

Optika (fénytan)

Mi a fény?



Látható **elektromágneses** sugárzás.

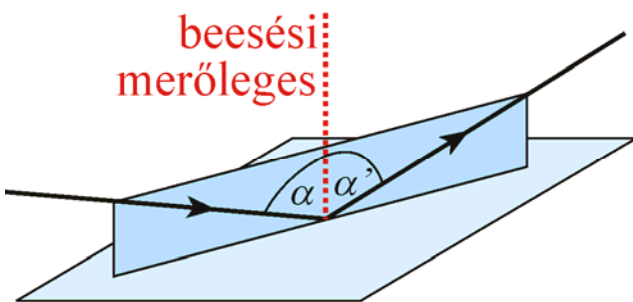
Geometriai optika (modell)

Fénysugár: igen vékony párhuzamos fénynyaláb

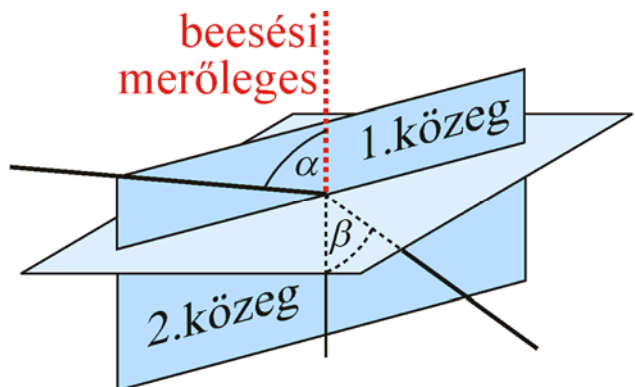
Ezt a modellt használva az optikai jelenségek széles körének magyarázata egyszerű **geometriai problémák** megoldásaként adható meg.

1. egyenes vonalú terjedés törvénye
2. visszaverődési törvény
3. törési törvény

2a, 3a) A beeső fénysugár, a beesési merőleges és a visszavert, illetve a megtört fénysugár egy síkban van.



2b) $\alpha = \alpha'$



3b)
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

($c_1 > c_2$ ezért $n_1 < n_2$)

Minden szöget a **beesési merőlegestől** mérünk!

Mindez egyetlen elvből következik!

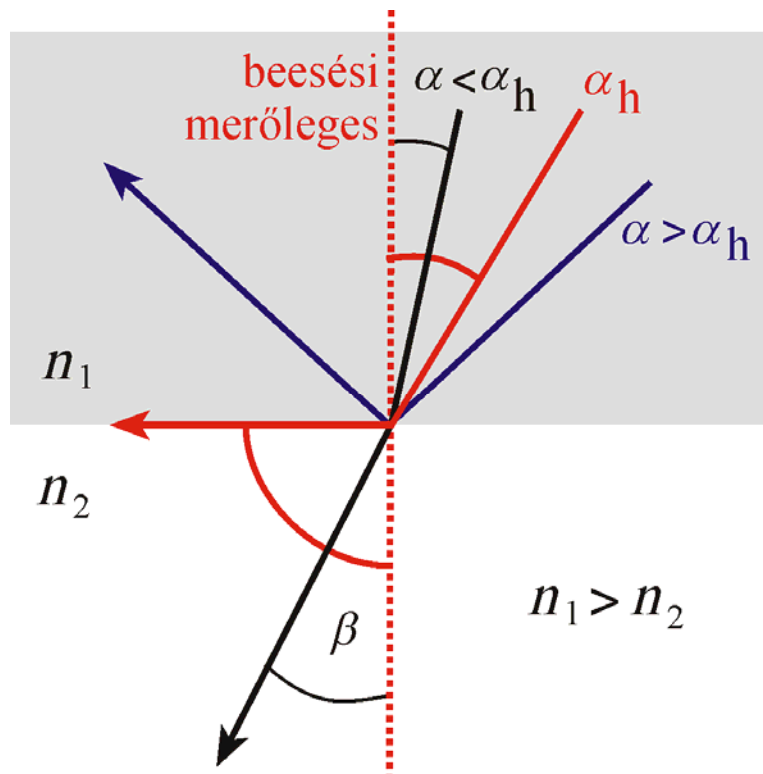
Fermat-elv

A **„legrövidebb idő elve”**: két pont között a geometriailag lehetséges utak közül **a fénysugár a valóságban azt a pályát követi, amelynek megtételéhez a legrövidebb időre van szüksége.**

