

# Optika (fénytan)

Mi a fény?



Látható **elektromágneses** sugárzás.

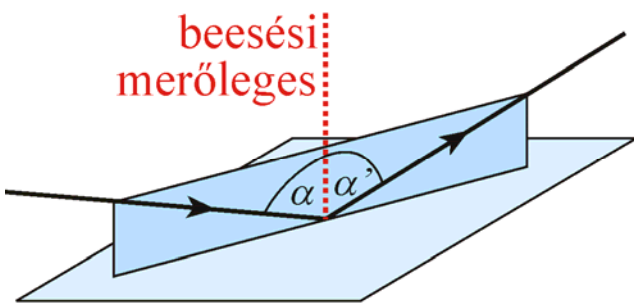
## **Geometriai optika** (modell)

**Fénysugár:** igen vékony párhuzamos fénynyaláb

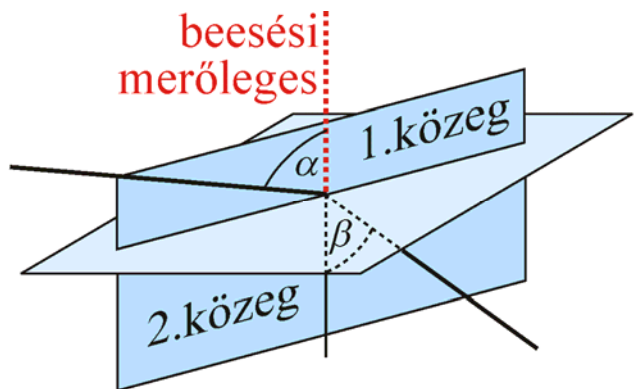
Ezt a modellt használva az optikai jelenségek széles körének magyarázata egyszerű **geometriai problémák** megoldásaként adható meg.

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 merőlegetől** mérünk!

\*\*\*

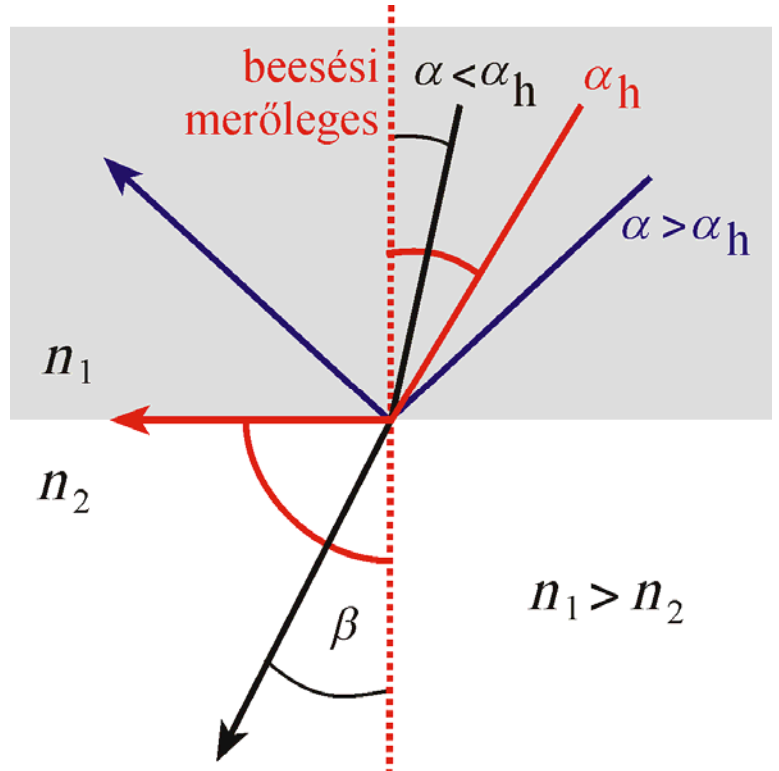
Mindez egyetlen elvből következik!

