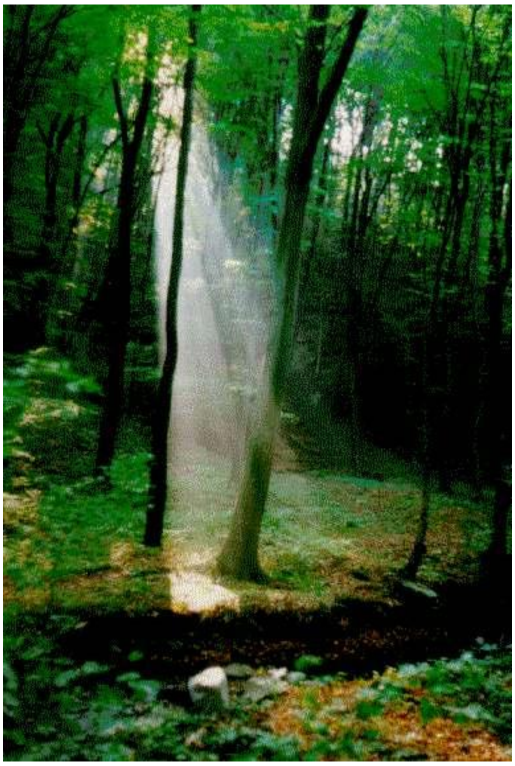
Optika
(fénytan)

Mi a fény? Látható elektromágneses sugárzás.



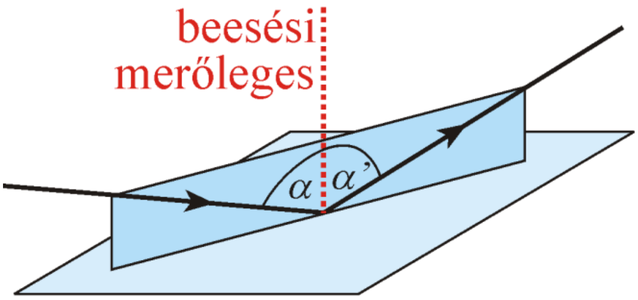
Geometriai optika (modell)

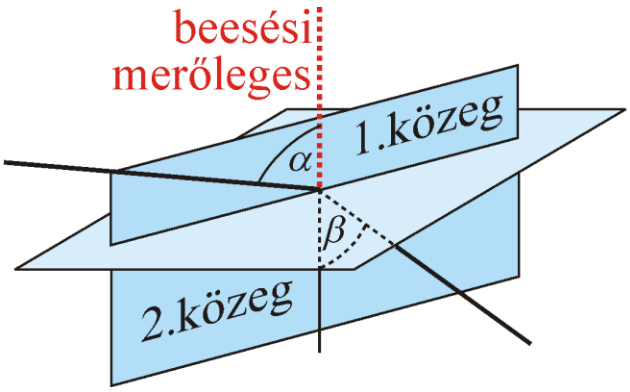
Fénysugár: igen vékony párhuzamos fénynyaláb

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, **3**a) 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 $n_1 < n_2$)

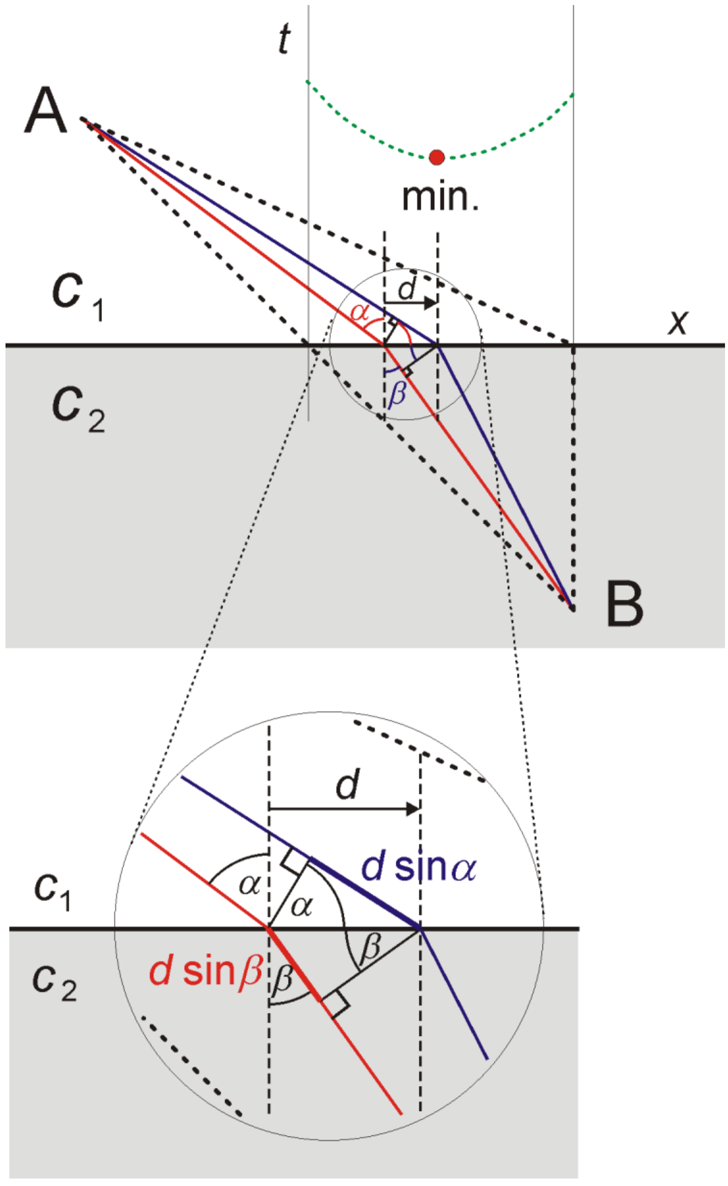
Minden szöget a beesési merőlegestől mérünk!

***

Mindez egyetlen elvből következik!

Fermat-elv

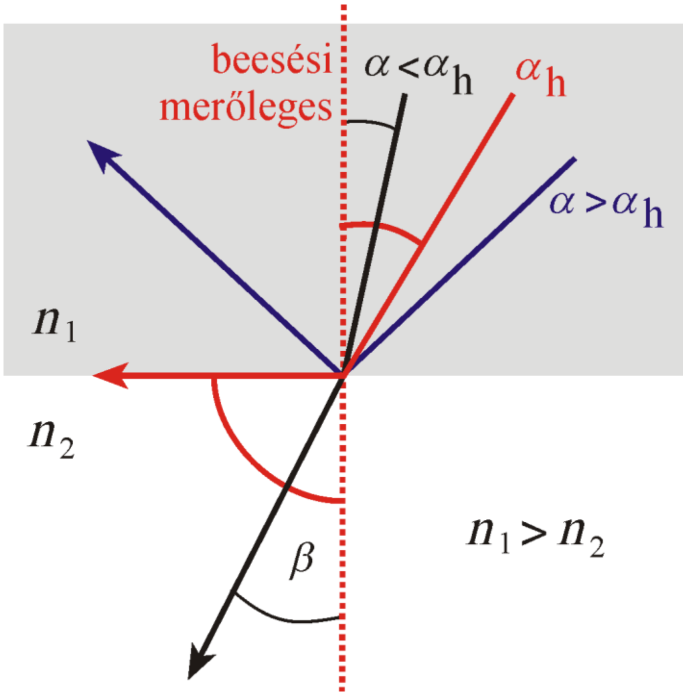
A **„legrövidebb idő elve”**: két pont között a geometriailag lehetséges utak közül a fénysugár a valóságban azt a pályát követi, amelynek megtételéhez a legrövidebb időre van szüksége.



$$t_{\min} = \frac{d\sin\alpha}{c_1} = \frac{d\sin\beta}{c_2}$$

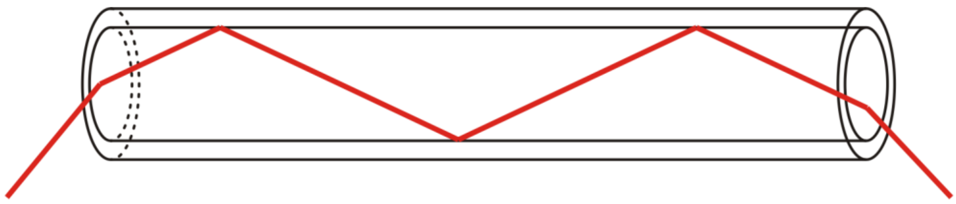
$$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{c_1}{c_2}$$

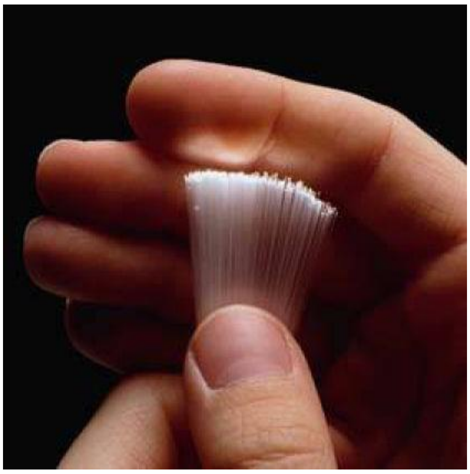
Teljes visszaverődés
(Ha $n_1 > n_2$)

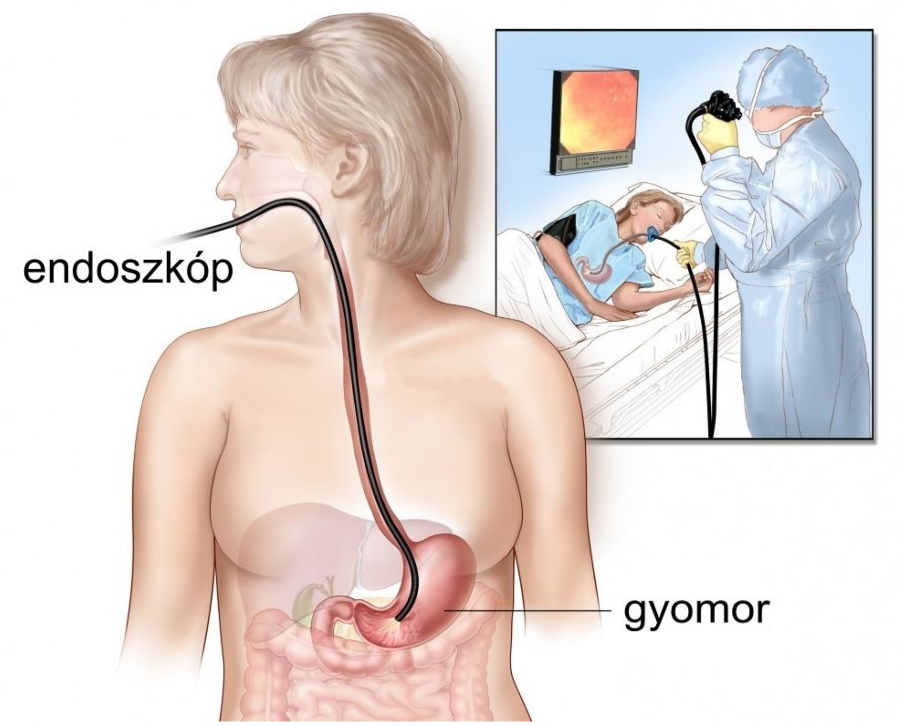


$$\frac{\sin \alpha_h}{\sin \frac{\pi}{2}} = \sin \alpha_h = \frac{n_2}{n_1}$$

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

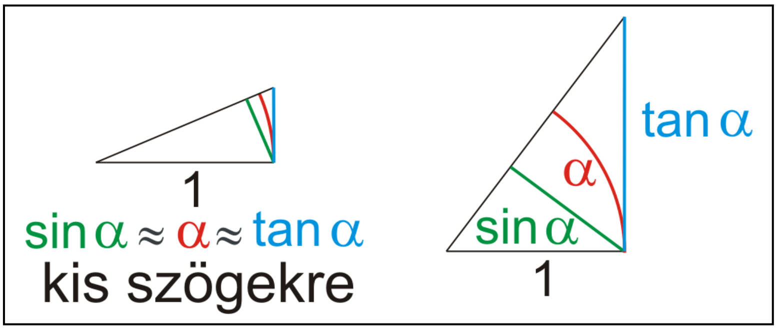


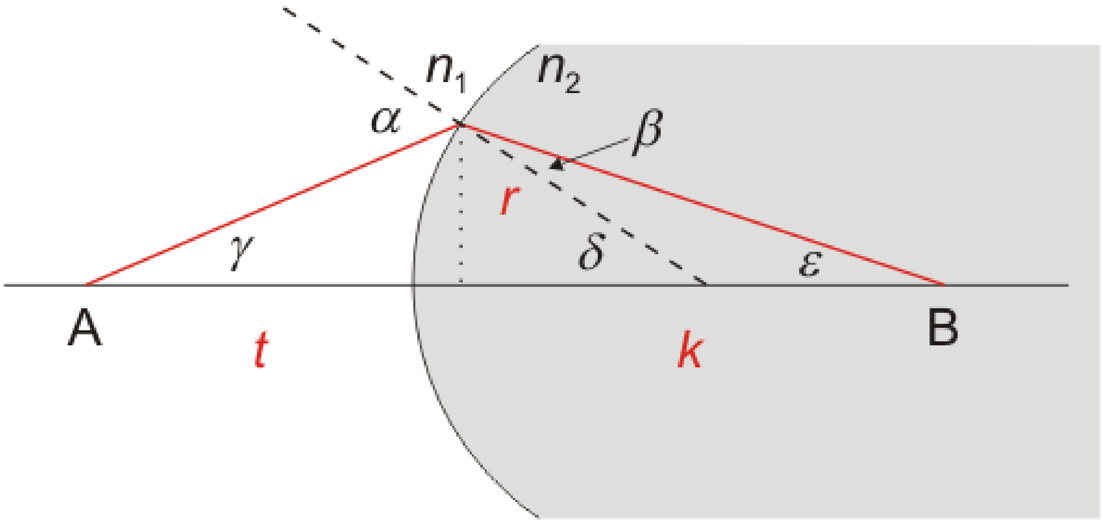




Egyszerű görbült felület leképezése (r sugarú gömb):

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

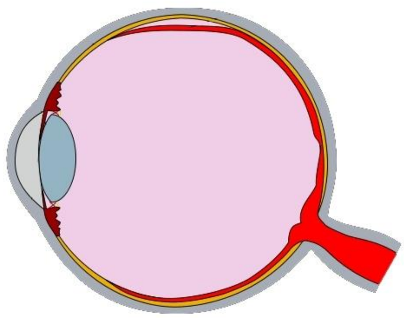




$$\alpha = \gamma + \delta\,; \qquad \beta = \delta - \varepsilon$$

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

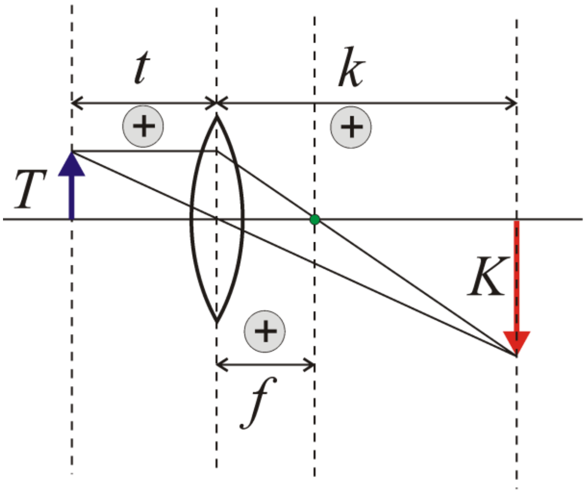
Alkalmazás: az emberi szemre
Pl. a szaruhártya törőerőssége

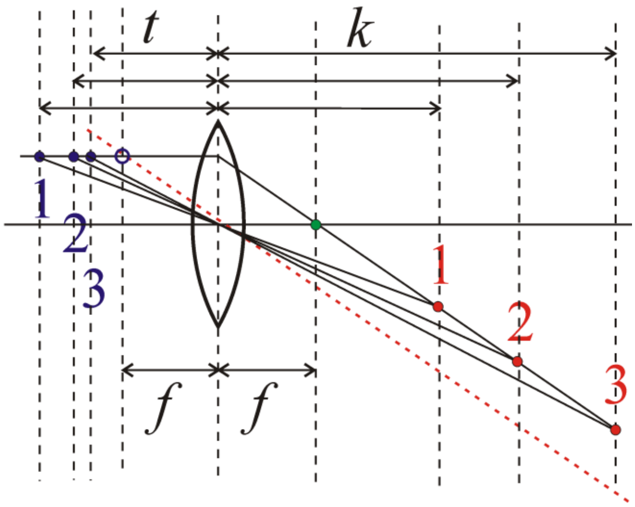


közeg	***r*** [mm]	***n***	***n különbség***	***D*** [dpt]
levegő		1		
			0,37	48
szaruhártya	7,7	1,37		

***

Képalkotás lencsékkel (vékony lencse közelítés)





az optikai tengelyhez közeli ún. paraxiális sugarakra

Lencsetörvény:

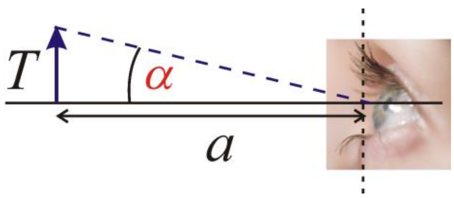
$$\frac{1}{t}+\frac{1}{k}=\frac{1}{f}=(n_{21}-1)\left(\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right)$$

r_1, r_2
a lencse görbületi sugarai,

n_{21} pedig a relatív törésmutatója

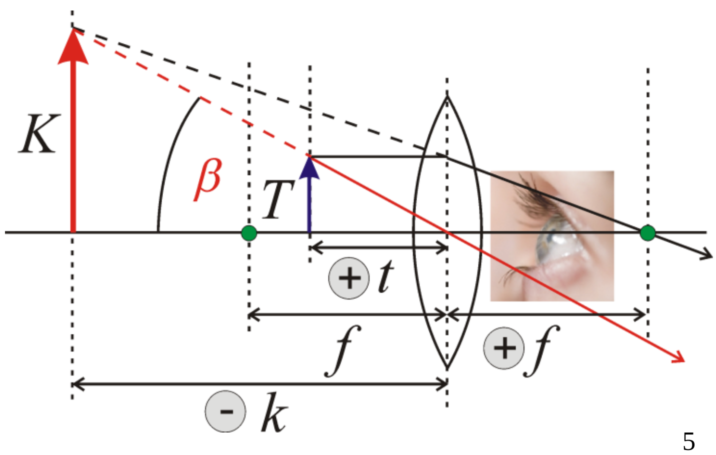
Egyszerű nagyító
Két esetet kell összevetnünk: a T tárgyat

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



2. lencsével t távolságból nézve
β szög alatt látjuk

K virtuális kép



Szögnagyítás (definíció):

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

Esetünkben:

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

Két praktikus választás lehetséges:

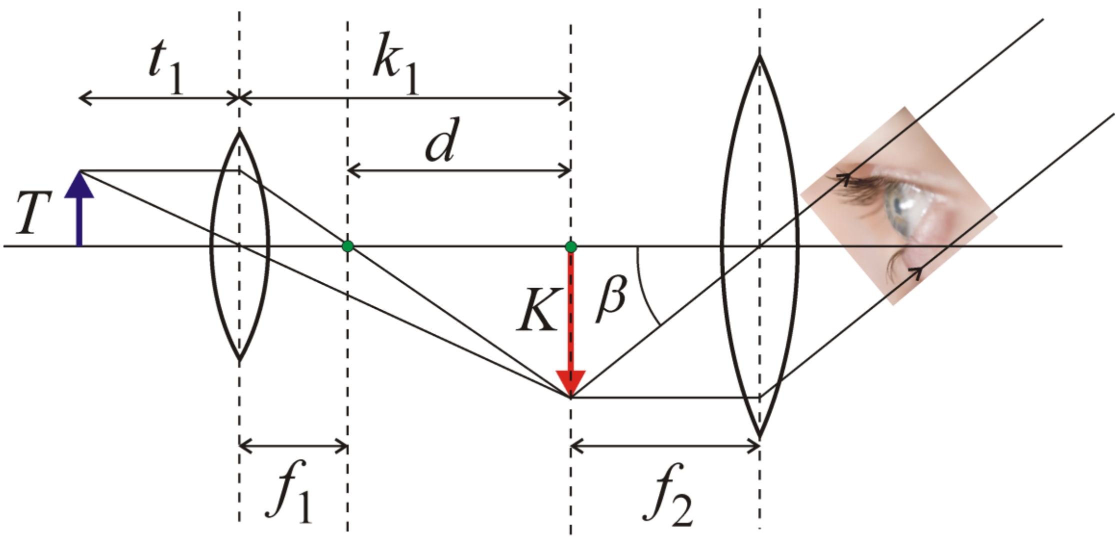
I. ha $k = -a$ akkor $N = \frac{a}{f} + 1,$

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:

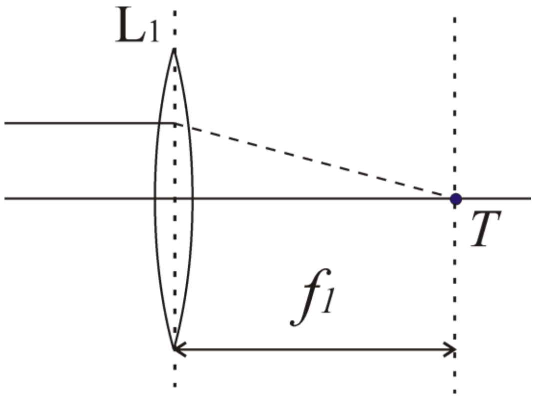
$$N=\frac{tg\beta}{tg\alpha}=\frac{\frac{K}{f_2}}{\frac{T}{a}}=\frac{K}{f_2}\frac{a}{T}=\frac{K}{T}\frac{a}{f_2}=\frac{k_1}{t_1}\frac{a}{f_2};$$

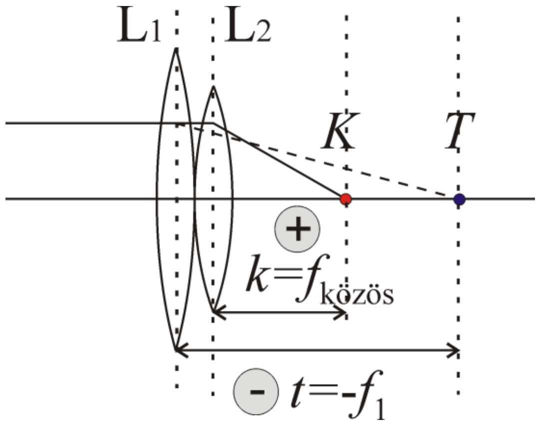
$$\frac{1}{t_1}=\frac{1}{f_1}-\frac{1}{k_1}=\frac{k_1-f_1}{f_1k_1}=\frac{d}{f_1k_1}$$

$$N=\frac{d}{f_1k_1}\frac{k_1a}{f_2}=\frac{da}{f_1f_2}$$

Lencserendszerek (2) **törőerősség**

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



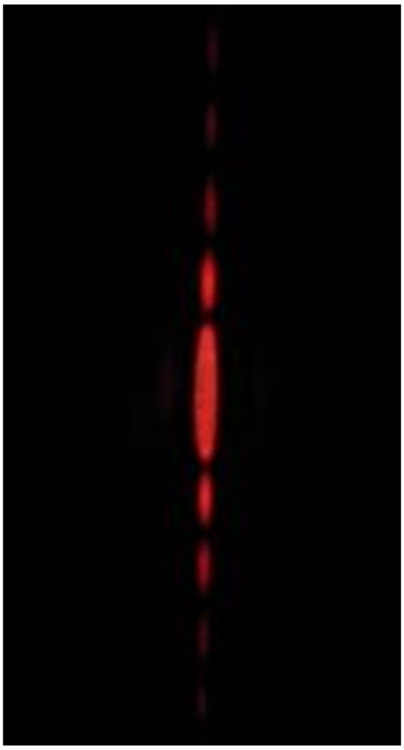


T-re, mint virtuális tárgyra alkalmazzuk a lencsetörvényt

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

A törőerősségek összeadódnak [1/m], dioptria, [dpt].
Alkalmazások: szemüvegek, kontaktlencsék.

Van, amit nem tudunk így megmagyarázni:



másik modell

Fizikai optika vagy hullámoptika