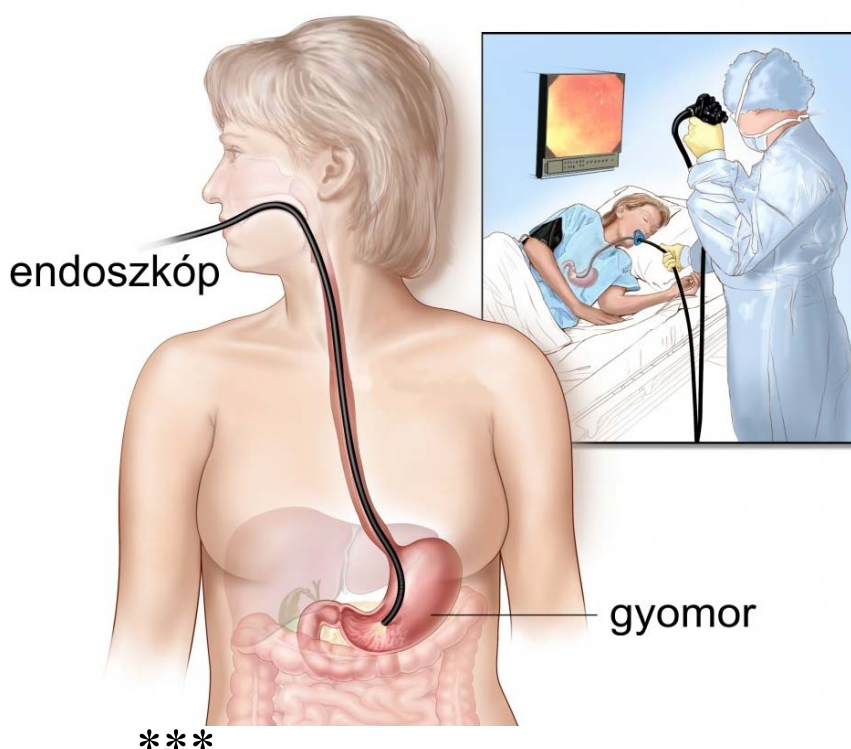
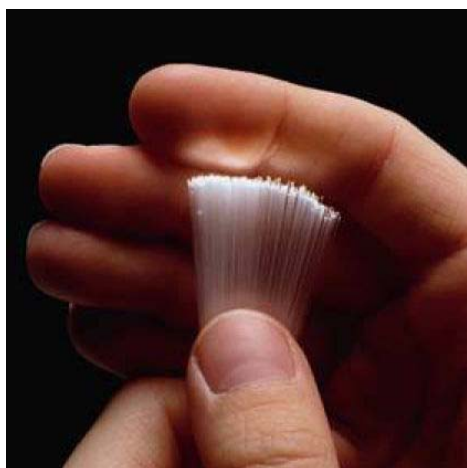
Teljes visszaverődés

(Ha $n_1 > n_2$)