## Fermat-elv

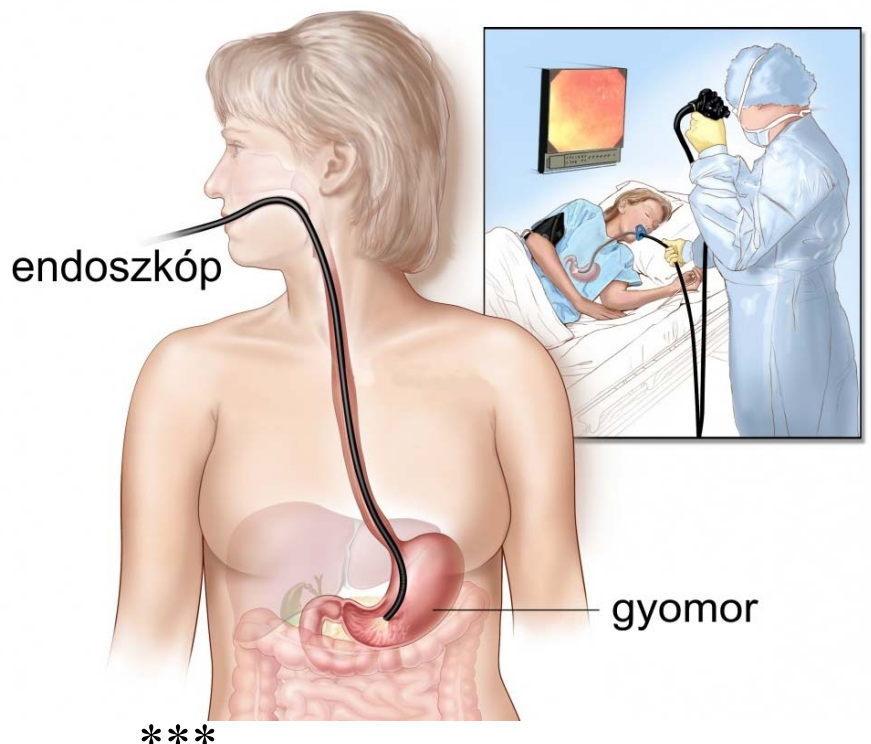
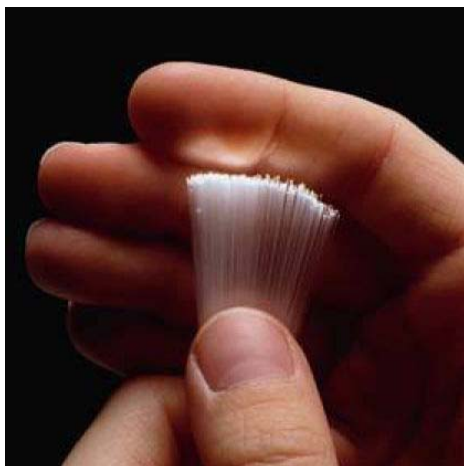
A **„legrövidebb idő elve”**: két pont között a geometriailag lehetséges utak közül **a fénysugár a valóságban azt a pályát követi, amelynek megtételéhez a legrövidebb időre van szüksége.**

**Teljes visszaverődés**  
(Ha  $n_1 > n_2$ )

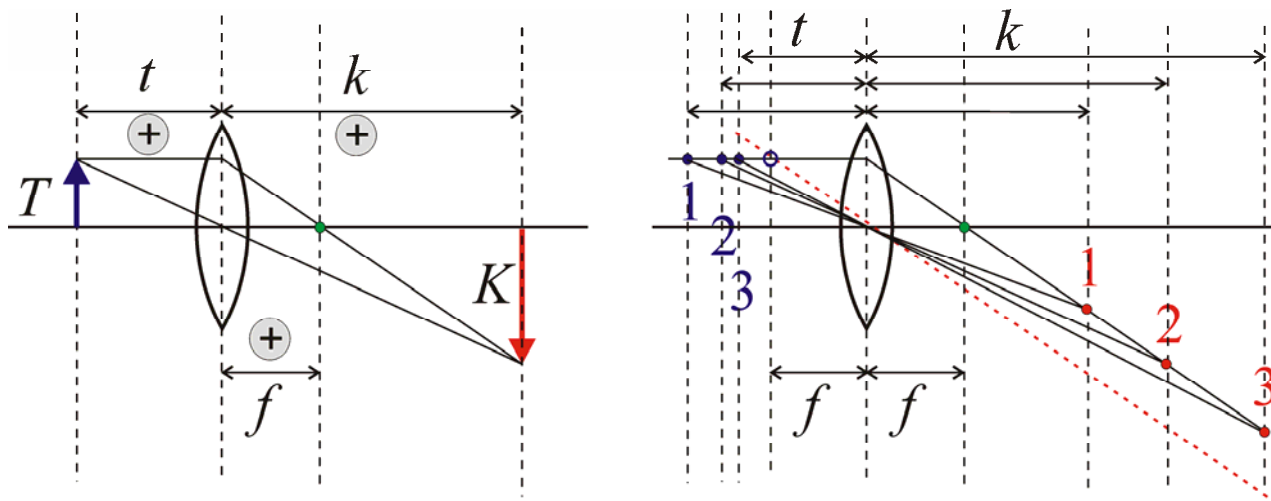
$$\frac{\sin \alpha_h}{\sin \frac{\pi}{2}} = \sin \alpha_h = \frac{n_2}{n_1}$$



