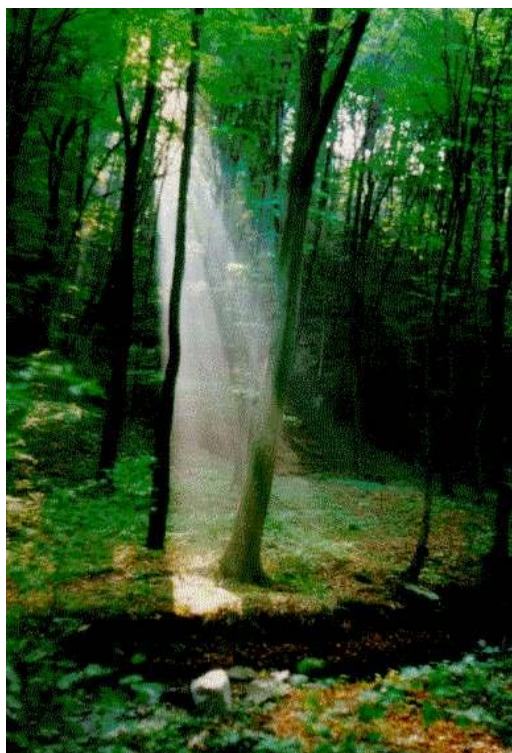


# Optika

Mi a fény?



Látható **elektromágneses sugárzás**.

**Geometriai optika** (modell)

**Fénysugár:** igen vékony párhuzamos fénynyaláb

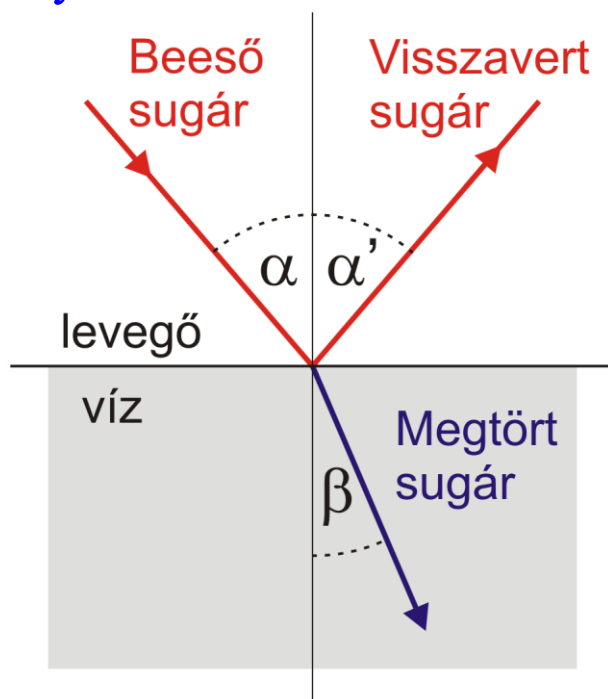
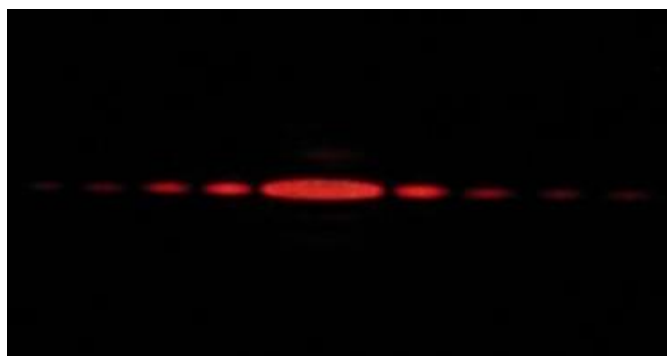
Ezt a modellt használva az optikai jelenségek széles körének magyarázata egyszerű **geometriai problémák** megoldásaként adható meg.

1. egyenes vonalú terjedés törvénye
2. visszaverődési törvény  $\alpha = \alpha'$
3. törési törvény

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

**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.**



Van, amit nem tudunk így megmagyarázni:

**Interferencia** (két vagy több hullám találkozása egymással)

a hullámokkal kapcsolatos legfontosabb jelenség

Pl. „vízhullám”: közvetlenül megfigyelhető.

Mert elég lassan változik (kis  $f$ ) és elég nagy méretű (nagy  $\lambda$ ).



A „fényhullám” nem ilyen.

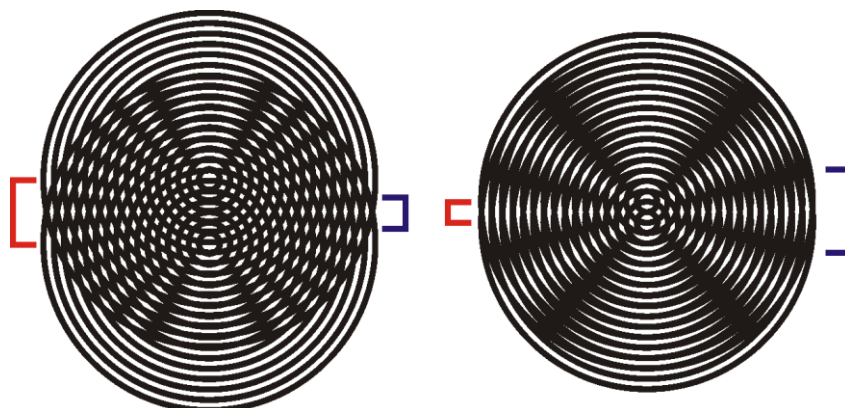
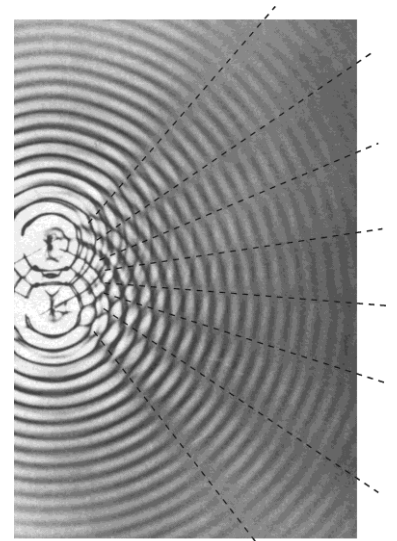
Mikroszkopikus (rövid  $\lambda$ );  
gyorsan változik (nagy  $f$ )

Bizonyos feltételek mellett mintázatok jöhetnek létre, amelyek időben nem változnak, méretük pedig lényegesen nagyobb mint  $\lambda$ .

Inkoherens és koherens hullámok



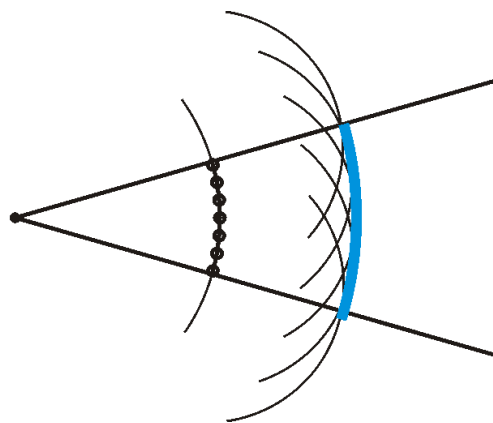
A koherens hullámok térben és időben szabályozottan keltődnek, valamilyen módon szinkronizáltak.



## 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.

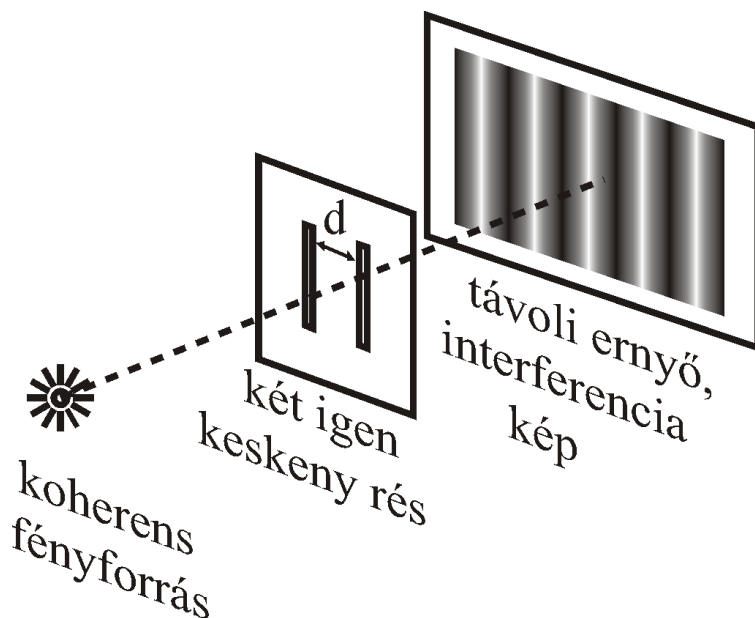


Az egyenes vonalú fényterjedés, a fényvisszaverődés és a fénytörés törvényei ennek alapján is leírhatók.

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

### Tipikus fényinterferencia kísérlet és mintázat:

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

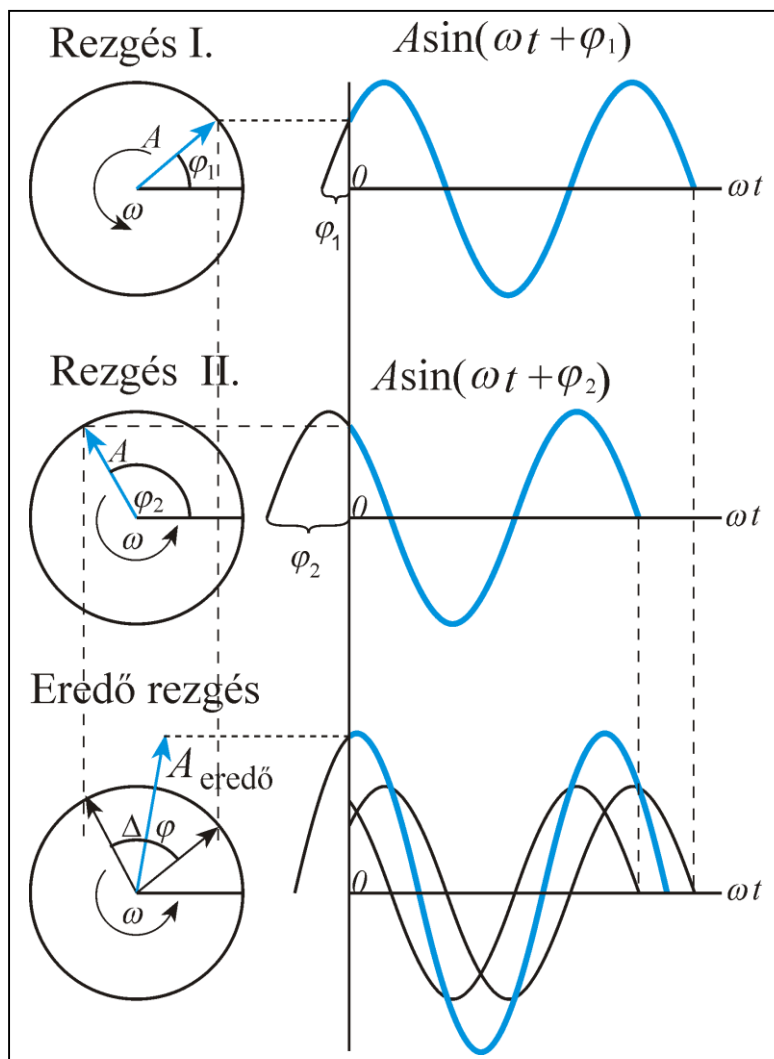


Az erősítések és gyengítések helyeit a **fáziskülönbség** ( $\Delta\varphi$ ) határozza meg.

Adott helyen a rezgési állapotokat forgó vektorokkal szemléltetjük:

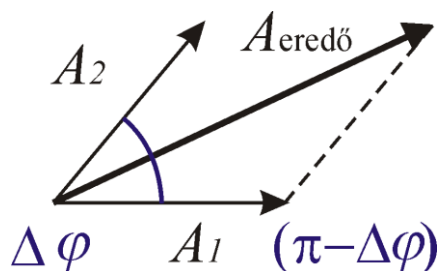
Az eredő rezgés amplitúdóját ( $A_{\text{eredő}}$ ) a komponensek ( $A$ ) **vektori összege** adja meg.

Szemünk nem az amplitúdókat, hanem a négyzetükkel arányos **fényteljesítményeket** ( $P$ ) „érezkei”.



Mivel  $A_{\text{eredő}}^2 \sim P_{\text{eredő}}$ , és  $A_{\text{eredő}} = A_1 + A_2$  ezért  $P_{\text{eredő}} \neq P_1 + P_2$ .

Két vektor ( $A_1, A_2$ ) eredője ( $A_{\text{eredő}}$ ), illetve annak négyzete, ha a köztük lévő szög  $\Delta\varphi$ :



$$P \sim A_{\text{eredő}}^2 = A_1^2 + A_2^2 - 2A_1 A_2 \cos(\pi - \Delta\varphi) \quad (\text{koszinusz tétel})$$

$$P \sim A_{\text{eredő}}^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos\Delta\varphi$$

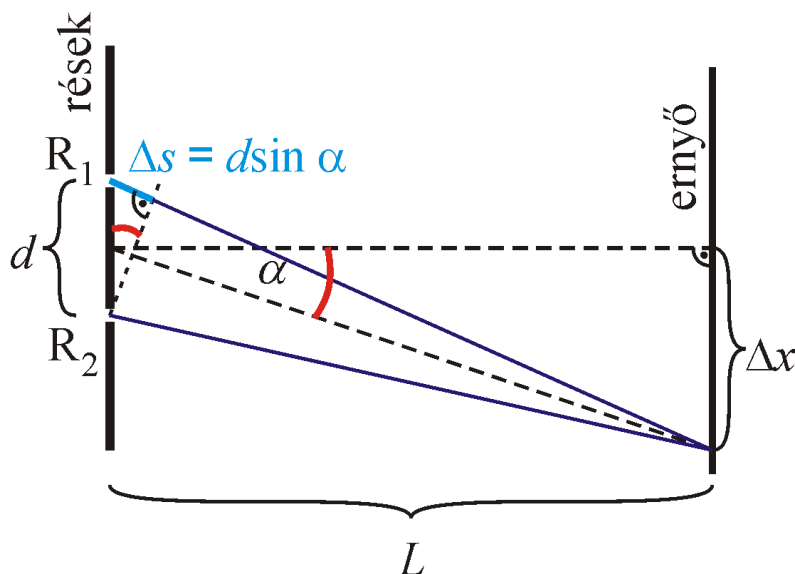
$$\text{Ha } A_1 = A_2 = A, \text{ akkor } A_{\text{eredő}}^2 = 2A^2 (1 + \cos\Delta\varphi)$$

A **fáziskülönbség** ( $\Delta\varphi$ ) az **útkülönbség** ( $\Delta s$ ) és a **hullámhossz** ( $\lambda$ ) viszonya szabja meg.

Ha  $L \gg d$ ,

akkor az **útkülönbség**

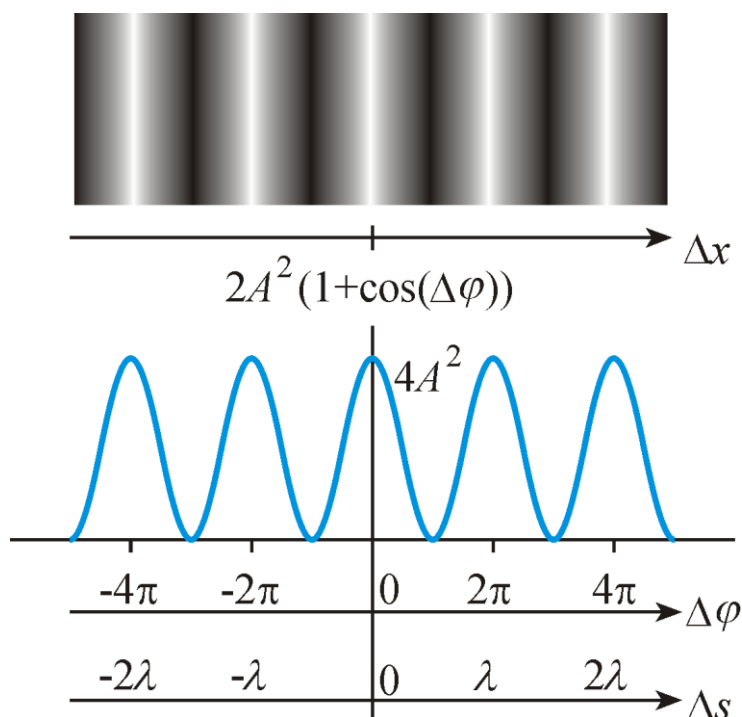
$$\Delta s = d \sin \alpha.$$



A **fáziskülönbség** pedig:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta s = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \alpha \approx \frac{2\pi}{\lambda} d \tan \alpha = \frac{2\pi}{\lambda} d \frac{\Delta x}{L}$$

**Szemléltetés:**



**Maximumok** figyelhetők meg a

$\Delta\varphi = 2k\pi$  vagy  $\Delta s = k\lambda$ ;  $k = 0, 1, 2, \dots$  feltételnek megfelelő helyeken.

**Alkalmazások:** a mikroszkópok feloldóképességének meghatározásánál.

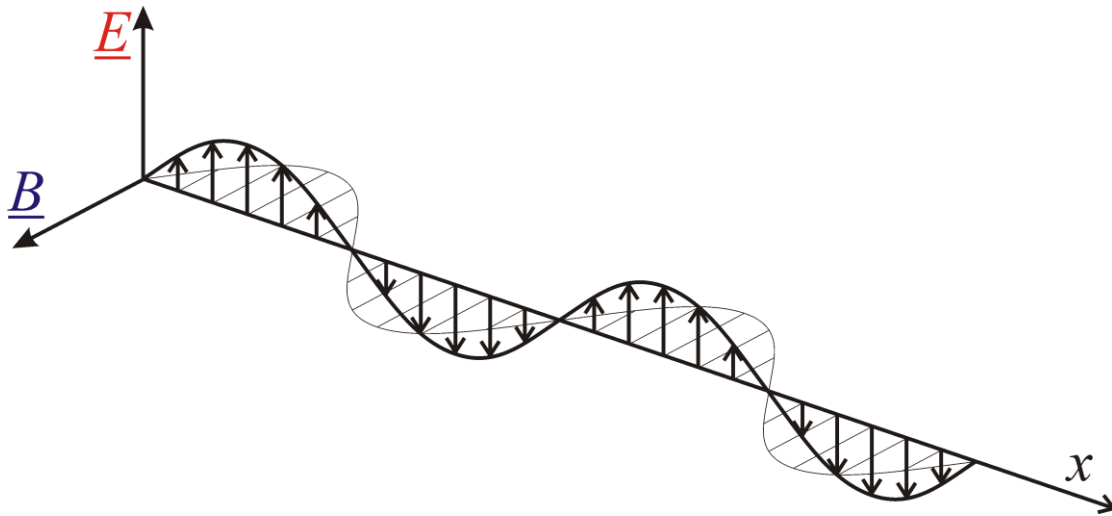


A fény elektromágneses hullám

transzverzális

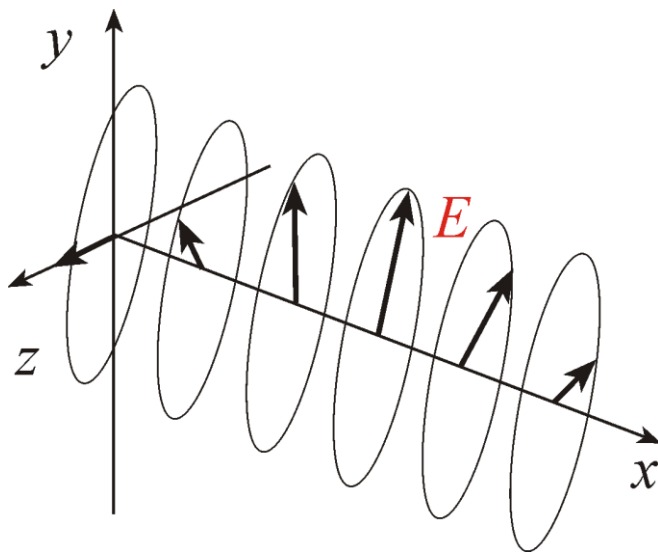
ezért polarizálható

lineárisan polarizált fény  
vagy síkban polarizált fény



De van

elliptikusan polarizált fény is.



## Optikai anizotropia

Pl. „anizotrop anyagban” a megfelelően módon lineárisan polarizált fény terjedési sebessége függ a terjedés irányától. Ennek oka az anyag struktúrájával kapcsolatos.

Következmények, alkalmazások: kettős törés, polarizációs mikroszkóp.