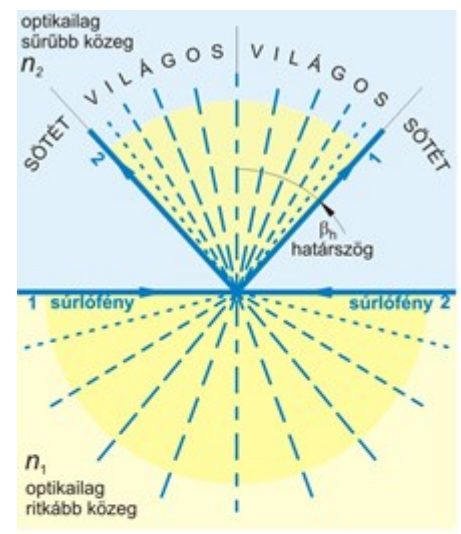
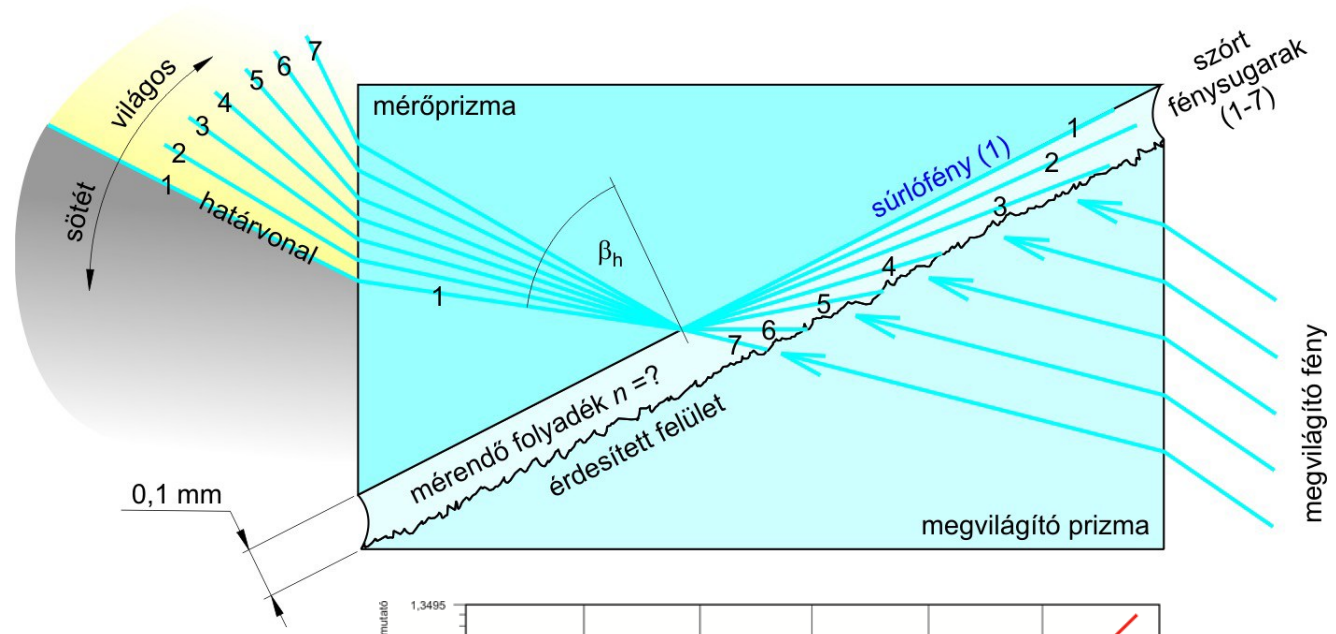
az SD törvény, illetve a Fermat-elv is szimmetrikus,
tehát a sugármenetek megfordíthatóak.

Párhuzamos sugarak \leftrightarrow Fókuszponti sugarak

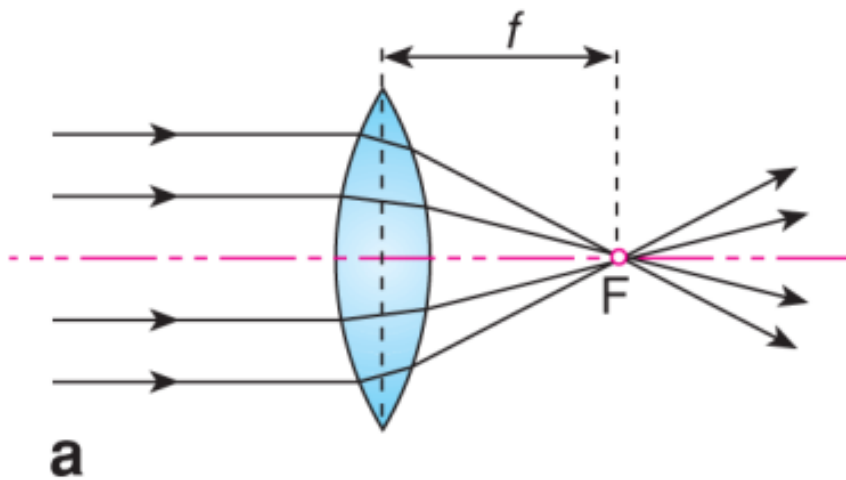


$$D = \frac{n - n'}{r}$$

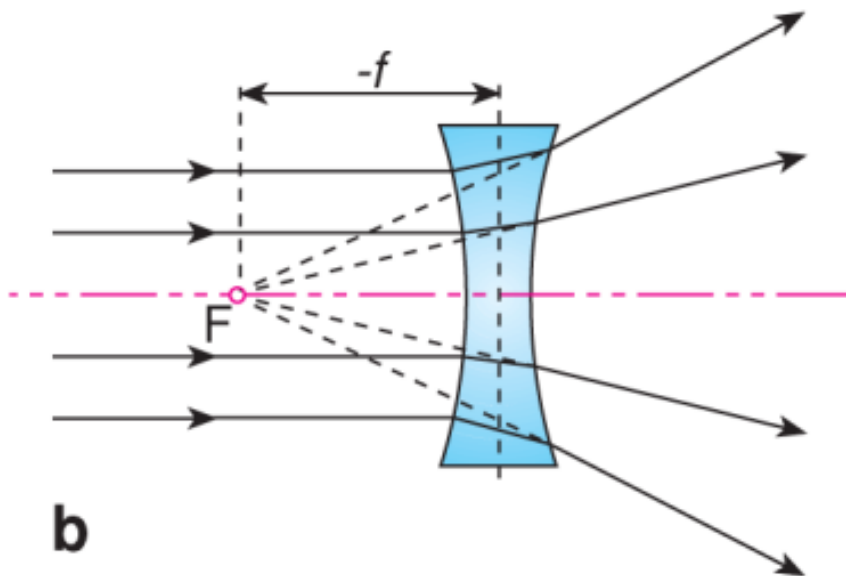
refraktometria



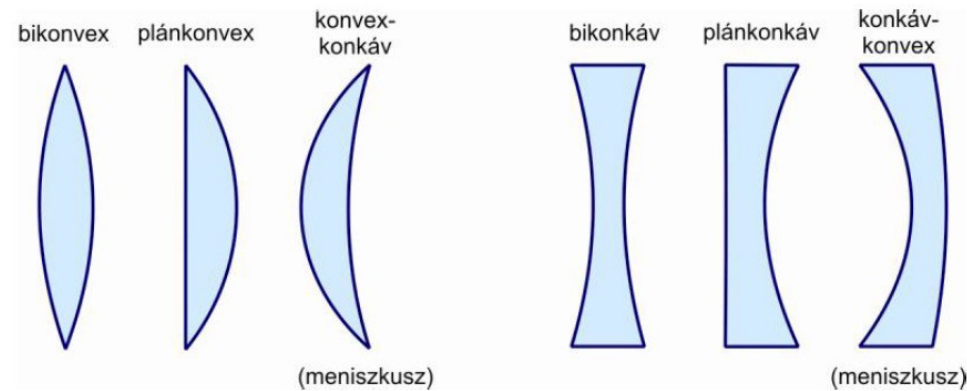
koncentráció

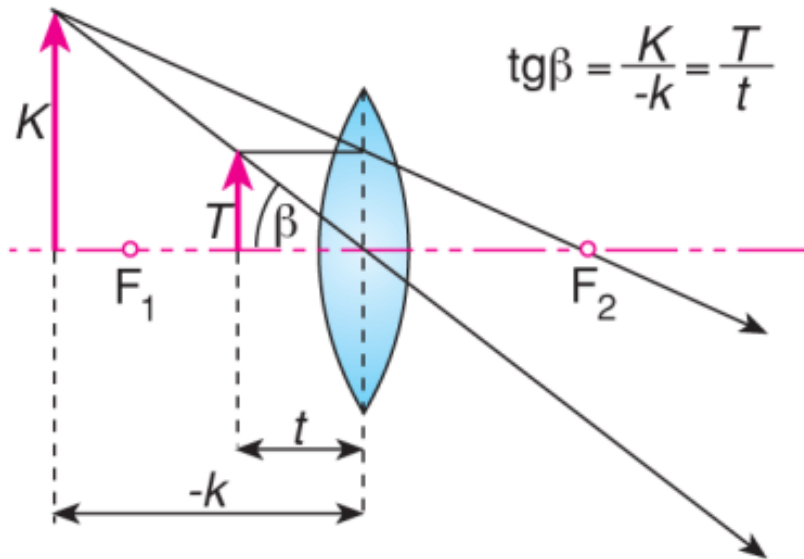


gyűjtőlencse fókuszálása (ideális esetben)



szórólencse képalkotása





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.

szőgnagyítás

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

