

# Optika (fénytan)

Mi a fény?



Látható **elektromágneses sugárzás**.

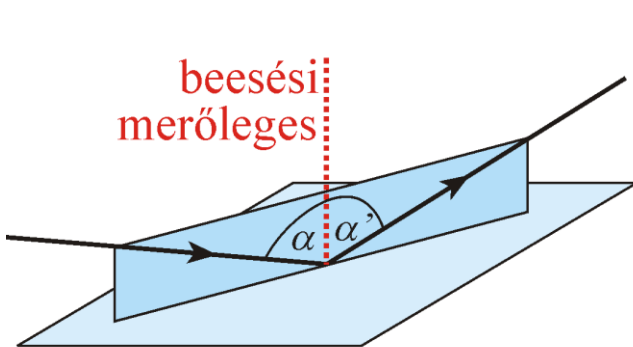
## **Geometriai optika** (modell)

**Fénysugár:** igen vékony párhuzamos fénynyaláb

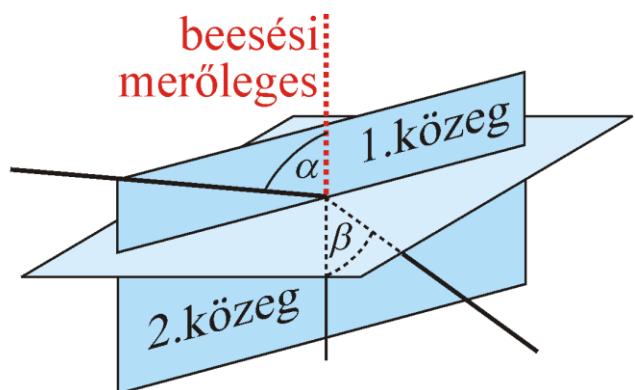
Ezt a modellt használva az optikai jelenségek széles körének magyarázata egyszerű **geometriai problémák** megoldásaként adható meg.

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!