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



## Képképzés lencsékkel (vékony lencse közelítés)



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

### Lencsetörvény:

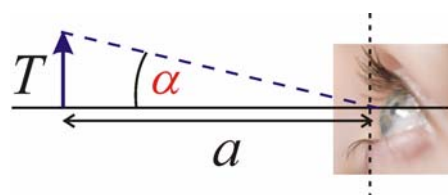
$$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

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

### Egyszerű nagyító

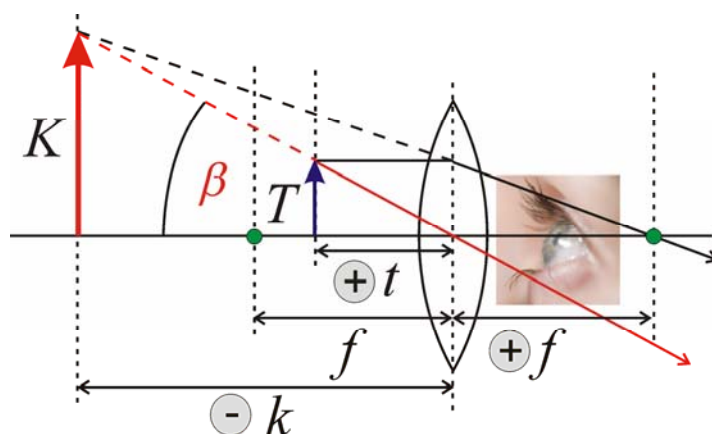
Két esetet kell összevetnünk: a **T tárgyat**

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



2. **lencsével**  $t$  távolságból nézve  $\beta$  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:

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

Két praktikus választás lehetséges:

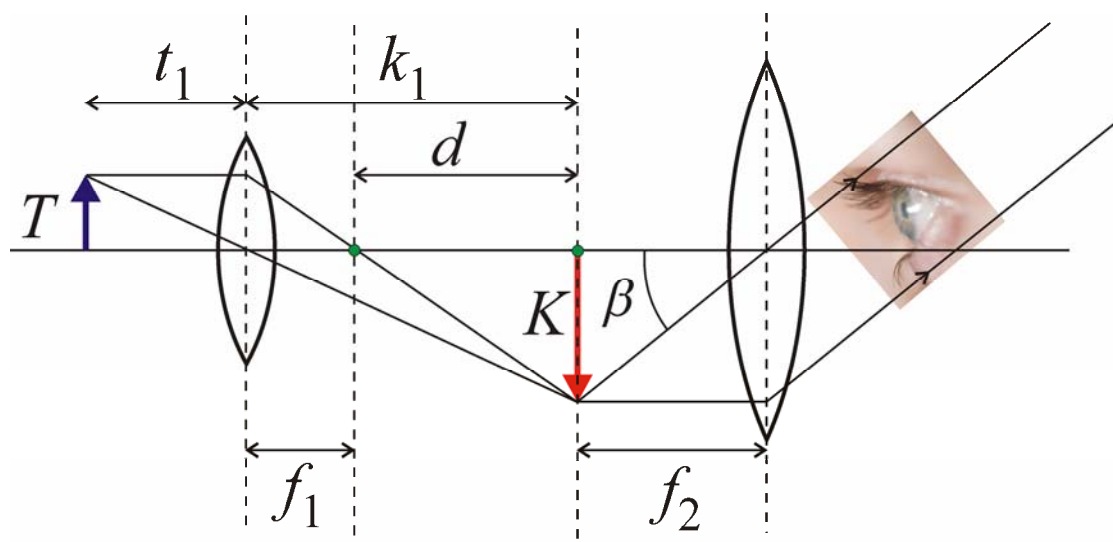
I. ha  $k = -a$  akkor  $N = \frac{a}{f} + 1,$