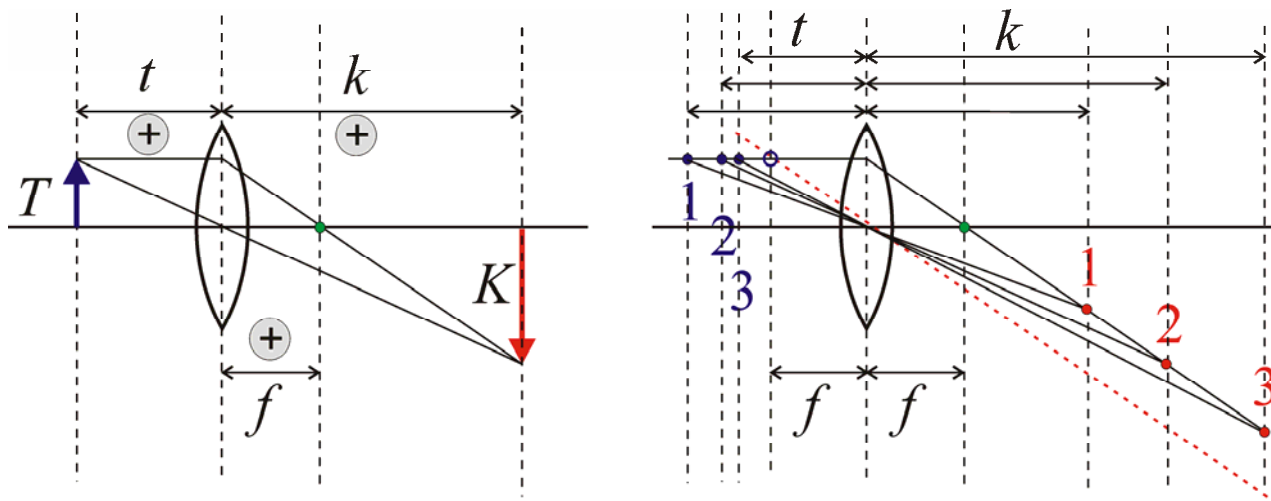
$$\frac{\sin \alpha_h}{\sin \frac{\pi}{2}} = \sin \alpha_h = \frac{n_2}{n_1}$$



Alkalmazások: Optikai „szál”, optikai rost, (endoszkópia)



Képképzés lencsékkel (vékony lencse közelítés)



az optikai tengelyhez közeli ún. **paraxiális** sugarakra

Lencsetörvény:

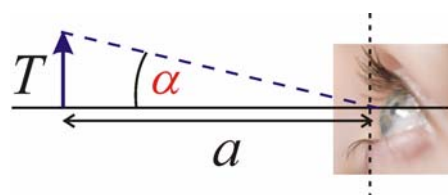
$$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

r_1, r_2
a lencse görbületi sugarai,
 n pedig a törésmutatója

Egyszerű nagyító

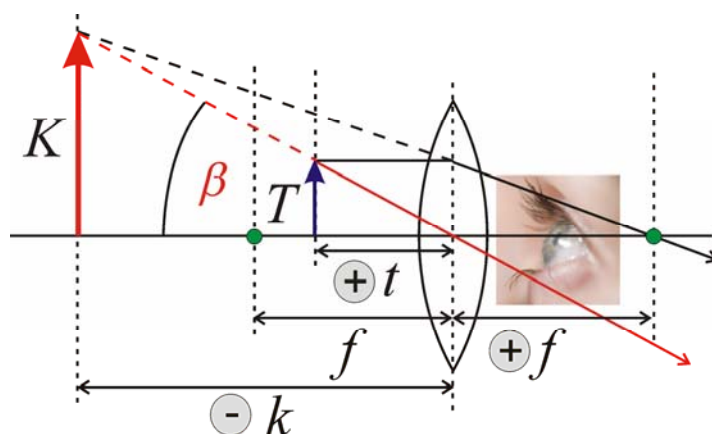
Két esetet kell összevetnünk: a **T tárgyat**

1. **lencse nélkül** a tisztánlátás távolságából ($a \approx 25$ cm) nézve **α** szög alatt látjuk



2. **lencsével** t távolságból nézve **β** szög alatt látjuk

K virtuális kép



Szögnagyítás (definíció):

$$N = \frac{tg\beta}{tg\alpha} \quad \text{és felhasználjuk, hogy} \quad \frac{1}{t} = \frac{1}{f} - \frac{1}{k}$$

Esetünkben:

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

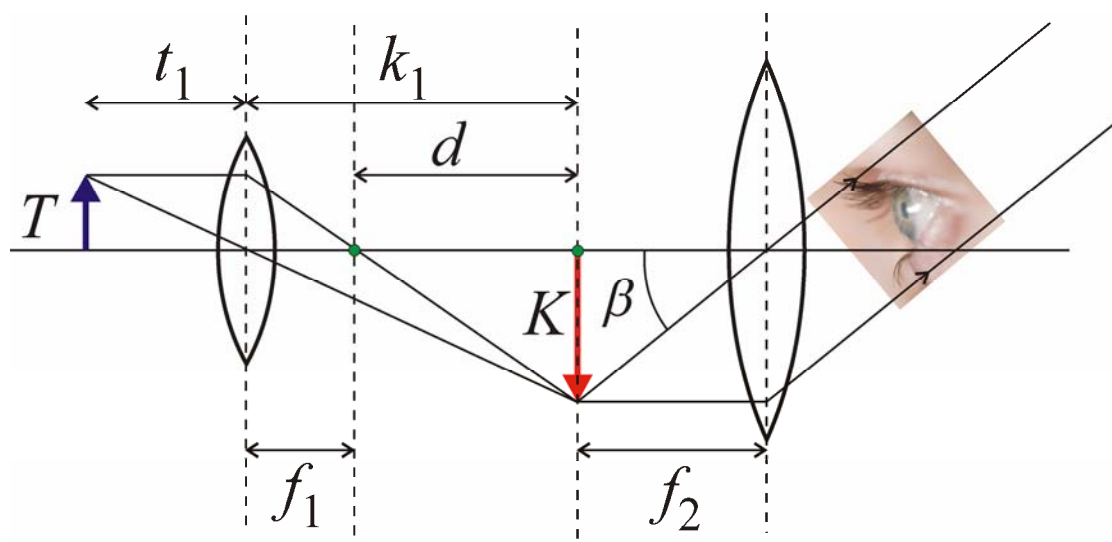
Két praktikus választás lehetséges:

I. ha $k = -a$ akkor $N = \frac{a}{f} + 1,$

II. ha $k = -\infty$ akkor $N = \frac{a}{f}$

Az I. esetben **akkomodált**,
a II.-ban nem akkomodált – végtelenbe tekintő – szemmel nézünk,
ilyenkor $t = f$.

Lencserendszerek (1) mikroszkóp



Nem akkomodált szemmel nézünk.

A mikroszkóp szögnagyítása:

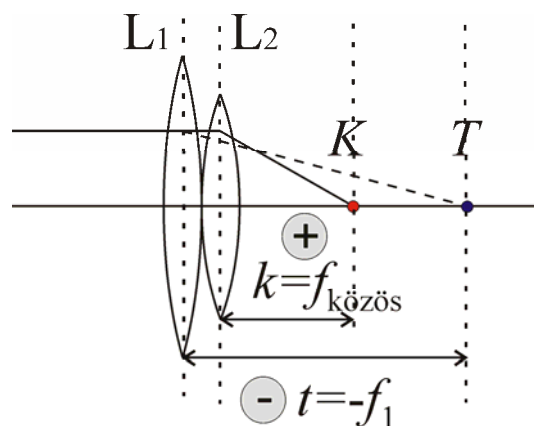
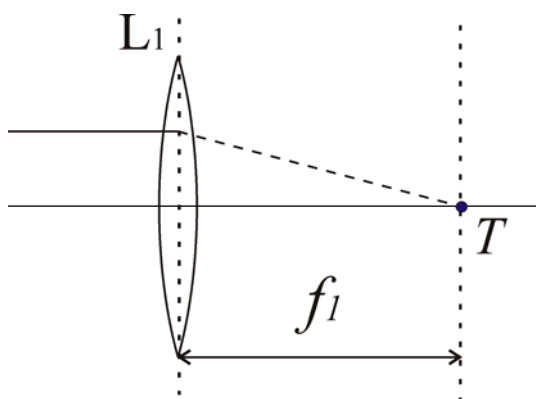
$$N = \frac{\text{tg}\beta}{\text{tg}\alpha} = \frac{\frac{K}{f_2}}{\frac{T}{a}} = \frac{K}{f_2} \frac{a}{T} = \frac{K}{T} \frac{a}{f_2} = \frac{k_1}{t_1} \frac{a}{f_2};$$