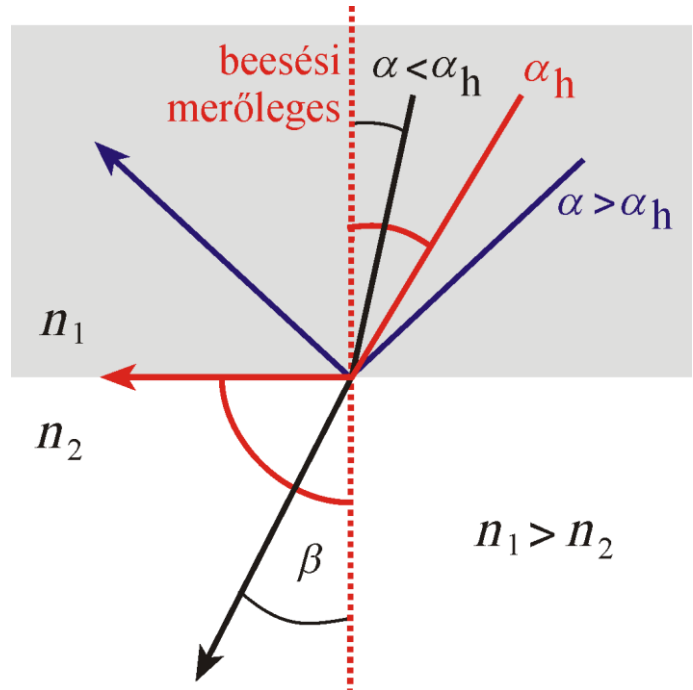
## Fermat-elv

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

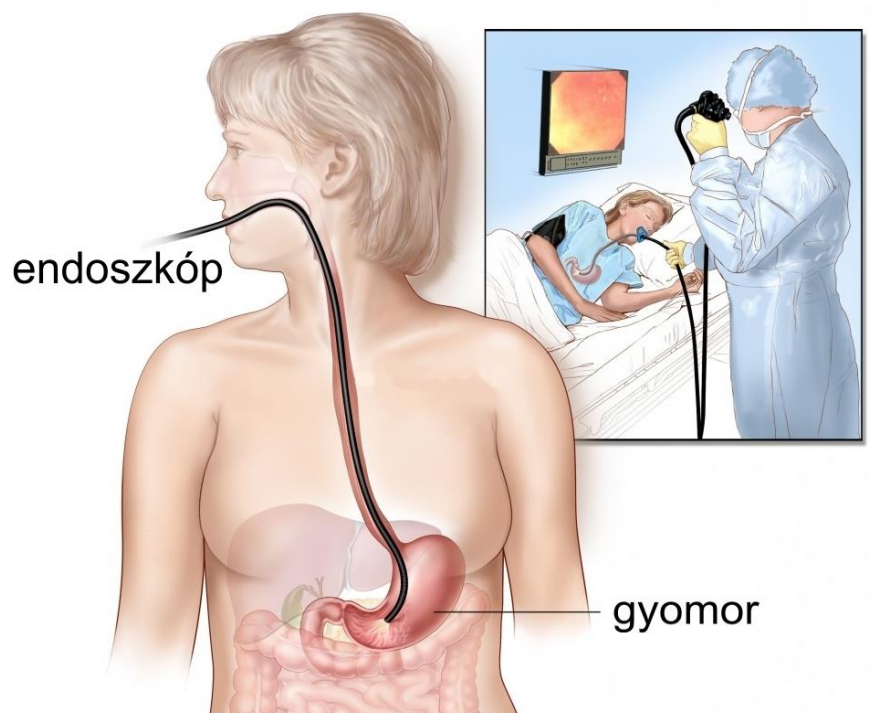
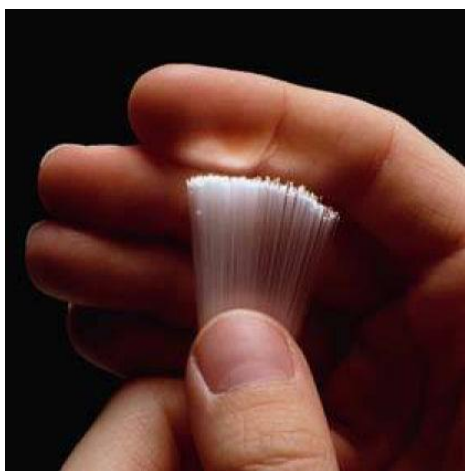
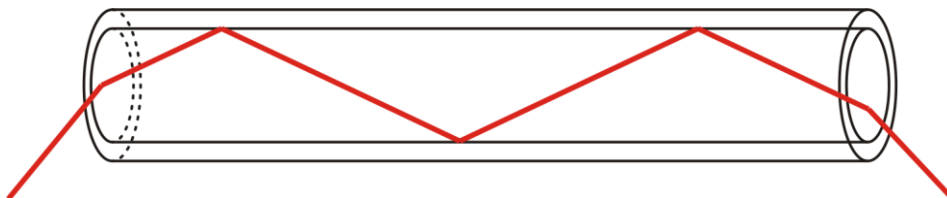
(Ha  $n_1 > n_2$ )