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:

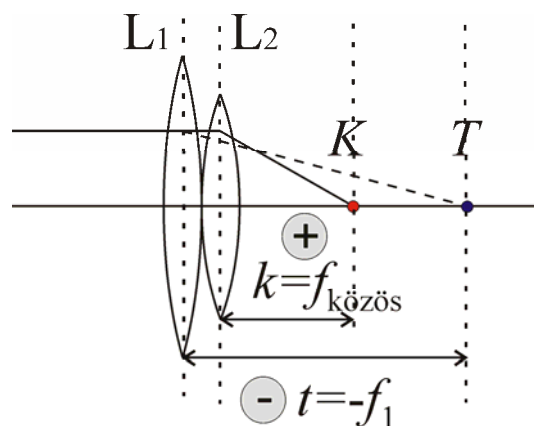
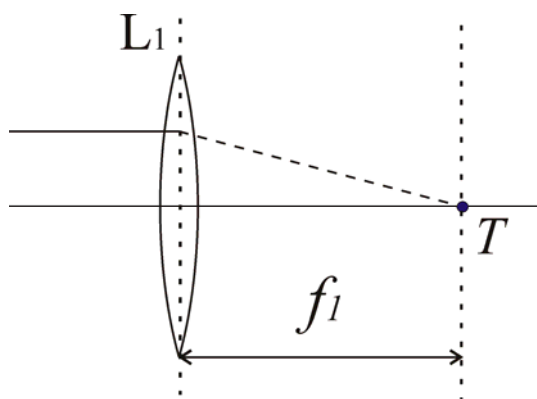
$$N = \frac{\text{tg}\beta}{\text{tg}\alpha} = \frac{\frac{K}{f_2}}{\frac{T}{a}} = \frac{K}{f_2} \frac{a}{T} = \frac{K}{T} \frac{a}{f_2} = \frac{k_1}{t_1} \frac{a}{f_2};$$

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

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

## 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

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

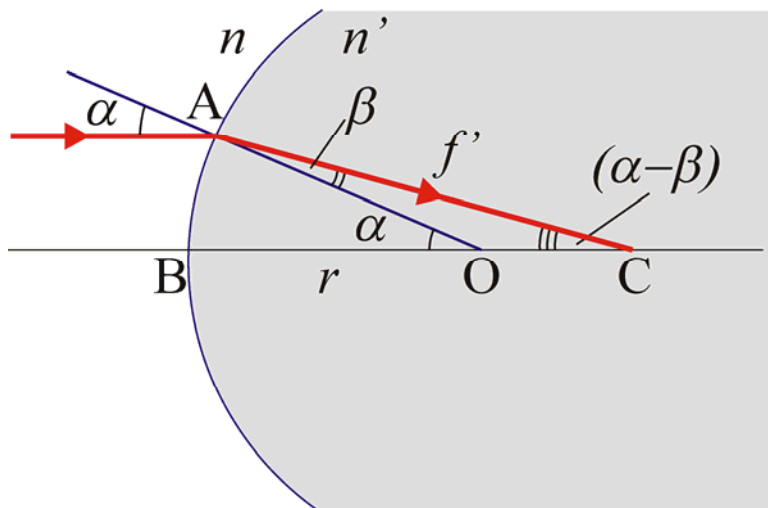
$$\frac{1}{f_{\text{közös}}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = D_{\text{közös}} = D_1 + D_2$$

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:

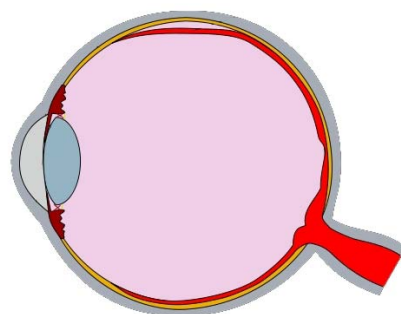
$$1 - \frac{n}{n'} = \frac{r}{f'}, \quad \frac{n' - n}{n'} = \frac{r}{f'}$$

Ebben az esetben a **törőerősség**:

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

**Alkalmazás:** az emberi szemre

Pl. a szaruhártya törőerőssége



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

\*\*\*

Van, amit nem tudunk így megmagyarázni: