

# Fizikai alapismeretek

## 9. előadás: Optika

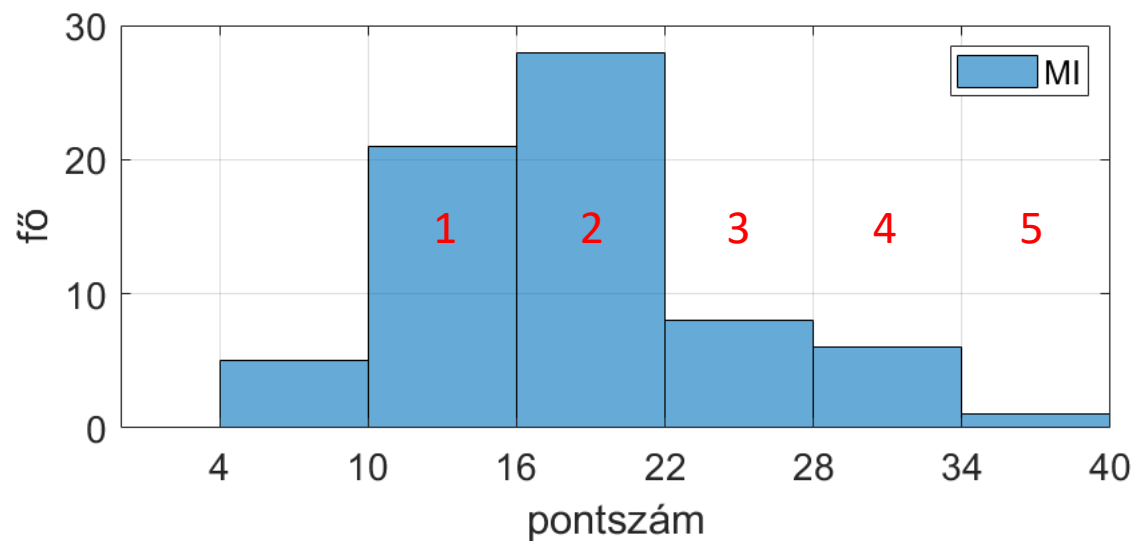
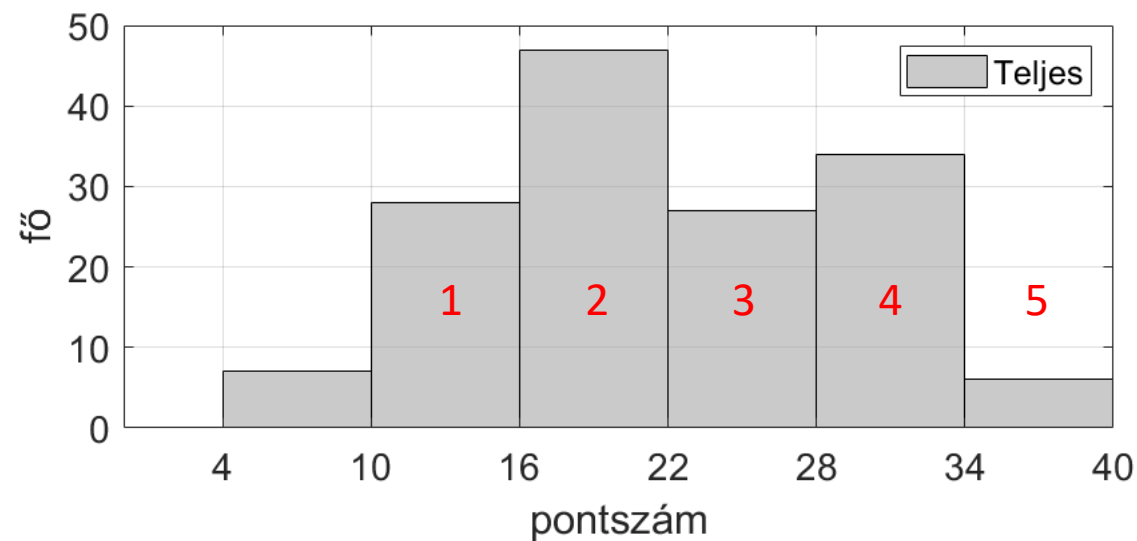
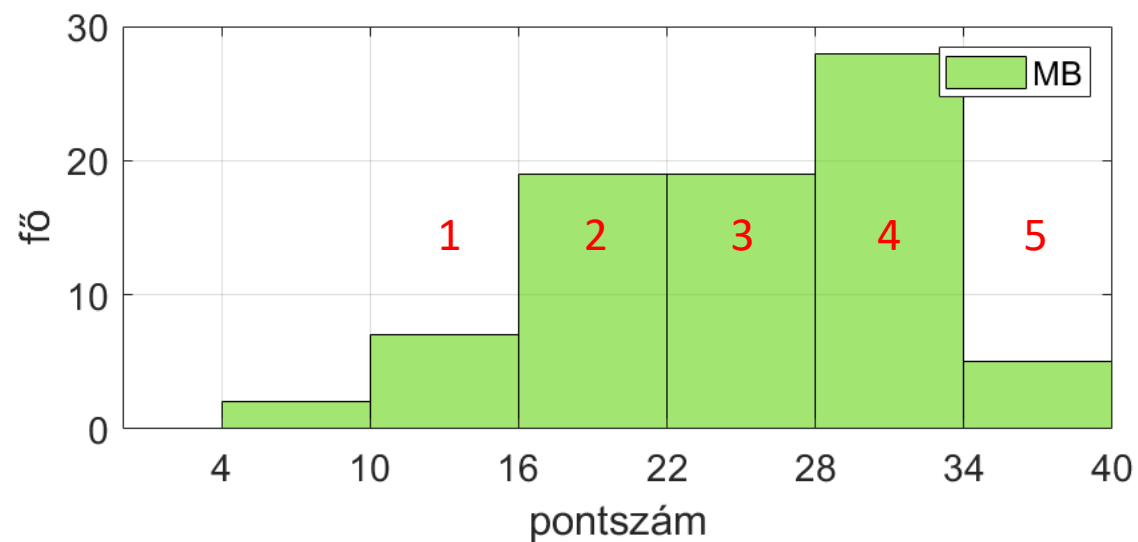
Papp Ádám

[papp.adam@itk.ppke.hu](mailto:papp.adam@itk.ppke.hu)

407. szoba, 204. labor

2023. 11. 20.

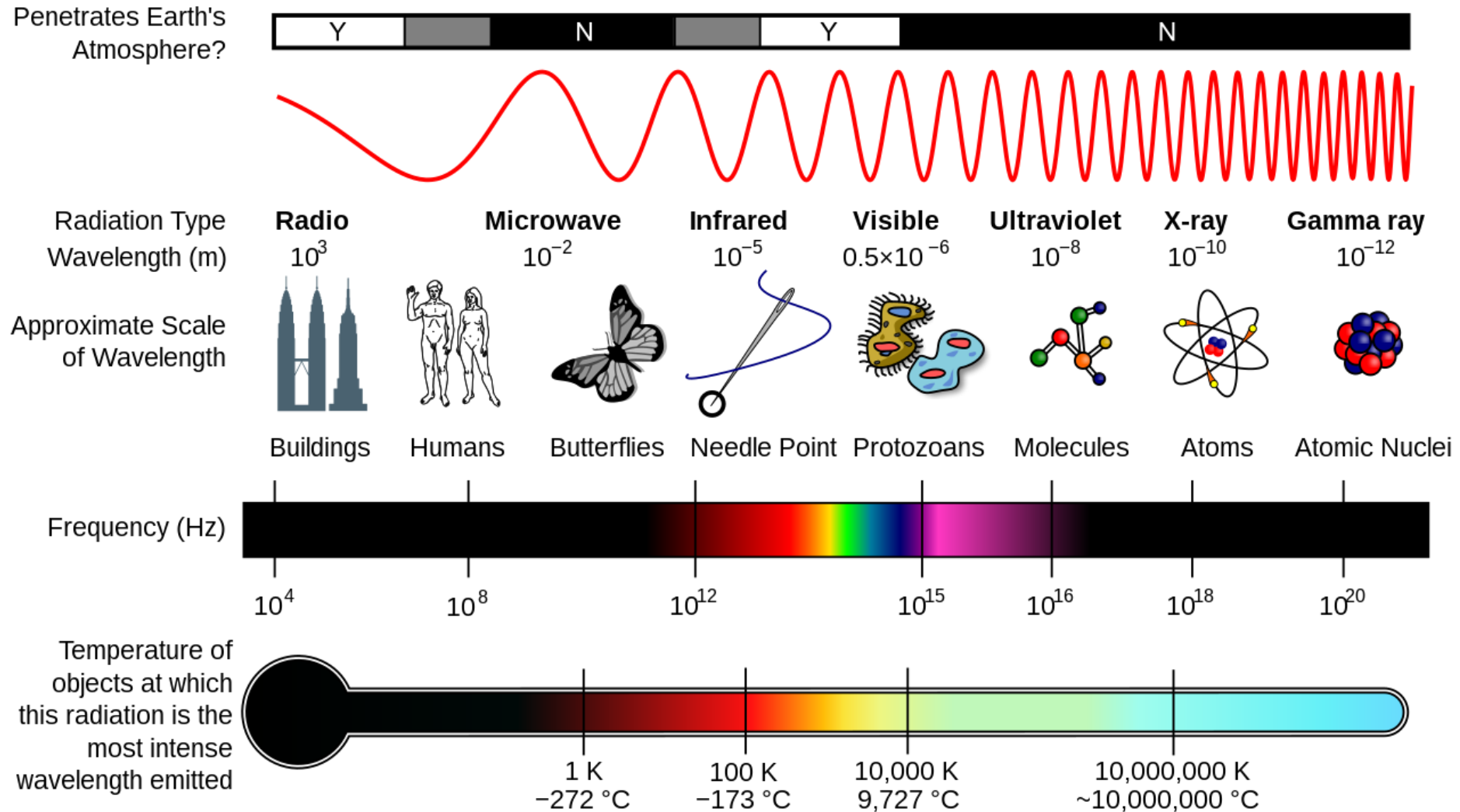
# I. ZH eredmények



**II. ZH lehetséges időpontja: dec. 5. kedd 16:30 – 18:30**

**PótZH I-II. dec. 13. szerda du. (???)**

# Elektromágneses spektrum



# Elektromágneses hullámok

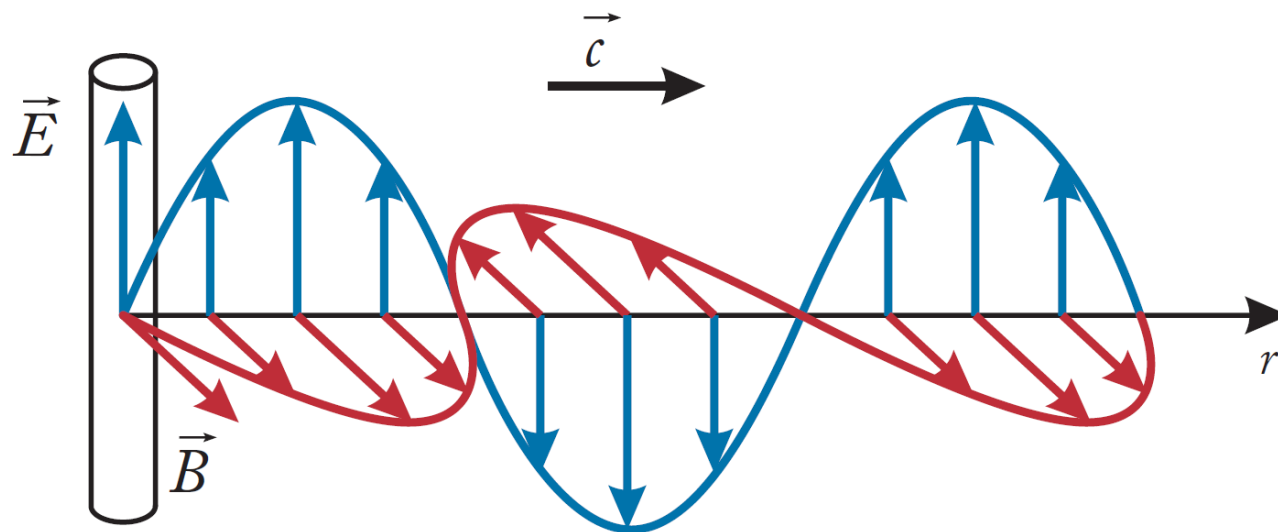
Vákuumban a mágneses tér megváltozása örvényeket hoz létre az elektromos térben, és fordítva, az elektromos tér megváltozása örvényeket hoz létre a mágneses térben.

**Faraday törvény (Maxwell III.):**

$$\text{rot } \vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt}$$

**Ampere törvény (Maxwell IV.):**

$$\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}$$



$$\mu_0 \epsilon_0 = \frac{1}{c^2}$$

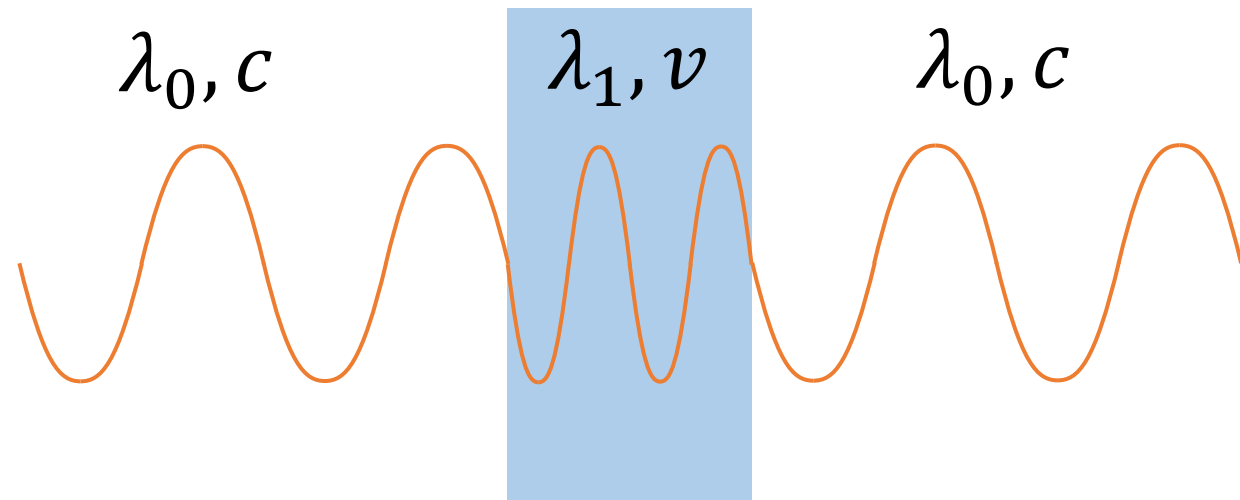
*Az  $\vec{E}$  és  $\vec{B}$  fázisviszonyai a hullámban*

# Fénysebesség, hullámhossz

A fénysebesség vákuumban:  $c = 2,99792458 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

A hullámhossz:  $\lambda = \frac{c}{f}$

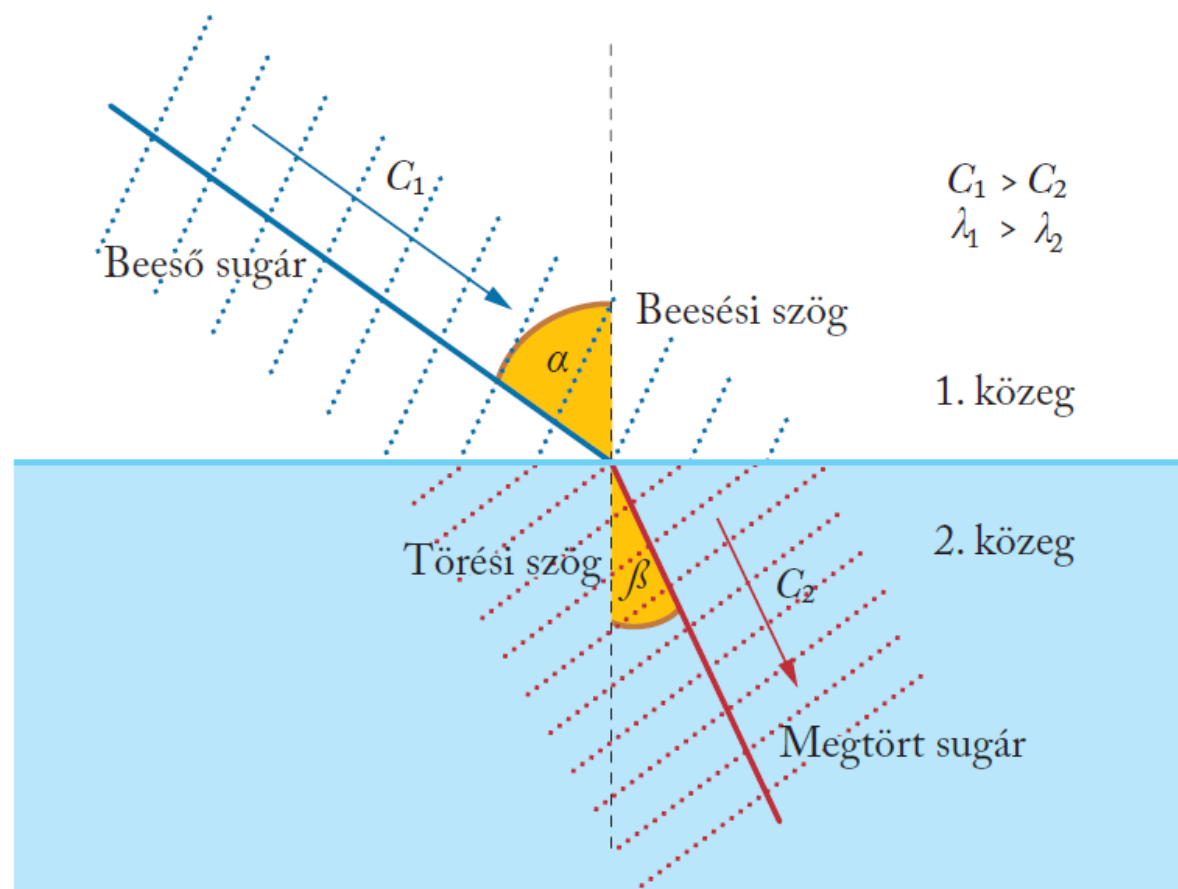


Törésmutató:  $n = \frac{c}{\nu} = \frac{\lambda_0}{\lambda_1} \geq 1$

# Törés, visszaverődés

Snellius-Descartes törvény:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

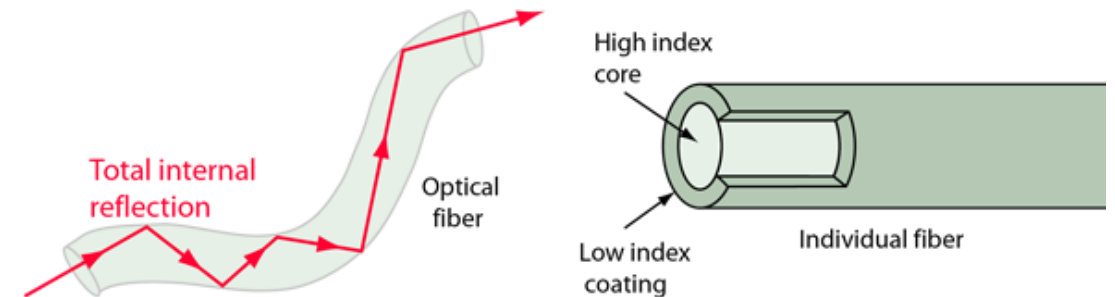
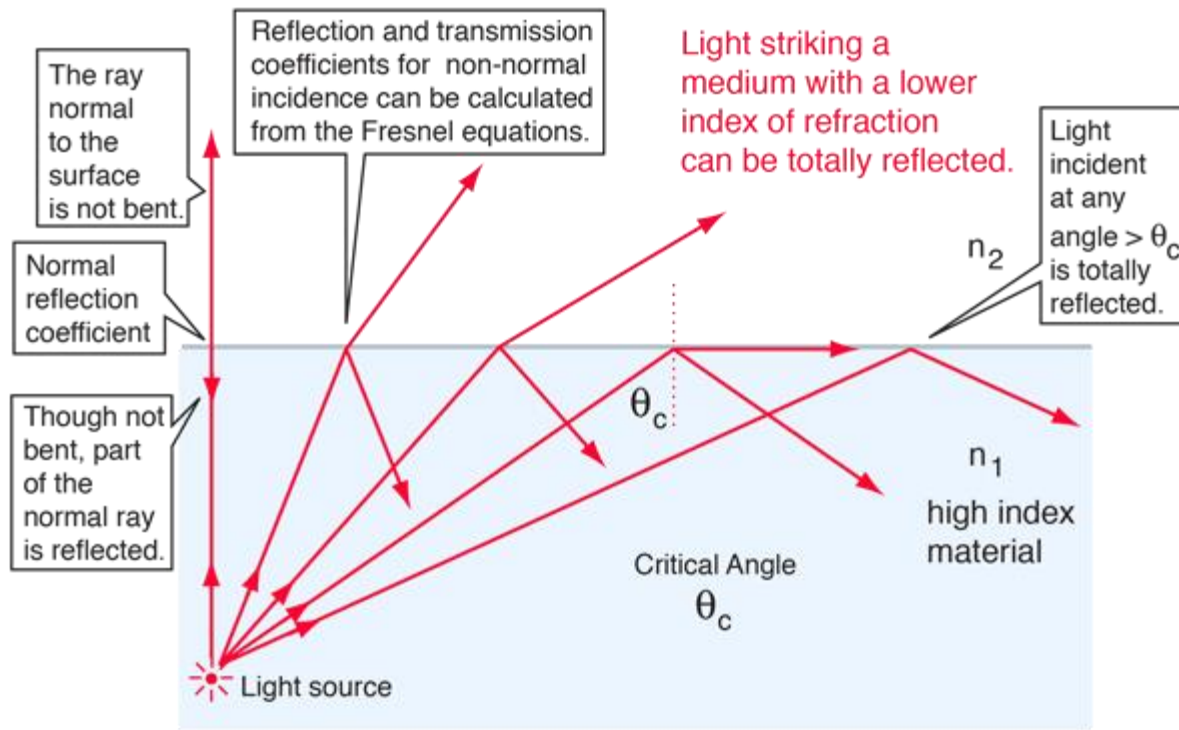


*Hullámok törése*

Optikailag sűrűbb közegbe lépve a fény mindig a **beesési merőlegeshez** törik.

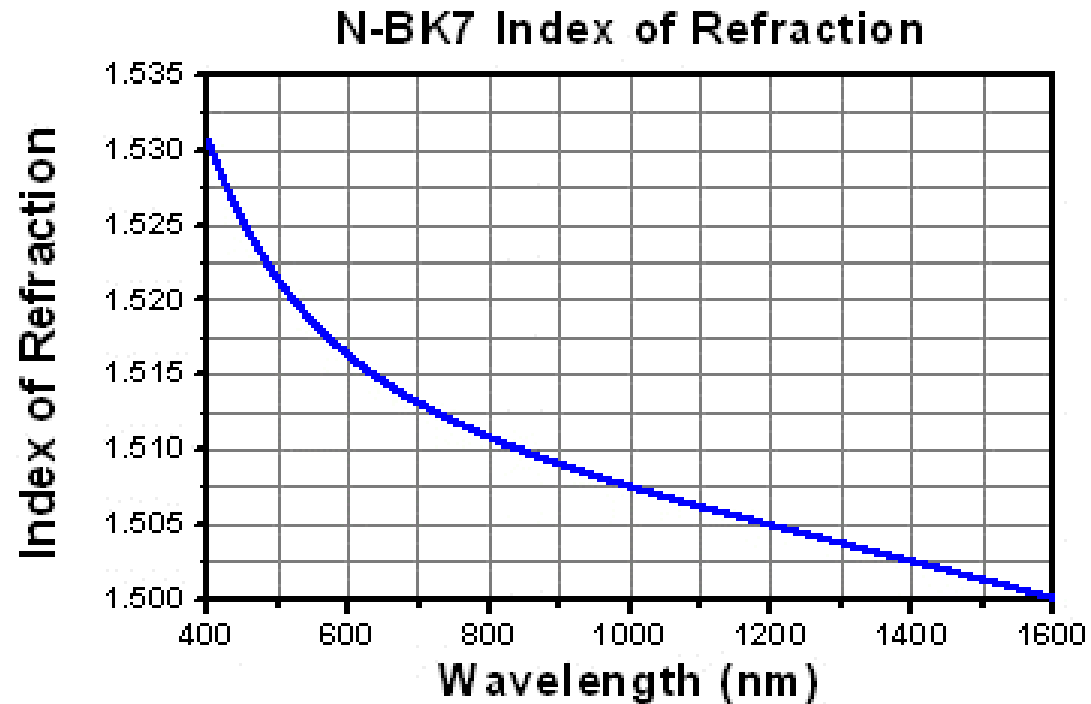
# Teljes visszaverődés

Ha a fénysugár az **optikailag sűrűbb** közeg felől érkezik, létezik egy határszög ami felett a fény teljes mértékben visszaverődik.



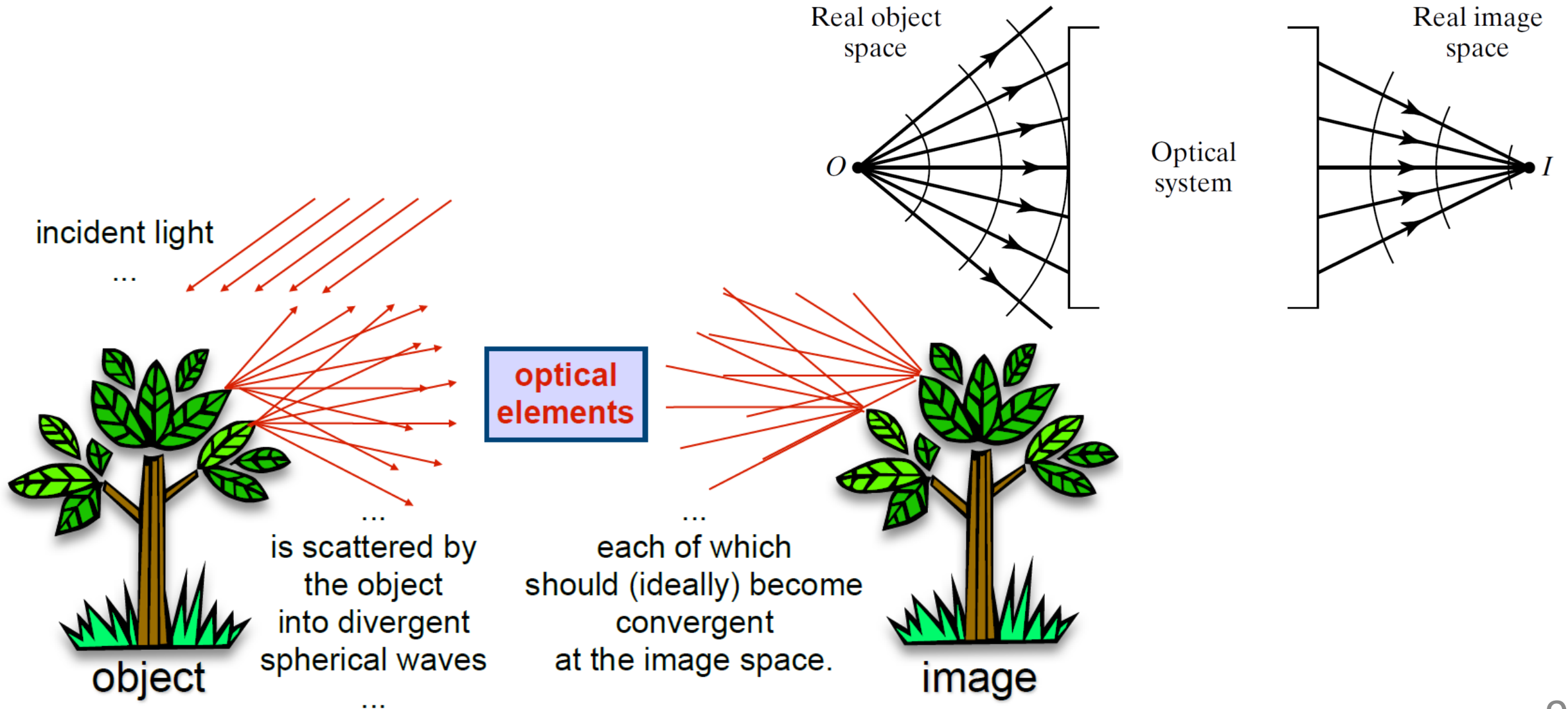
# Prizma

A törésmutató általában a frekvenciától (színtől) is függ.  
A lencsénél ez a jelenség **kromatikus aberrációt** okoz.



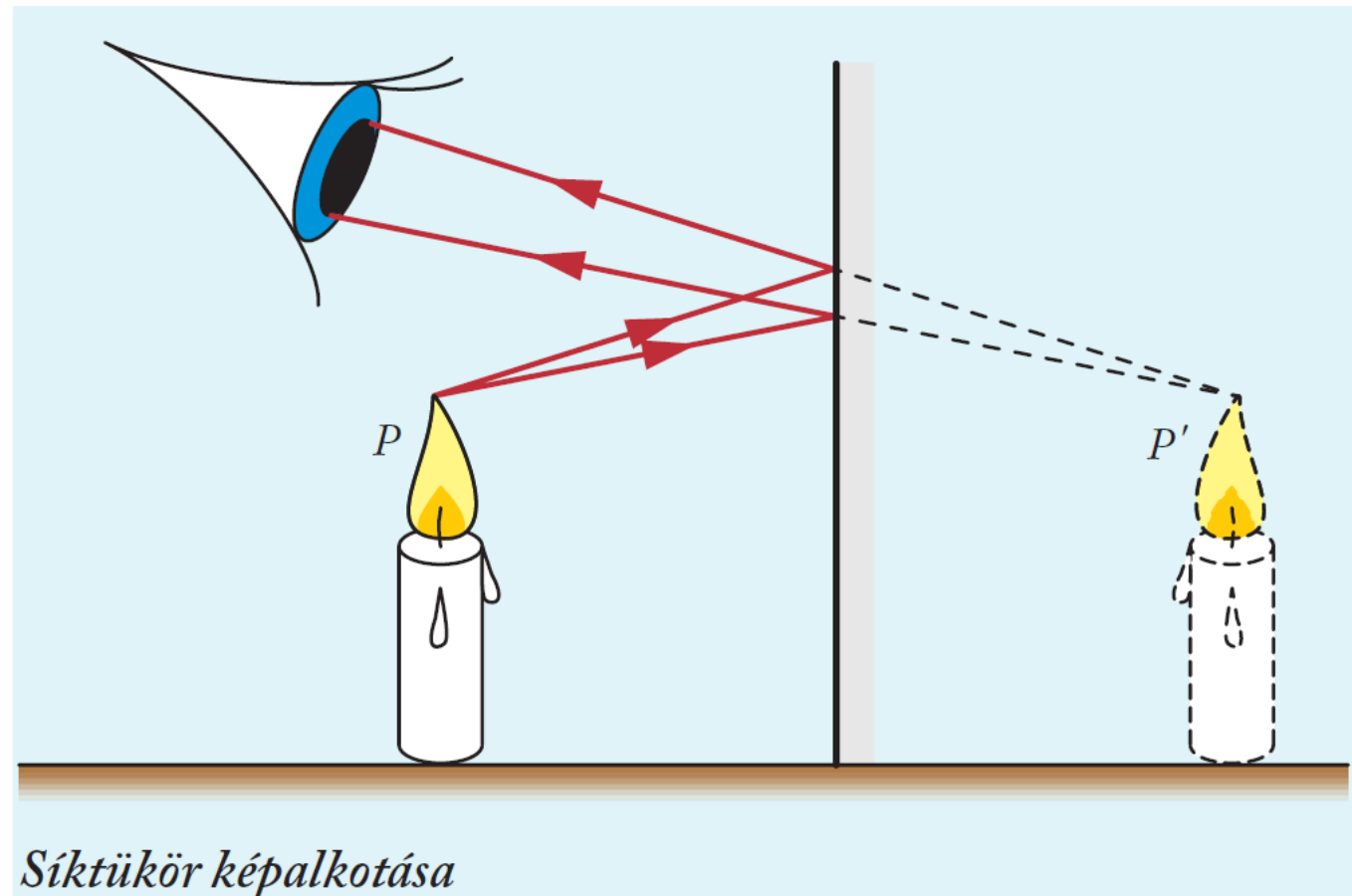


# Képkalkotás



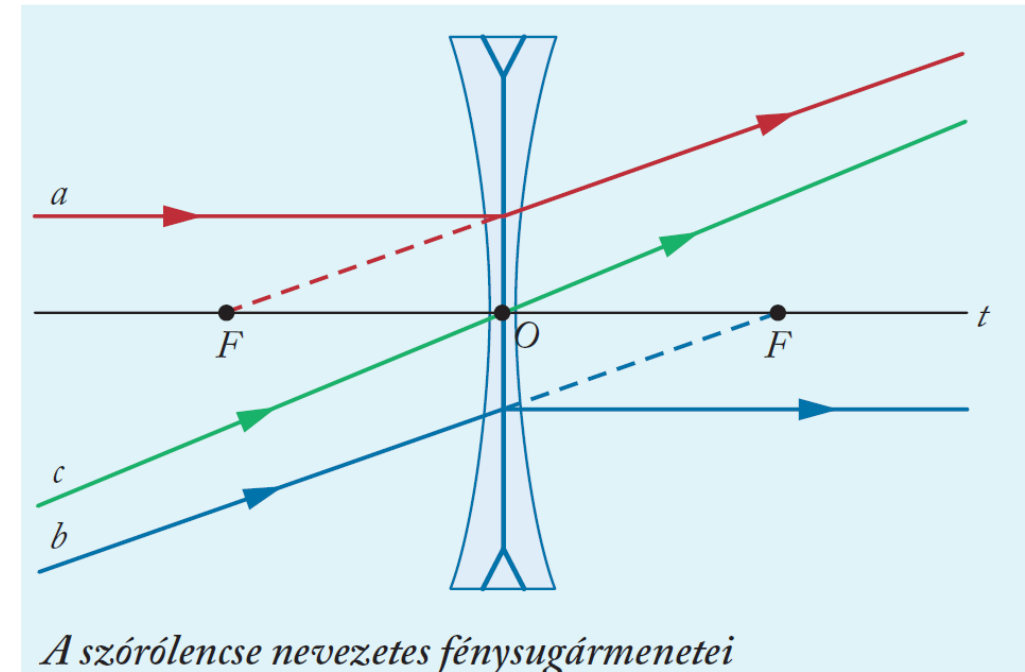
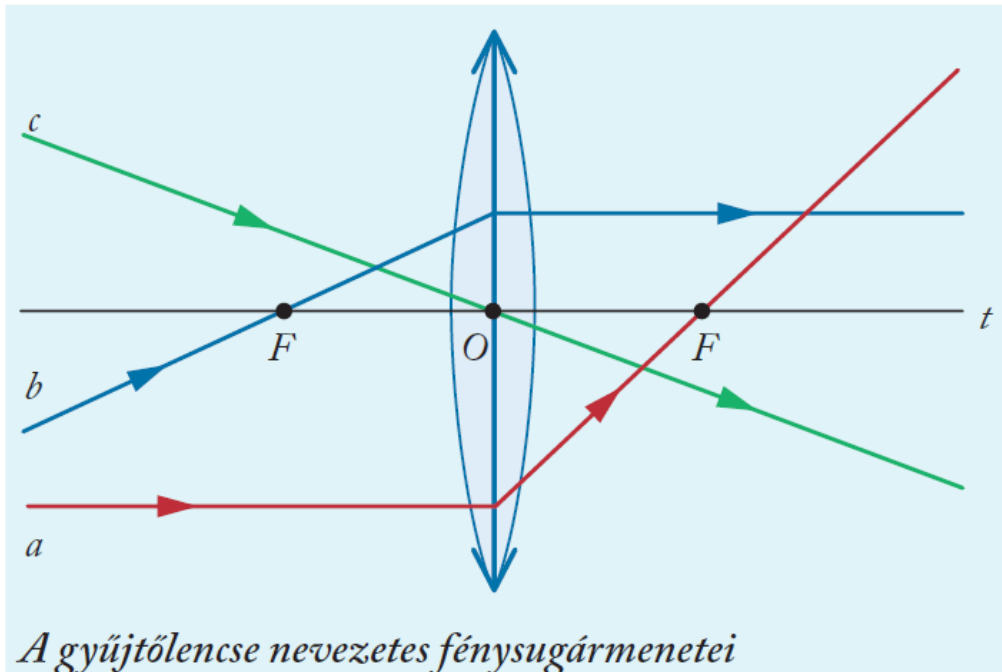
# Virtuális/Valódi kép

A virtuális képet a szemünkkel (vagy más képalkotó eszközzel) tudjuk érzékelni, de közvetlenül nem jön létre kép egy ernyőre vetülve.



# Lencsék, nevezetes sugármenetek

A lencsék a legegyszerűbb képalkotó eszközök, (általában) két gömbfelülettel határolt fényáteresztő testek.



A lencsekészítők képlete (vékony lencsékre):

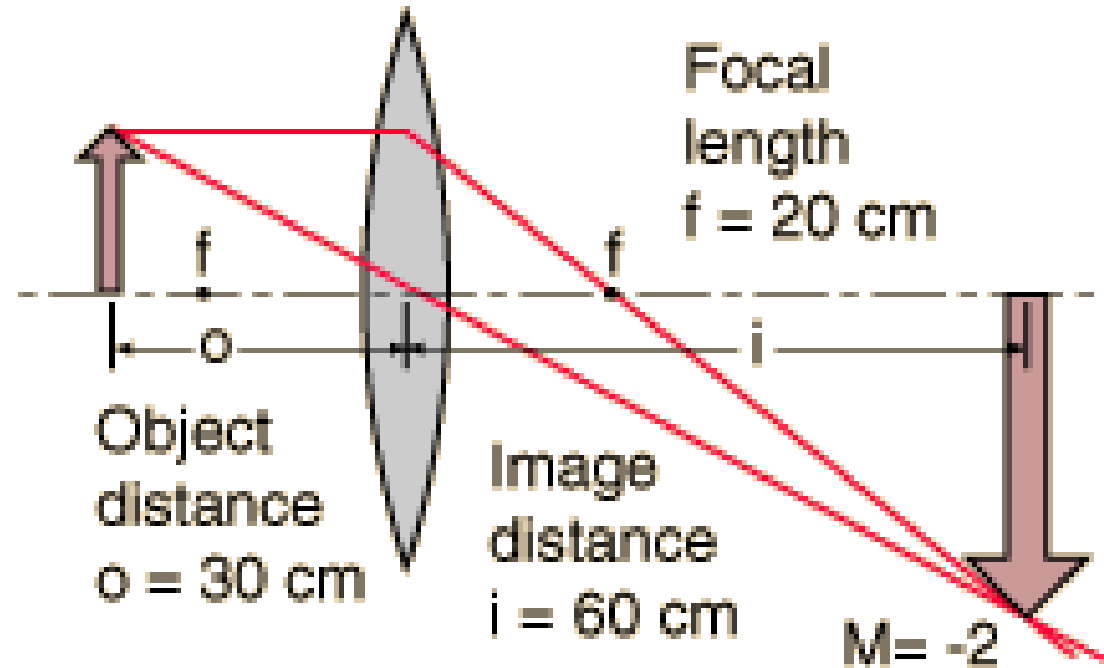
$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

11

# Leképezési törvény

Megadja, hogy a fókusz távolságból és tárgy távolságból hogyan számolható a képtávolság (ideális lencsékre).

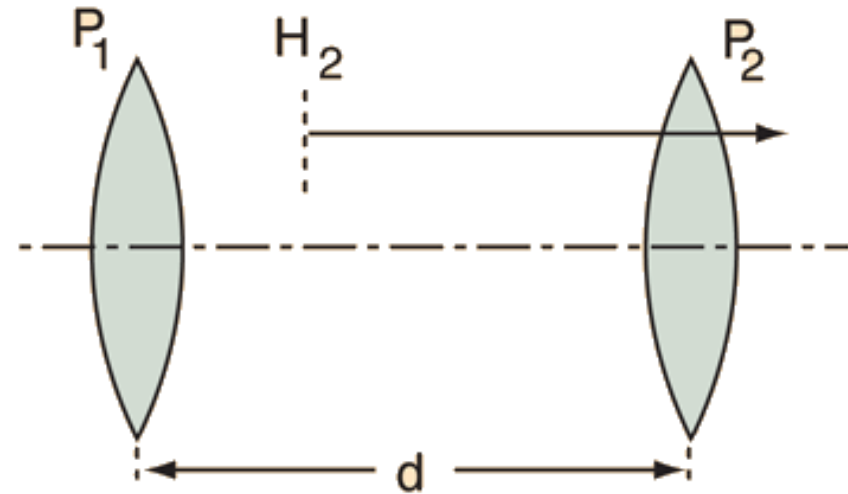
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{t} + \frac{1}{k}$$



# Lencsék kombinációja

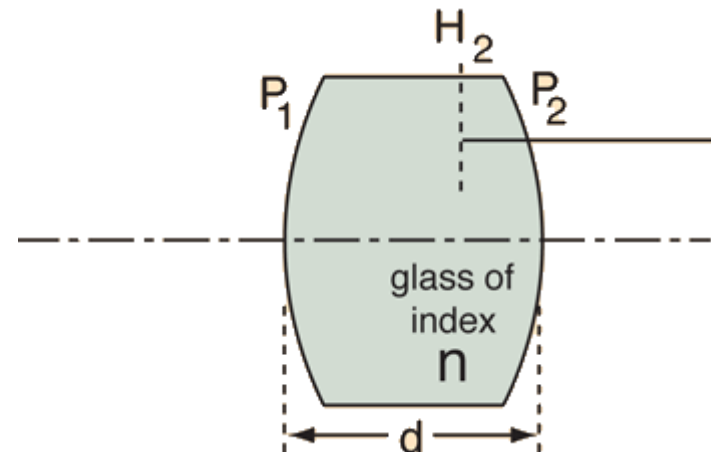
Két lencséből álló rendszer fókusztávolsága:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$$



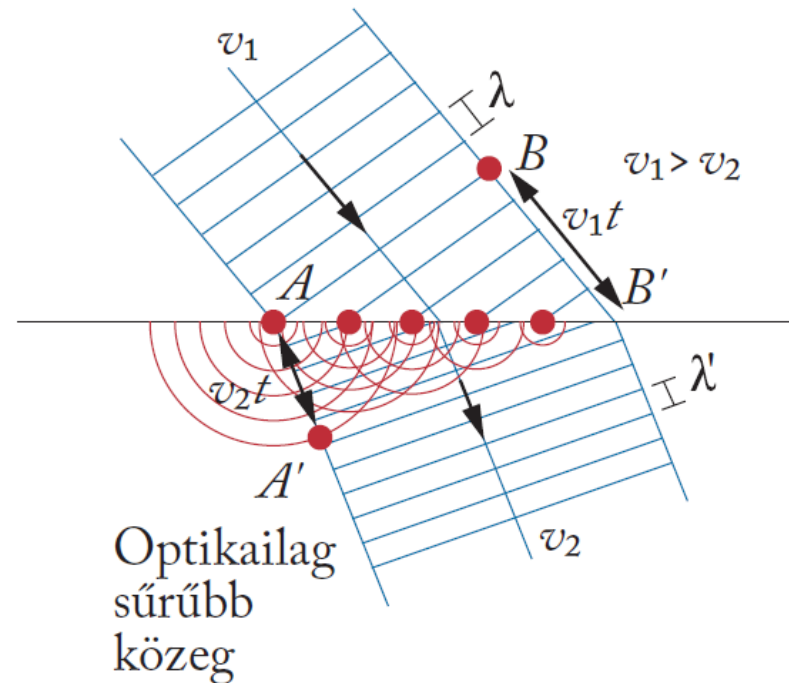
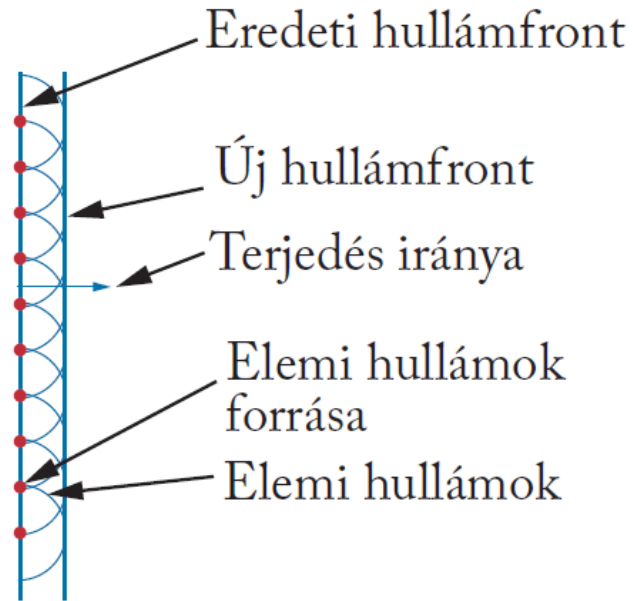
Hasonlóképpen vastag lencsékre:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{n f_1 f_2}$$



# Huygens-Fresnel elv

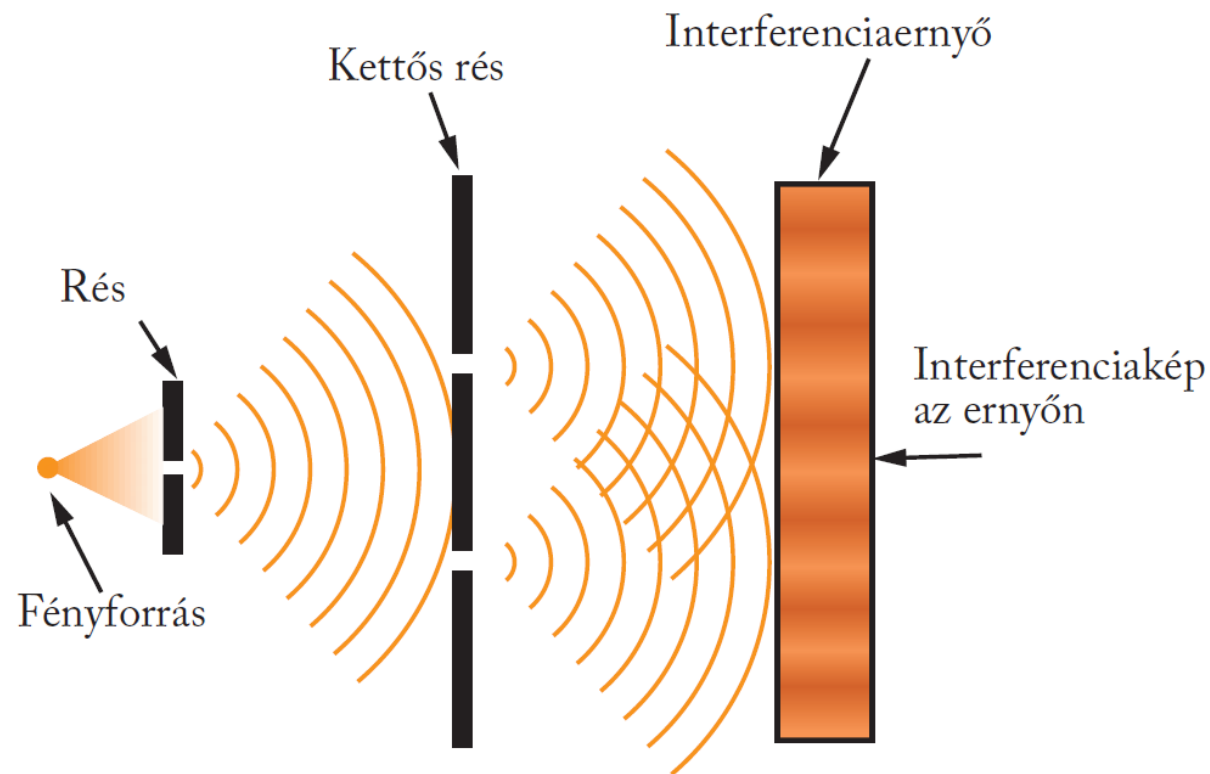
A hullámfront minden pontja elemi hullámok kiindulópontja, és a hullámfront későbbi időpontban ezen elemi hullámokból épül fel.



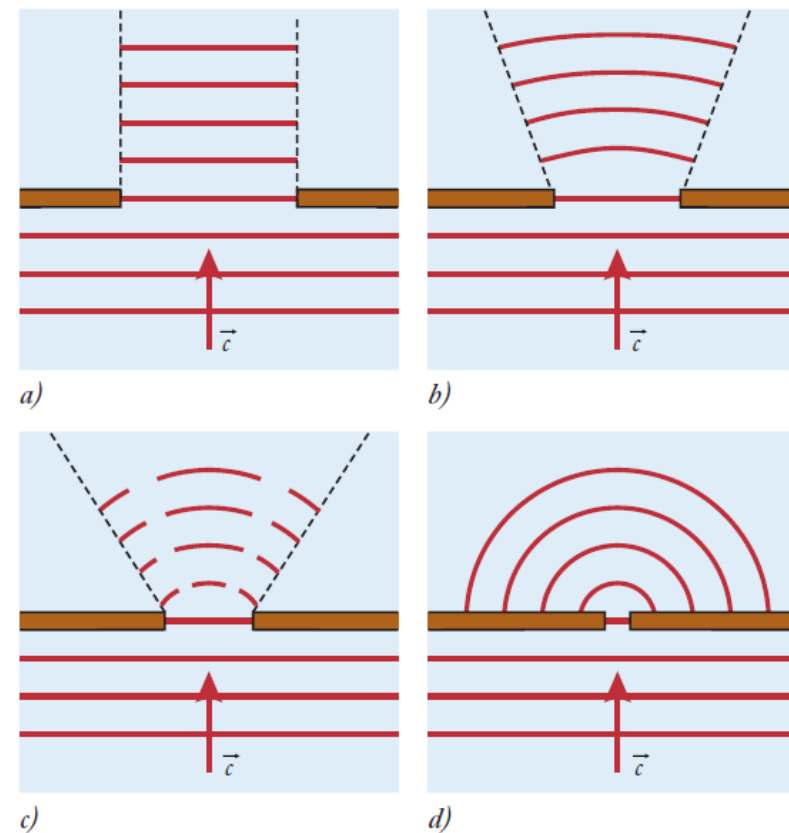
*Huygens hullámelméletének értelmezése fénytörés esetén*

# Fényelhajlás réseken

Thomas Young két-rés kísérlete bizonyította, hogy a fény hullámként viselkedik.



*A fény interferenciája kettős résen*

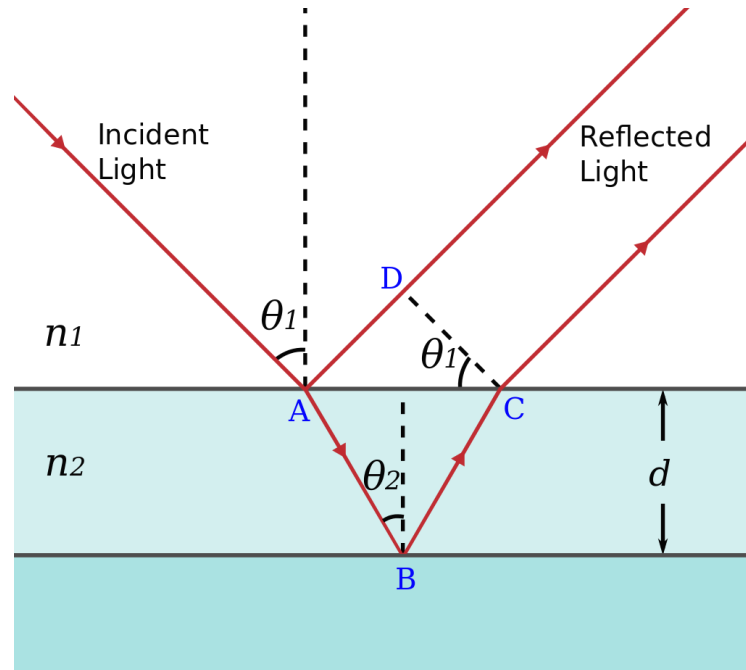


*A rés méretét csökkentve a hullám egyre jobban behatol az árnyéktérbe*

# Interferencia

A fény hullámok ellenfázisban találkozva egymást kioltják, azonos fázisban egymást erősítik.

Példa erre a vékony rétegek két felületéről visszaverődő hullámok interferenciája.

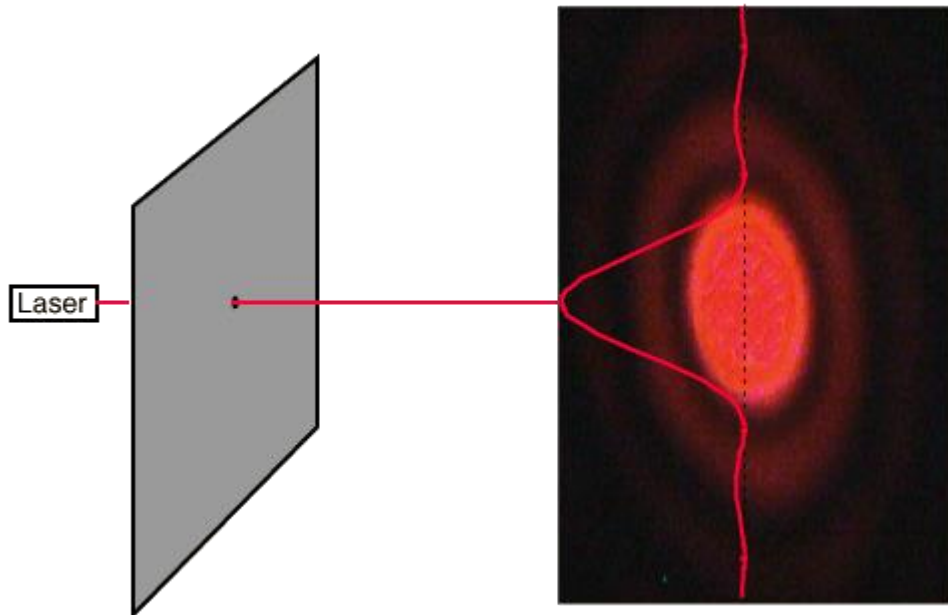




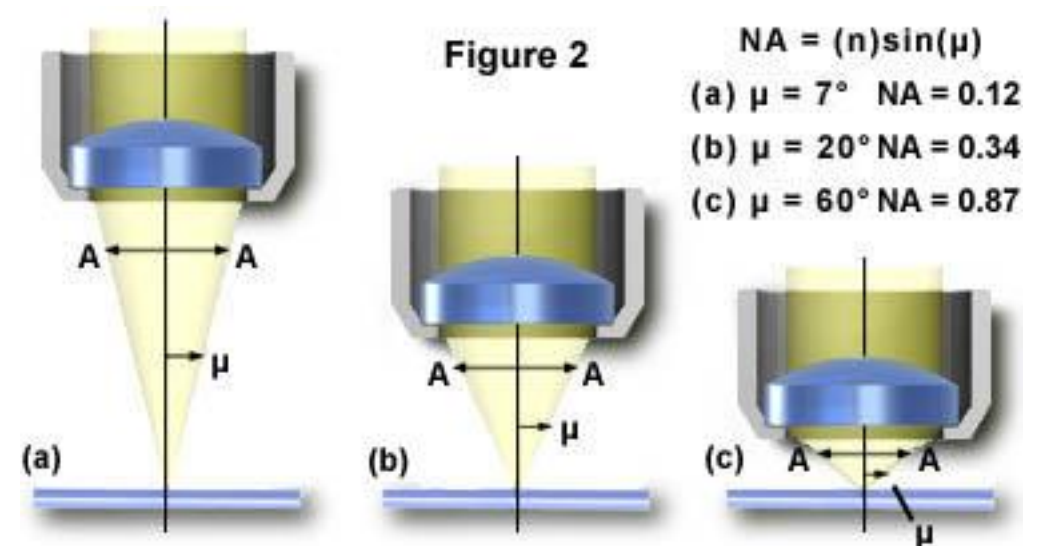
# Diffrakció

Az interferencia egy speciális esete a kisméretű réseken áthaladó fény interferenciámintázata (Airy korong).

Ez a jelenség korlátozza minden képalkotó berendezés (pl.: mikroszkóp) felbontását.



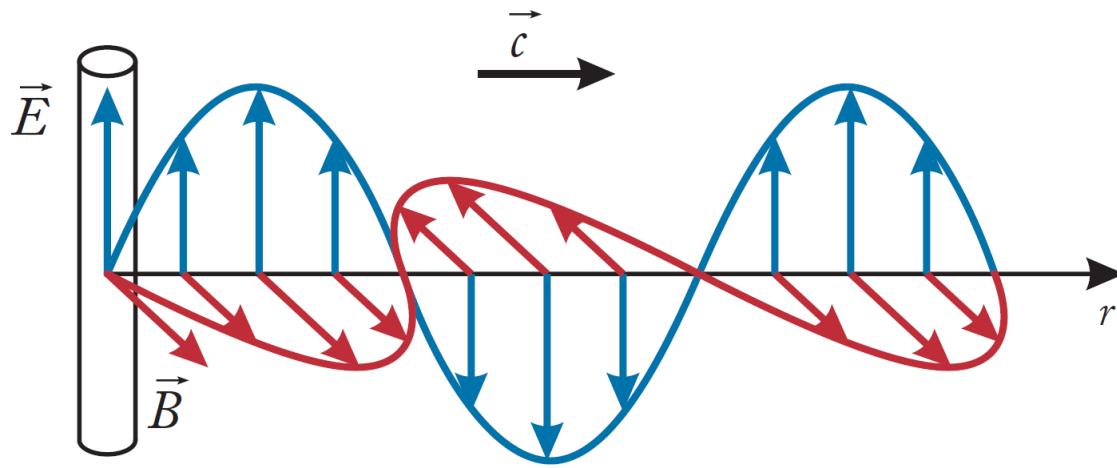
## Numerikus Apertúra (NA)



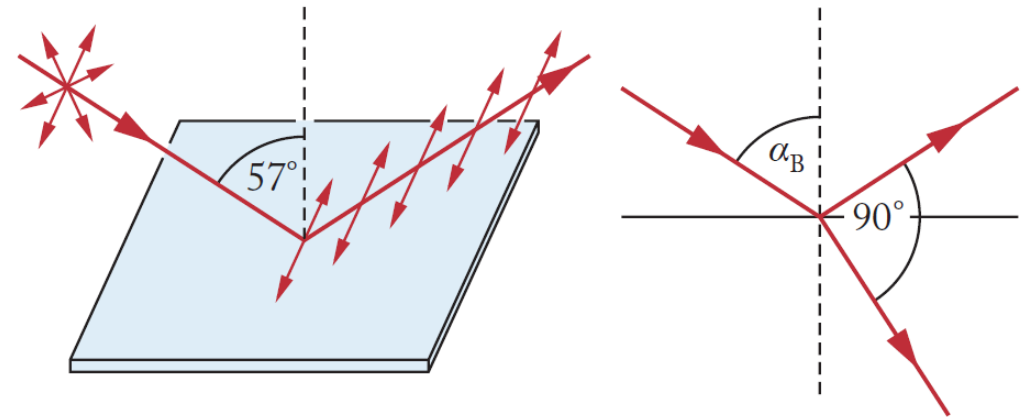
# Polarizáció

A fény elektromos komponensének iránya bármely irányba mutathat, ez az irány a fény polarizációja.

A **Brewster szög**, az a szög amelynél a visszavert és továbbhaladó sugarak  $90^\circ$  szöget zárnak be. Ilyenkor a visszavert fény teljesen polarizált.



*Az  $\vec{E}$  és  $\vec{B}$  fázisviszonyai a hullámban*



*Az üveglapról visszavert fény 100%-osan polarizált, ha a beesési szög  $57^\circ$*