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



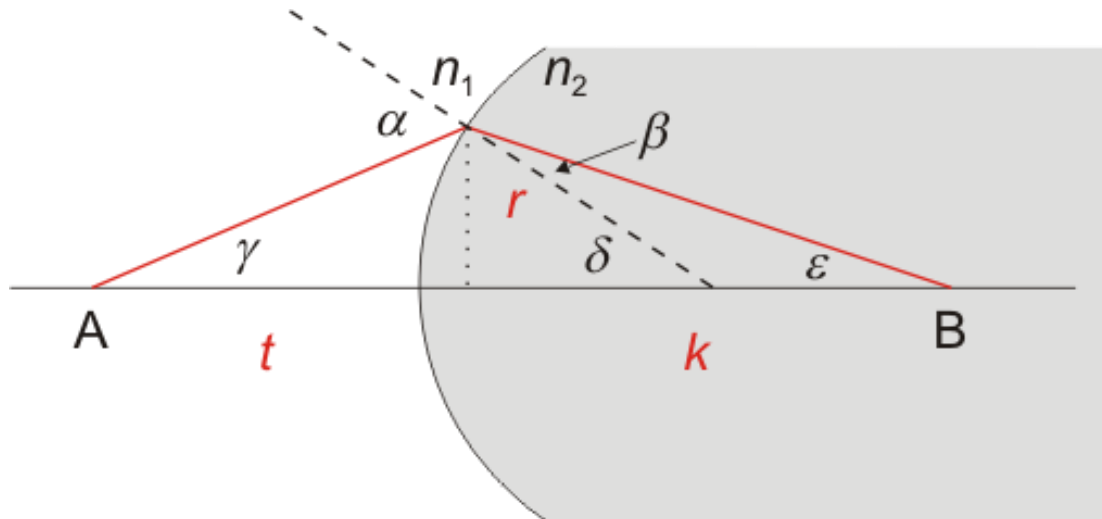
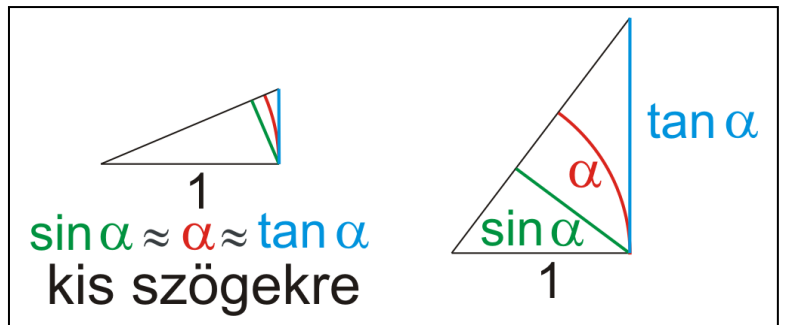
### Alkalmazások:

Optikai „szál”, optikai rost,  
(endoszkópia)



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

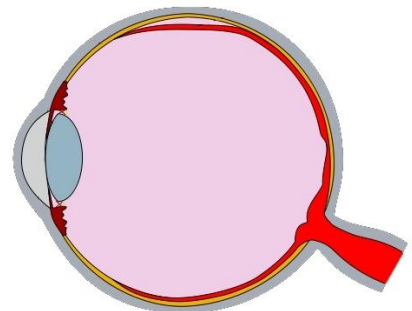
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \approx \frac{\alpha}{\beta}$$



$$\alpha = \gamma + \delta; \quad \beta = \delta - \epsilon$$

$$\frac{n_1}{t} + \frac{n_2}{k} = \frac{(n_2 - n_1)}{r} = D$$

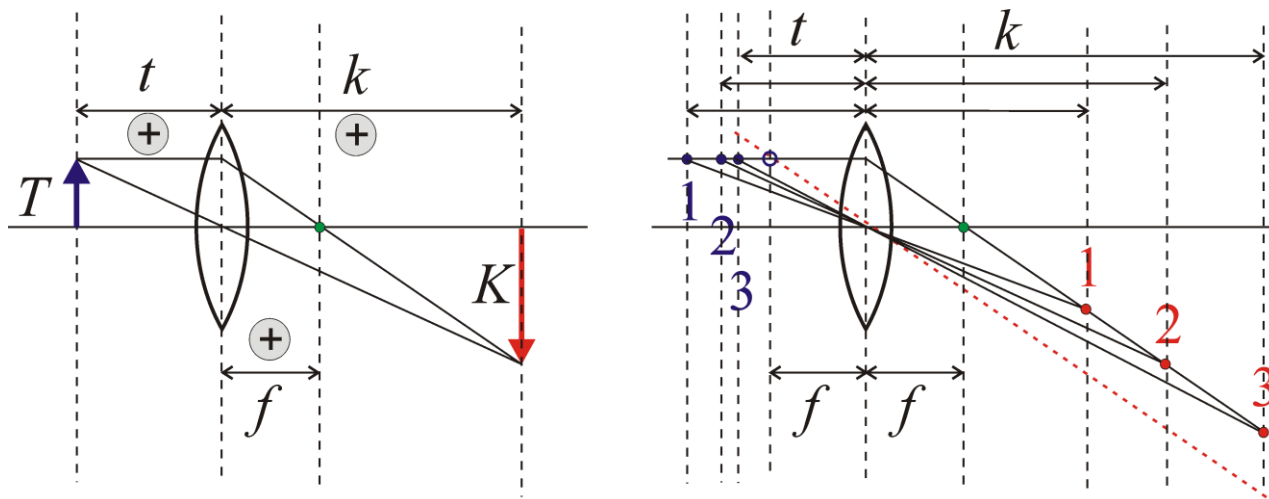
**Alkalmazás:** az emberi szemre  
Pl. a szaruhártya törőerőssége



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

\*\*\*

## Képpalkotás lencsékkel (vékony lencse közelítés)



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

### Lencsetörvény:

$$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f} = (n_{21} - 1) \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

$r_1, r_2$

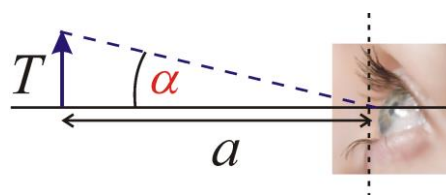
a lencse görbületi sugarai,

$n_{21}$  pedig a relatív  
törésmutatója

### Egyszerű nagyító

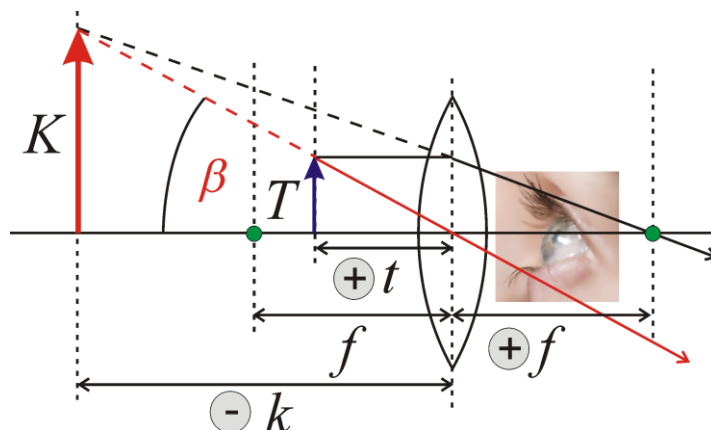
Két esetet kell összevetnünk: a **T tárgyat**

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:

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

Két praktikus választás lehetséges:

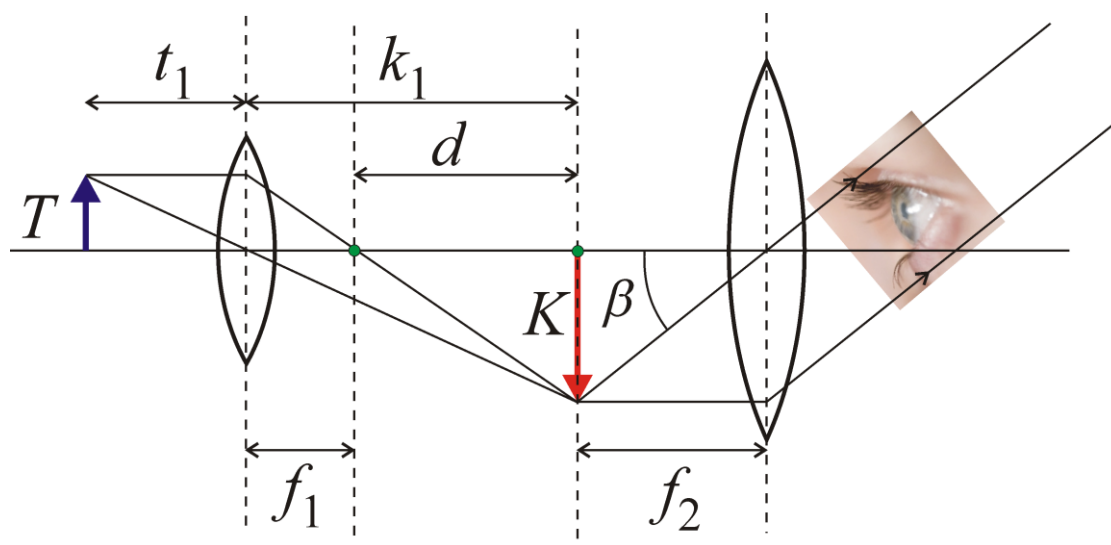
I. ha  $k = -a$  akkor  $N = \frac{a}{f} + 1,$

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:

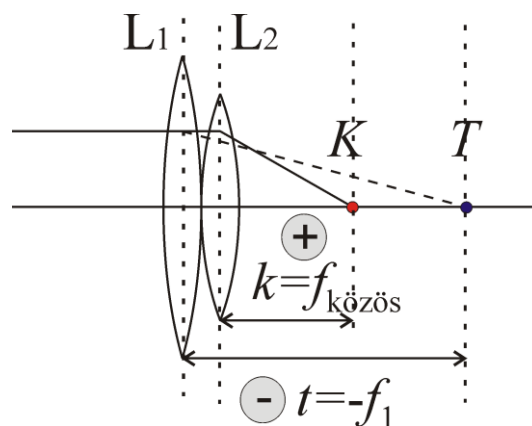
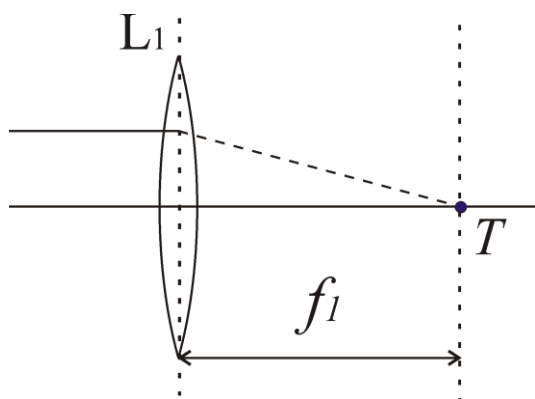
$$N = \frac{tg\beta}{tg\alpha} = \frac{\frac{K}{f_2}}{\frac{T}{a}} = \frac{K}{f_2} \frac{a}{T} = \frac{K}{T} \frac{a}{f_2} = \frac{k_1}{t_1} \frac{a}{f_2} ;$$

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

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

## Lencserendszerek (2) **törőerősség**

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



$T$ -re, mint virtuális tárgyra alkalmazzuk a lencsetörvényt

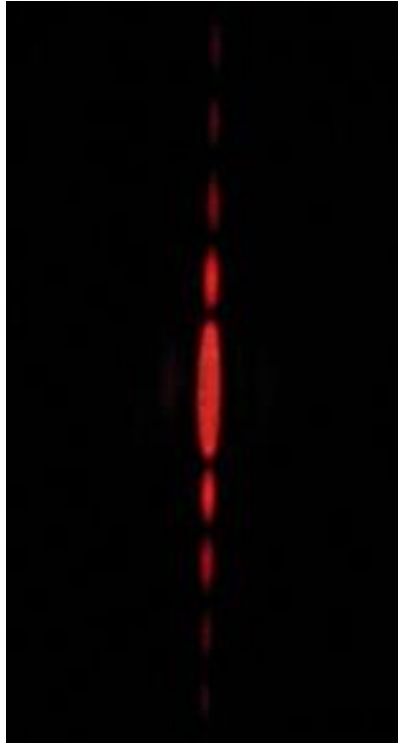
$$-\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_{\text{közös}}} = \frac{1}{f_2}$$

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

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

**Alkalmazások:** szemüvegek, kontaktlencsék.

Van, amit nem tudunk így megmagyarázni:



másik modell

**Fizikai optika vagy hullámoptika**