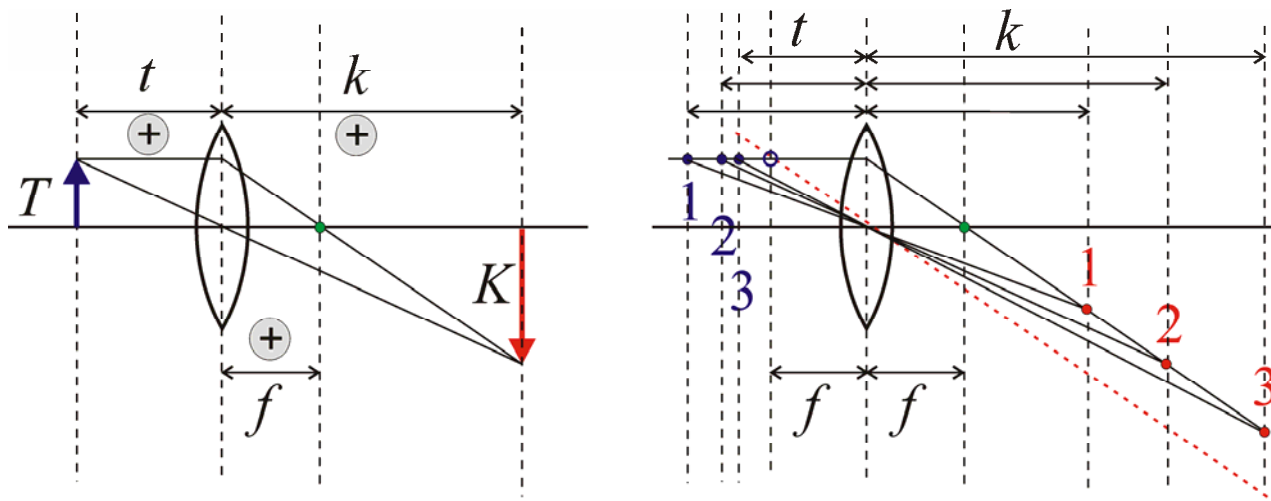


Képpalkotás lencsékkel (vékony lencse közelítés)



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

Lencsetörvény:

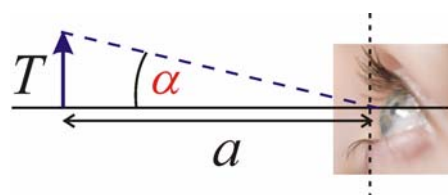
$$\frac{1}{t} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

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

Egyszerű nagyító

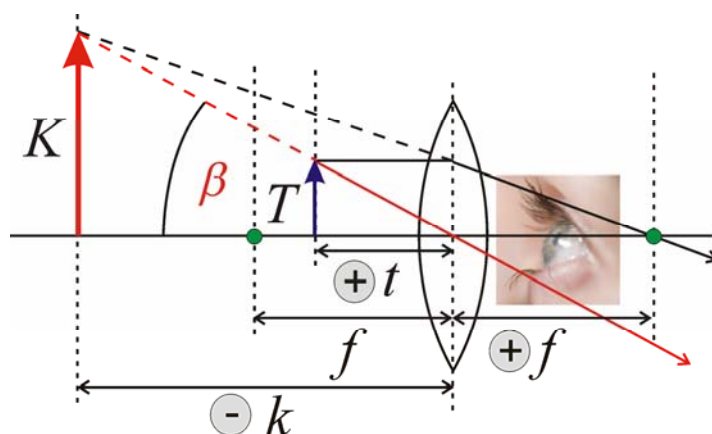
Két esetet kell összevetnünk: a **T tárgyat**

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:

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

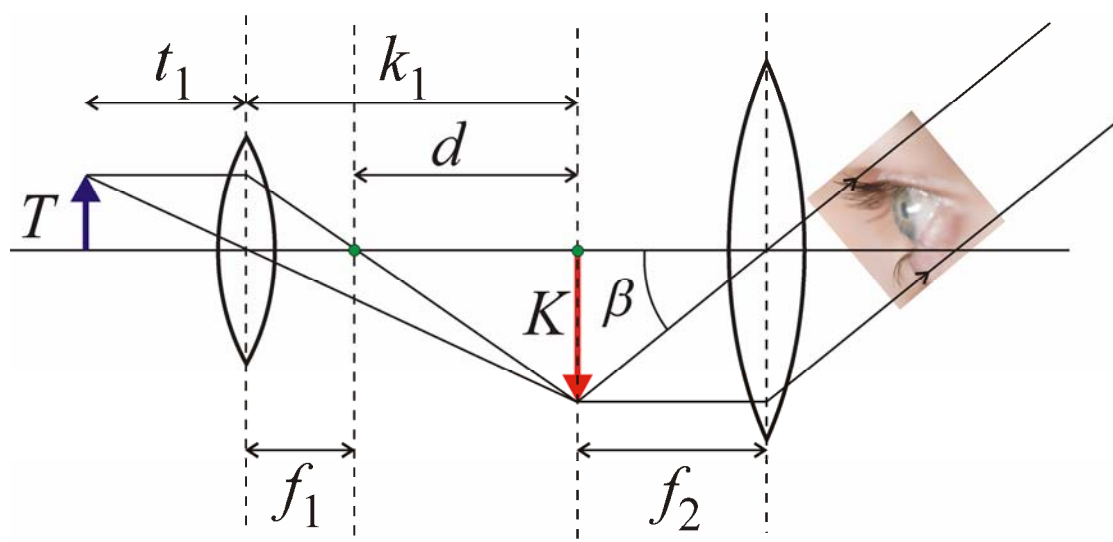
Két praktikus választás lehetséges:

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:

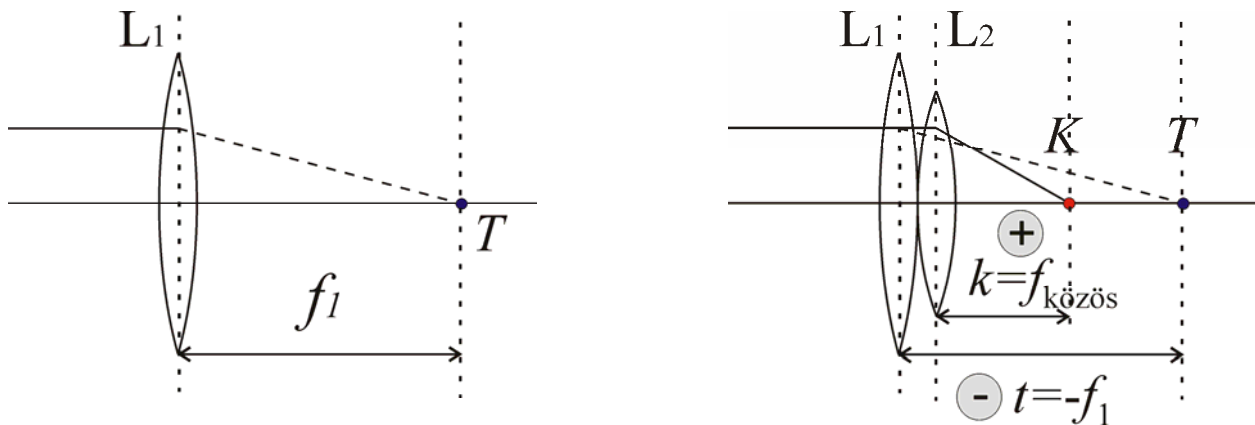
$$N = \frac{\text{tg}\beta}{\text{tg}\alpha} = \frac{\frac{K}{f_2}}{\frac{T}{a}} = \frac{K}{f_2} \frac{a}{T} = \frac{K}{T} \frac{a}{f_2} = \frac{k_1}{t_1} \frac{a}{f_2};$$

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

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

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

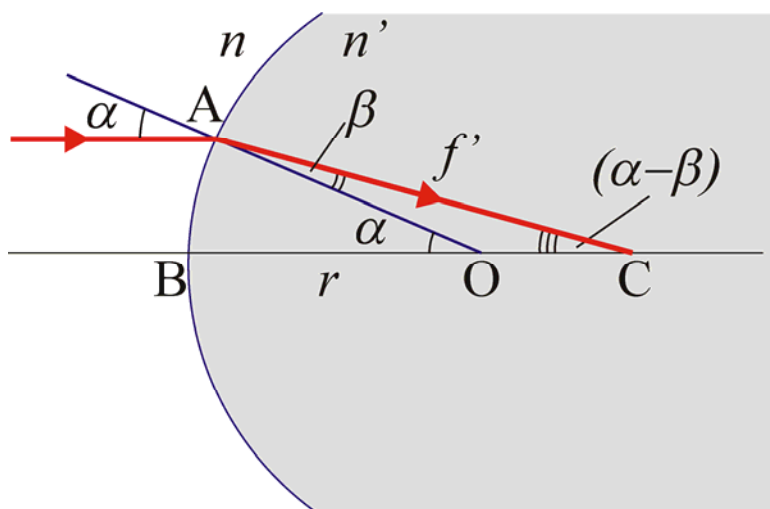
$$-\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_{\text{közös}}} = \frac{1}{f_2}$$

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

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:

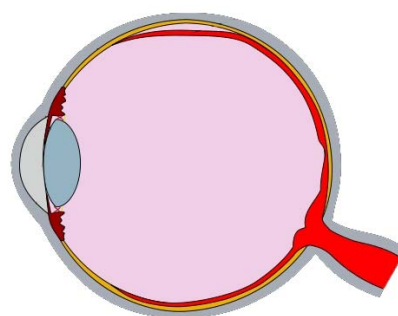
$$1 - \frac{n}{n'} = \frac{r}{f'}, \quad \frac{n' - n}{n'} = \frac{r}{f'}$$

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		

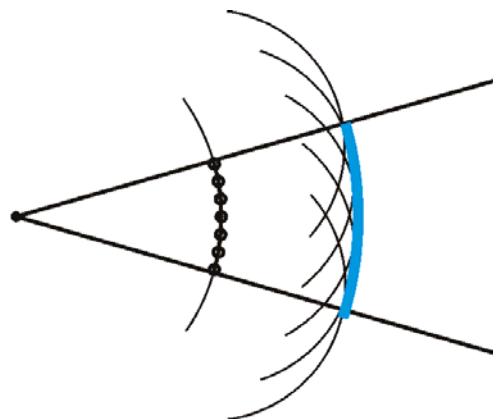
Van, amit nem tudunk így megmagyarázni:

Fizikai optika vagy hullámoptika

(másik modell)

Alapja a **Huygens–Fresnel-elv**

A **Huygens-elv** szerint egy hullámfelület minden egyes pontjából elemi hullámok indulnak ki, az új hullámfelület ezen elemi hullámok közös burkolófelülete.



Az egyenes vonalú fényterjedés, a fényvisszaverődés és a fénytörés törvényei ennek alapján is leírhatók.

Fresnel ezt azzal egészítette ki, hogy az új burkolófelület létrejöttkor érvényesül a **szuperpozíció elve** is, ami nem más, mint annak a tapasztalati ténynek a kvantitatív megfogalmazása, hogy két hullám összetalálkozásakor zavartalanul keresztülhaladnak egymáson. **Interferálnak**.

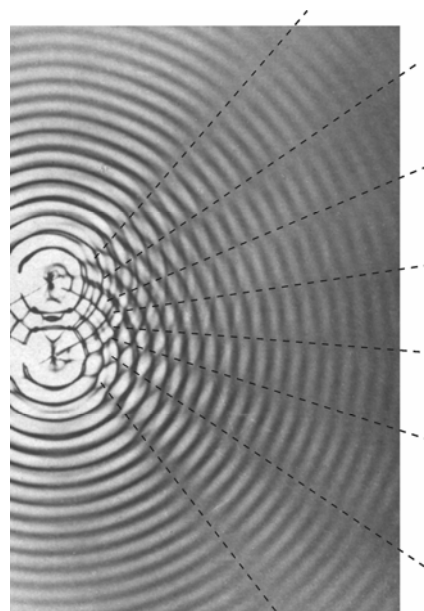
Hullámok (dinamikában is szerepel)

Pl. „vízhullám”: direkt módon megfigyelhető.

Mert elég lassan változik (kis f) és elég nagy méretű (nagy λ).

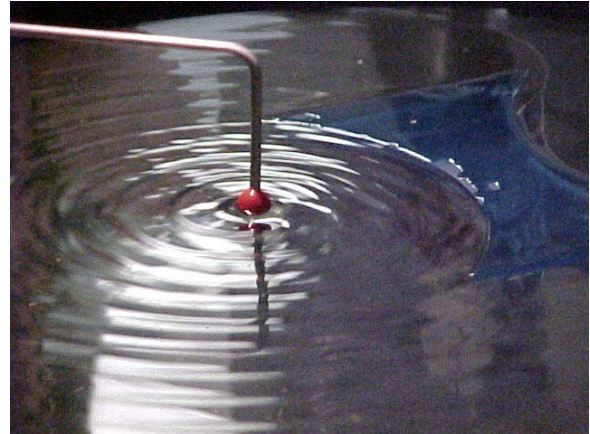
A „**fényhullám**” nem ilyen.

Bizonyos feltételek mellett **mintázatok** jöhetnek létre, amelyek időben nem, vagy csak lassan változnak, méretük pedig lényegesen nagyobb lehet, mint λ .



Interferencia (két vagy több hullám találkozása egymással)
a hullámokkal kapcsolatos legfontosabb jelenség

Inkoherens és koherens hullámok

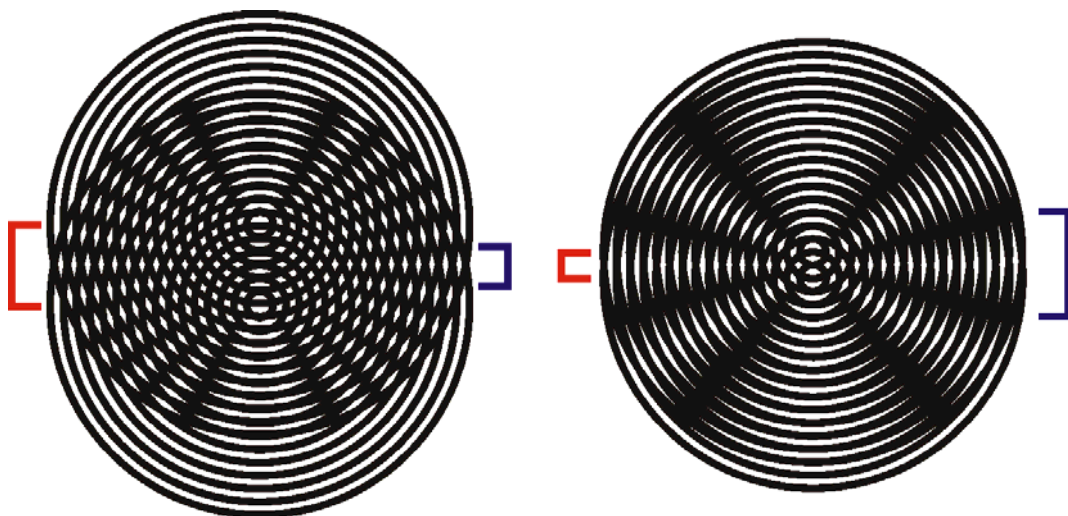


A koherens hullámok térben és időben szabályozottan keltődnek, valamilyen módon szinkronizáltak.

Fényinterferencia

Csak az esetlegesen létrejövő mintázatok figyelhetők meg.
Pontszerű források esetén a megfigyelhetőség feltételei:

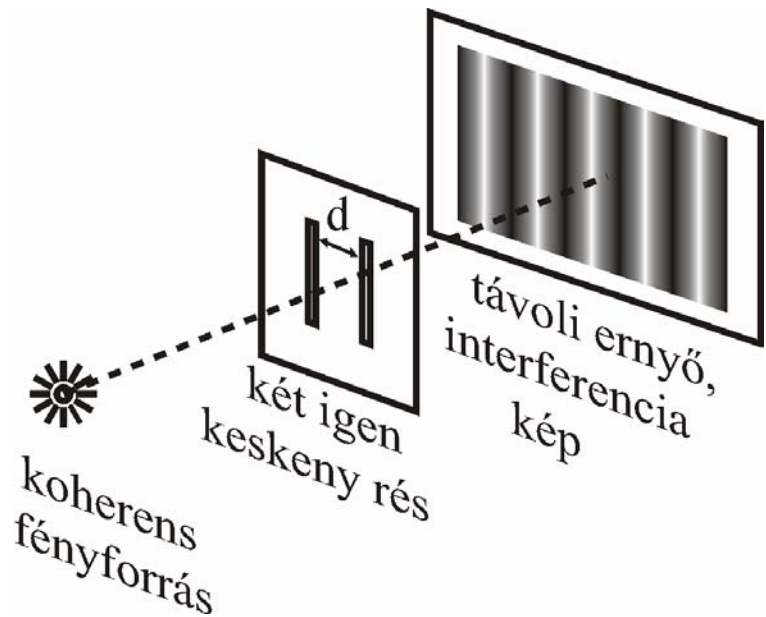
1. koherens hullámok (pl. állandó fáziskülönbség, $\Delta\varphi = \text{áll.}$)
2. a források távolsága összemérhető λ -val.



Kisebb forrástávolság (piros jel),
nagyobb méretű mintázat (kék jel).

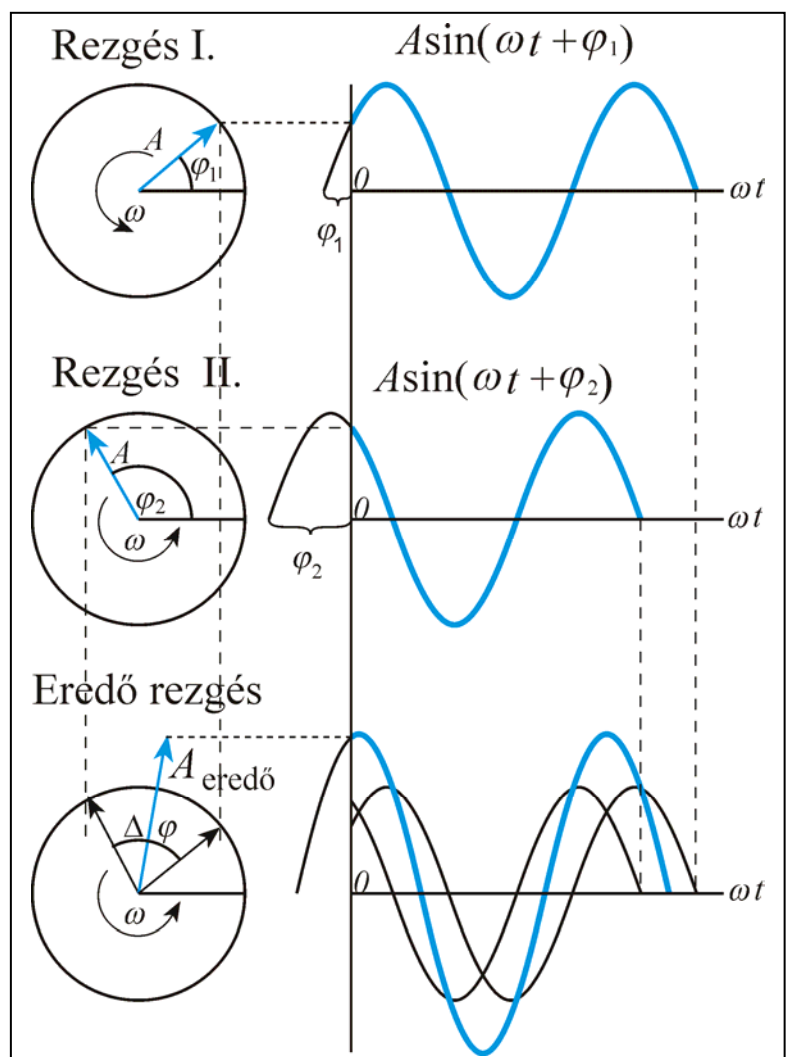
Tipikus fényinterferencia kísérlet és mintázat:

„Fényelhajlás” **két résen**
(Young-féle kísérlet)
(diffrakció)



Az **erősítések és gyengítések** helyeit a **fáziskülönbség** ($\Delta\varphi$) határozza meg.

Adott helyen a rezgési állapotokat forgó vektorokkal szemléltetjük:



Az eredő rezgés
amplitúdóját ($A_{\text{eredő}}$)
a komponensek (A)
vektori összege adja meg.