$$\frac{1}{t_1} = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{k_1} = \frac{k_1 - f_1}{f_1 k_1} = \frac{d}{f_1 k_1}$$

$$N = \frac{d}{f_1 k_1} \frac{k_1 a}{f_2} = \frac{da}{f_1 f_2}$$

Lencserendszerek (2) **törőerősség**

Mekkora a közös fókusz távolsága két szorosan egymás mellé helyezett lencsének $\{L_1(f_1), L_2(f_2)\}$?



T -re, mint virtuális tárgyra alkalmazzuk a lencsetörvényt

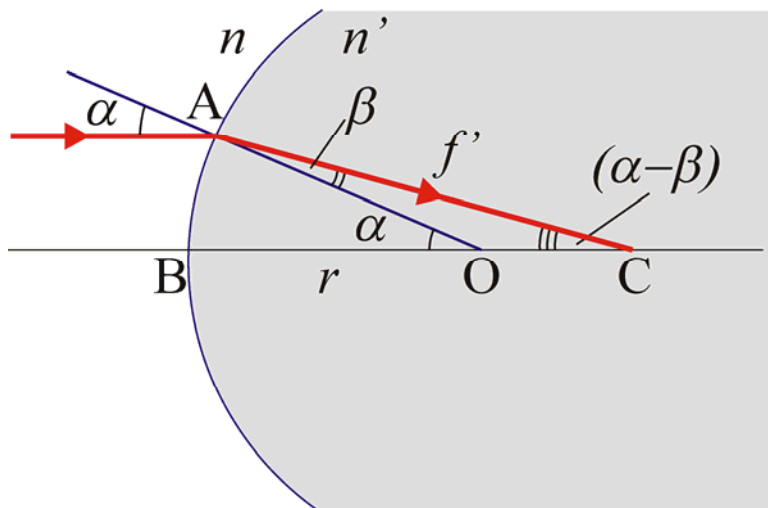
$$-\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_{\text{közös}}} = \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f_{\text{közös}}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = D_{\text{közös}} = D_1 + D_2$$

A **törőerősségek összeadódnak** [1/m], **dioptria**, [dpt].

Alkalmazások: szemüvegek, kontakt lencsék.

Egyszerű **gömbült felület leképezése** (r sugarú gömb):



kis szögekre:

$$1. \quad \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{n}{n'} \approx \frac{\beta}{\alpha}$$

az AB ívre:

$$2. \quad f'(\alpha - \beta) \approx r \alpha$$

$$\frac{\alpha - \beta}{\alpha} = \frac{r}{f'} \quad 1 - \frac{\beta}{\alpha} = \frac{r}{f'}$$

Behelyettesítve az 1. összefüggés szerint:

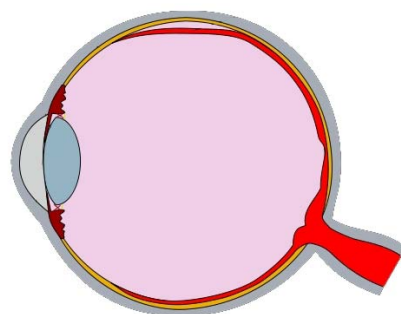
$$1 - \frac{n}{n'} = \frac{r}{f'}, \quad \frac{n' - n}{n'} = \frac{r}{f'}$$

Ebben az esetben a **törőerősség**:

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

Alkalmazás: az emberi szemre

Pl. a szaruhártya törőerőssége



<i>közeg</i>	<i>r [mm]</i>	<i>n</i>	<i>n'-n</i>	<i>D [dpt]</i>
levegő		1		
			0,37	48
szaruhártya	7,7	1,37		

Van, amit nem tudunk így megmagyarázni: