

# DFT Biofizika

## 4. Sugárzások: Fény és anyag kölcsönhatásai

Sugárzások osztályozása. A fény, mint elektromágneses hullám. Hullámoptika: Huygens-elv, fényelhajlás, interferencia. Geometriai optika: Fermat-elv, törésmutató. Színekép: a fehér fény felbontása prizmával és optikai ráccsal.

Dr. Liliom Károly

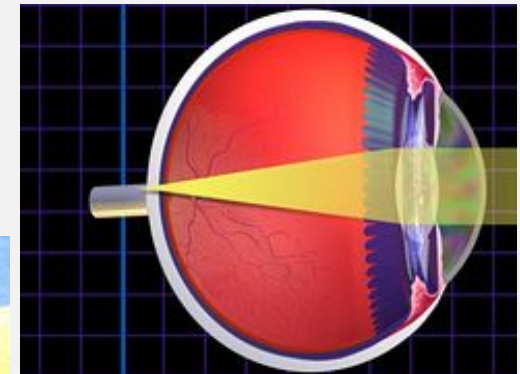
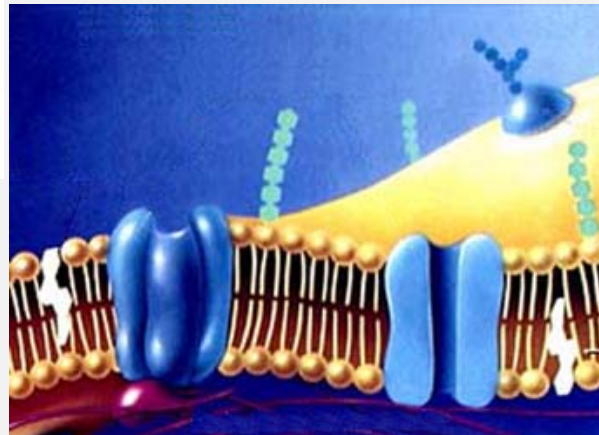
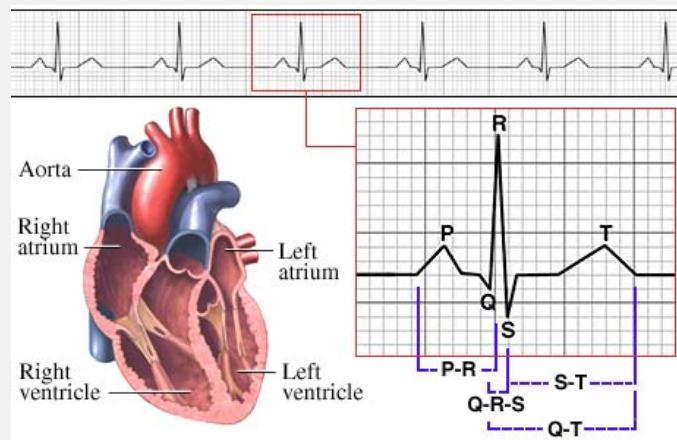
karoly.liliom.mta@gmail.com

2026. 11. 03.

# Mi a biofizika tárgya?

## Biológiai jelenségek fizikai leírása/értelmezése

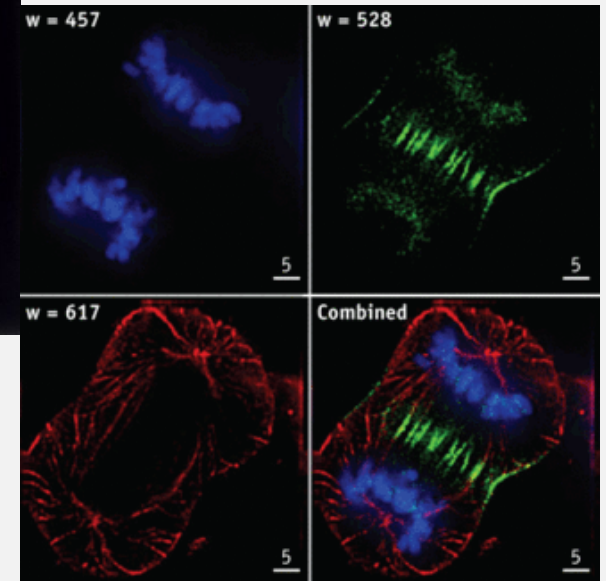
Pl. szívműködés, membránok szerkezete és működése, érzékelés stb.



# Mi a biofizika tárgya?

A biológiában és orvostudományban alkalmazott fizikai módszerek tárgyalása

Pl. EKG, röntgendiagnosztika, mikroszkópos technikák stb.



# Tudomány, tudományos módszer

Adatok gyűjtése = megfigyelés, kísérlet (tervezett megfigyelés)

Adatok elemzése = kapcsolatok keresése a megfigyelt jelenségekben

Kapcsolat = modell (függvény) alkotása, amely leírja az ismert jelenségek (függő változó) tulajdonságait adott körülmények (független változók) mellett. Törekszünk arra, hogy az egyes változók (paraméterek) hatását más tényezőktől függetlenül vizsgáljuk, tehát egyszerűsítünk.

A modell alapján olyan, az ismert jelenségek körén túlmutató következtetést teszünk, amelyet kísérletileg ellenőrizhetünk. Az eredmény vagy megerősíti a modellt, vagy új modell alkotását követeli meg → a tudományos modellnek ki kell állnia a gyakorlat próbáját = mindig a kísérleti tényeké a döntő szó!

Tudományos ismeretek  $\approx$  a rendelkezésünkre álló modellek együttese

# Sugárzások

Sugárzás: energia kibocsátása és terjedése

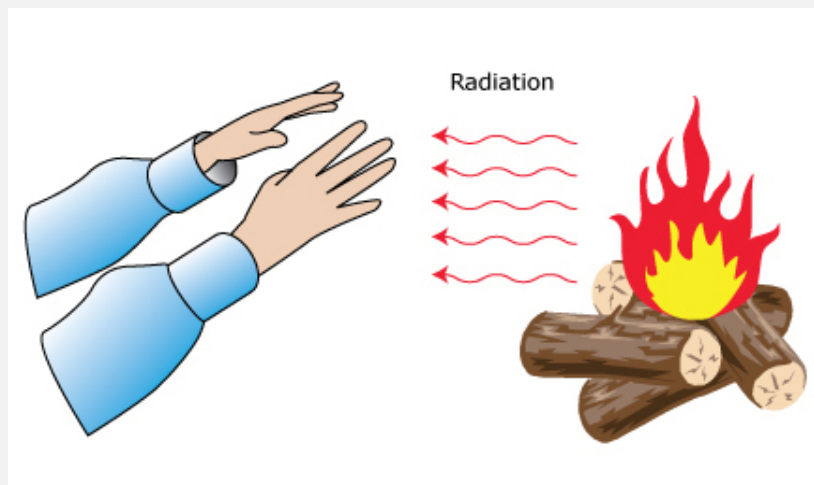
Milyen példákat tapasztalunk magunk körül?

hang

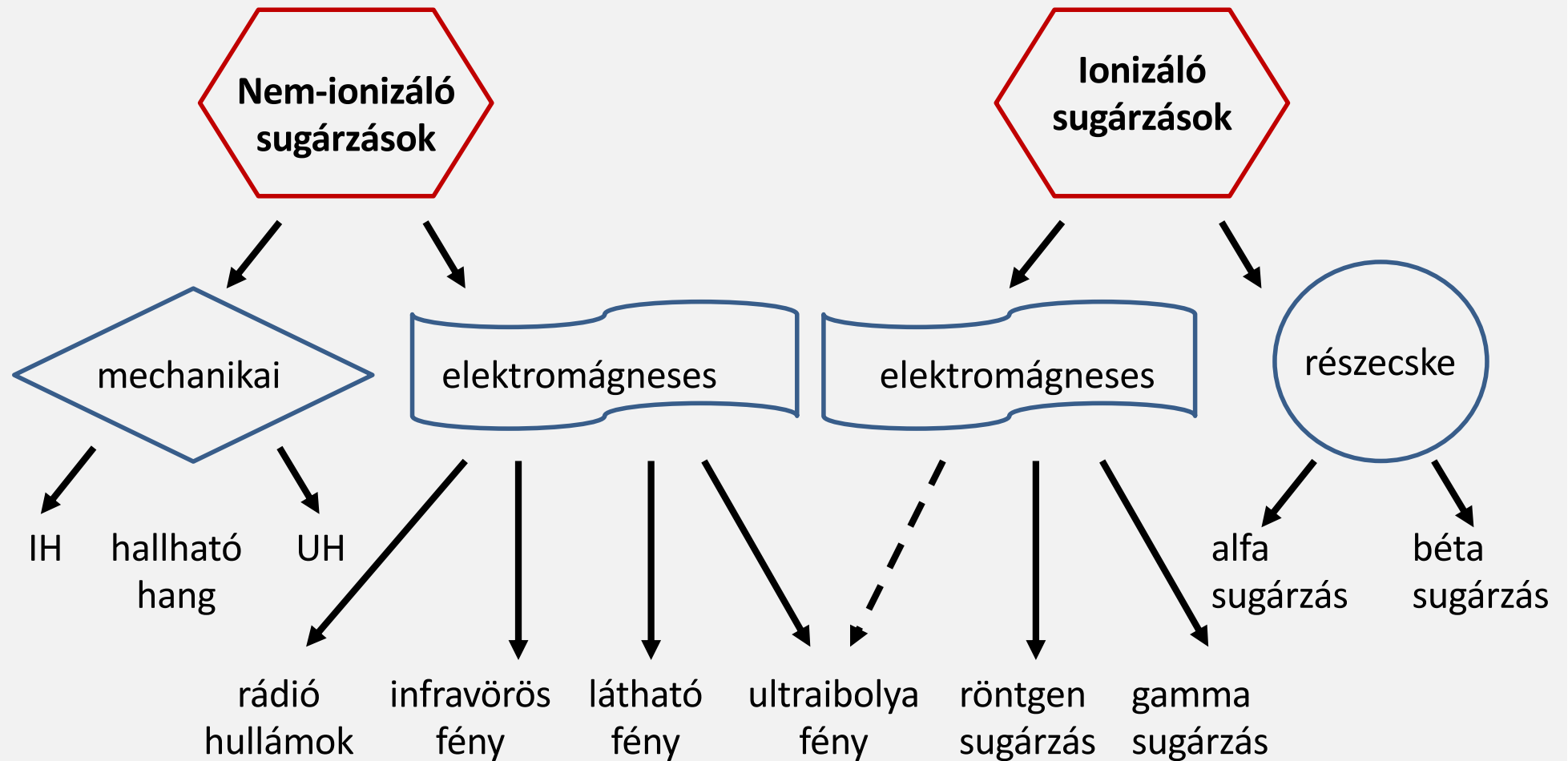
fény

rádióhullámok

magsugárzások



# Sugárzások osztályozása



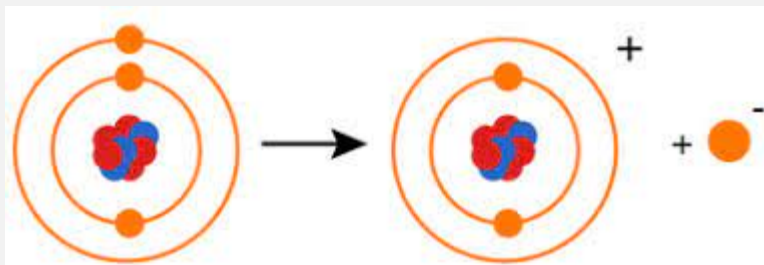
# Sugárzások osztályozása

Nem-ionizáló  
sugárzások

Ionizáló  
sugárzások

Mi az osztályozás alapja?

IONIZÁCIÓ

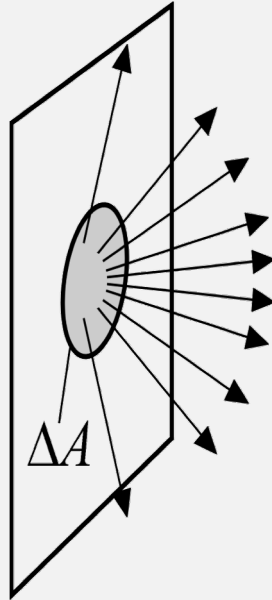


Az ionizáció létrejöttéhez az elektronnak energiát kell felvennie a sugárzásból.  
Az ionizációs energia (fémeknél kilépési munka) az adott anyagra jellemző.

# Sugárzásokat jellemző mennyiségek

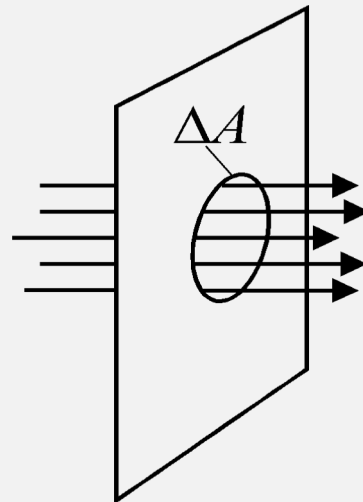
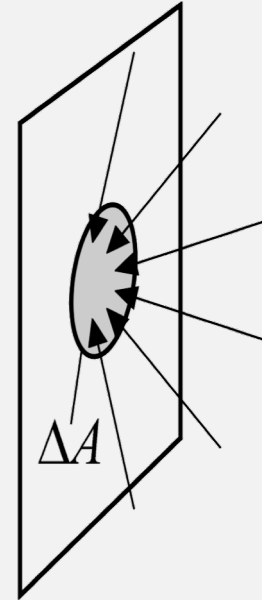
kisugárzott felületi teljesítmény:

$$M = \Delta P / \Delta A = \Delta E / \Delta t \Delta A$$



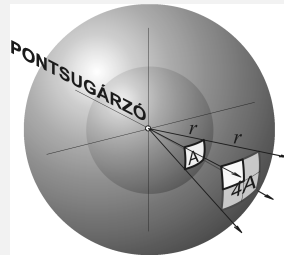
besugárzott felületi teljesítmény:

$$E_{be} = \Delta P / \Delta A \text{ (W/m}^2\text{)}$$



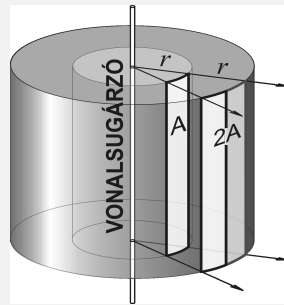
sugárzás intenzitása = sugárzásra  
merőleges irányban egységnyi  
felületen egységnyi idő alatt  
átáramló energia  
 $J_E = \Delta E / \Delta t \Delta A$

# Sugárforrások osztályozása



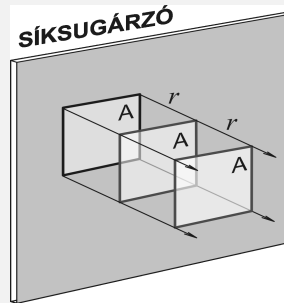
Pontsugárzó forrás:

$$A \sim r^2 \rightarrow J \sim 1/r^2$$



Vonalsugárzó forrás:

$$A \sim r \rightarrow J \sim 1/r$$



Síksugárzó forrás:

$$A \sim \text{állandó} \rightarrow J \sim \text{állandó}$$

# Hullámok általános leírása

Rezgés (oszcilláció) következtében kialakuló,  
térben és időben periodikus jelenség, amelyben energia terjed



de a hullámok különbözhetnek  
az energia fajtája  
az energia mennyisége  
a terjedés mechanizmusa szerint

# Jellemző mennyiségek:

Térbeli periodicitás - *hullámhossz*

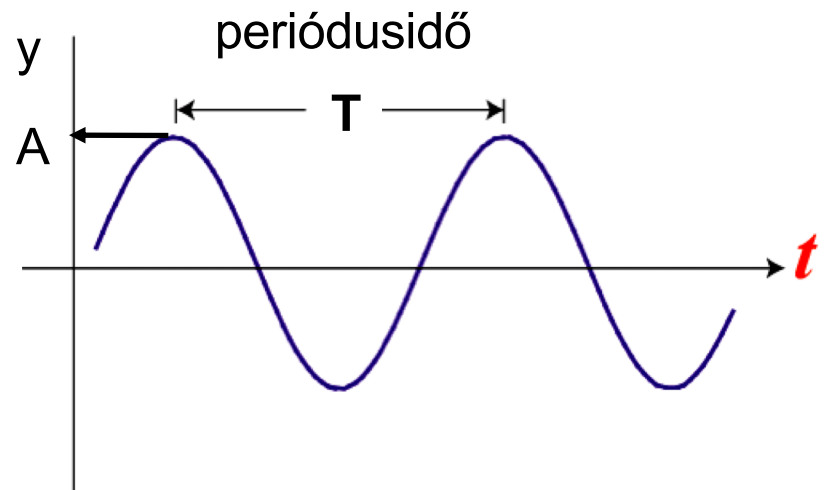
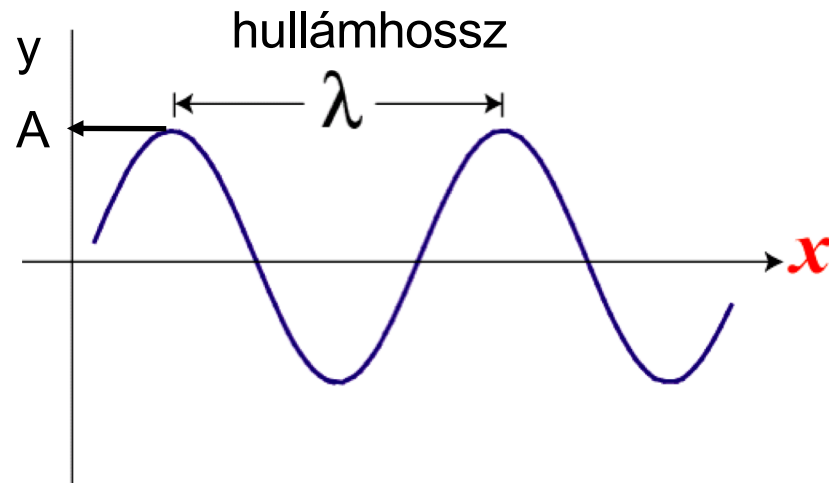
$\lambda$  [m]

Maximális kitérés = *amplitúdó*

Időbeli periodicitás

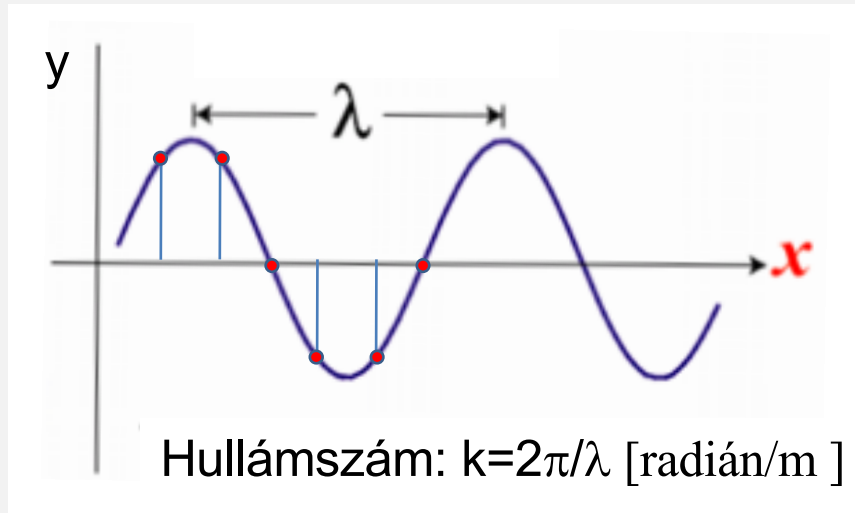
$$f = \frac{1}{T} \left[ \frac{1}{s} \right] \quad \begin{array}{l} \text{- periódusidő} \\ \text{- frekvencia} \end{array}$$

hullámsebesség:  $c = \lambda/T = \lambda f$



# Fázis: kitérés állapot

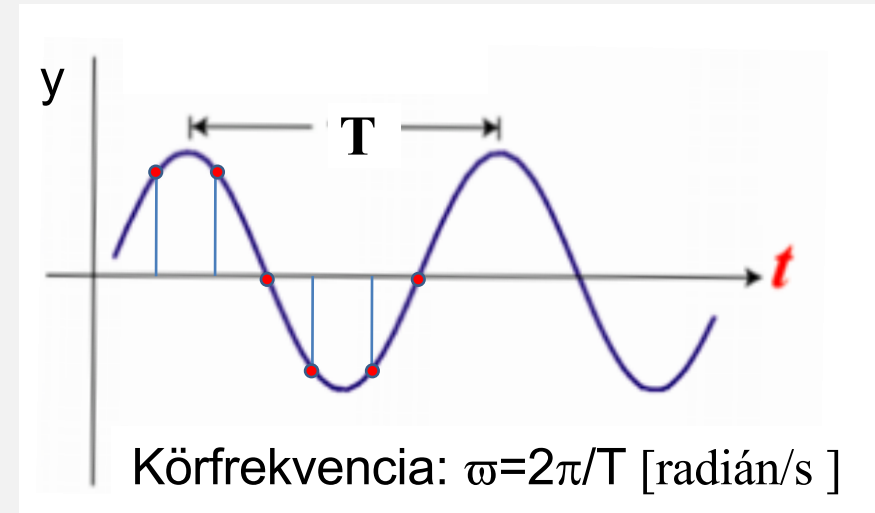
térben vizsgálva



$$\phi(x)=kx+\phi_0$$



időben vizsgálva



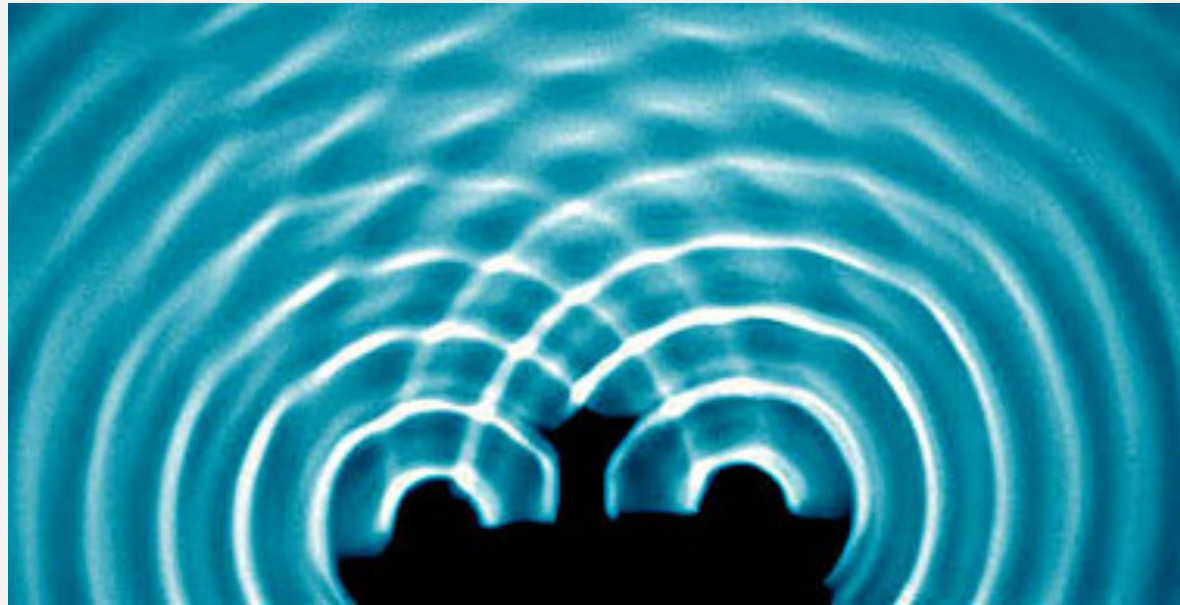
$$\phi(t)=\omega t+\phi_0$$



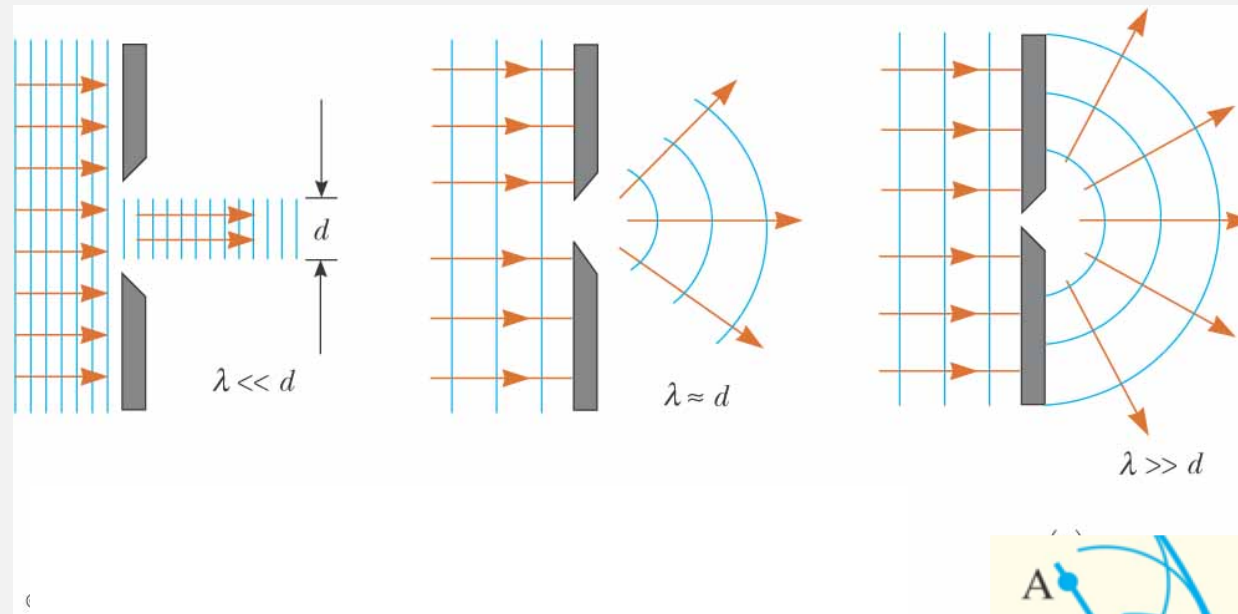
$$\phi=\omega t+kx+\phi_0$$

# Hullámtermészetet bizonyító jelenségek:

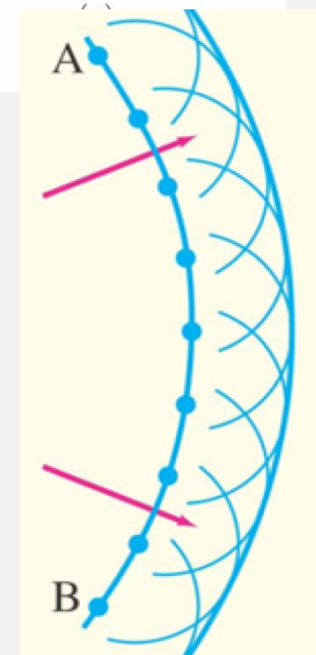
- elhajlás
- szuperpozíció/interferencia
- polarizáció



# Hullámok elhajlása

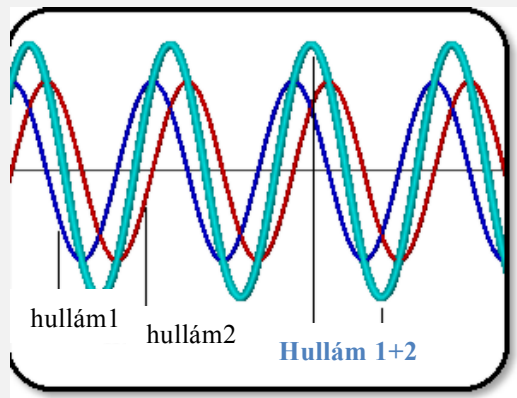


Huygens-elv: egy hullámfelület minden pontjából elemi hullámok indulnak ki. Az új hullámfelület az elemi hullámok burkolófelülete.

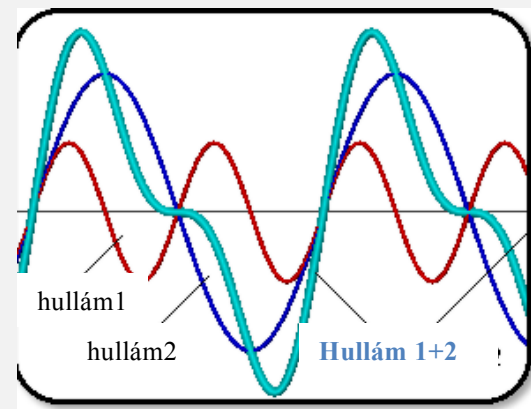


# Szuperpozíció elve:

az eredő kitérés a találkozó hullámok kitéréseinek összege,  
azaz a tér egyes pontjaiban a jelenlévő rezgések összeadódnak



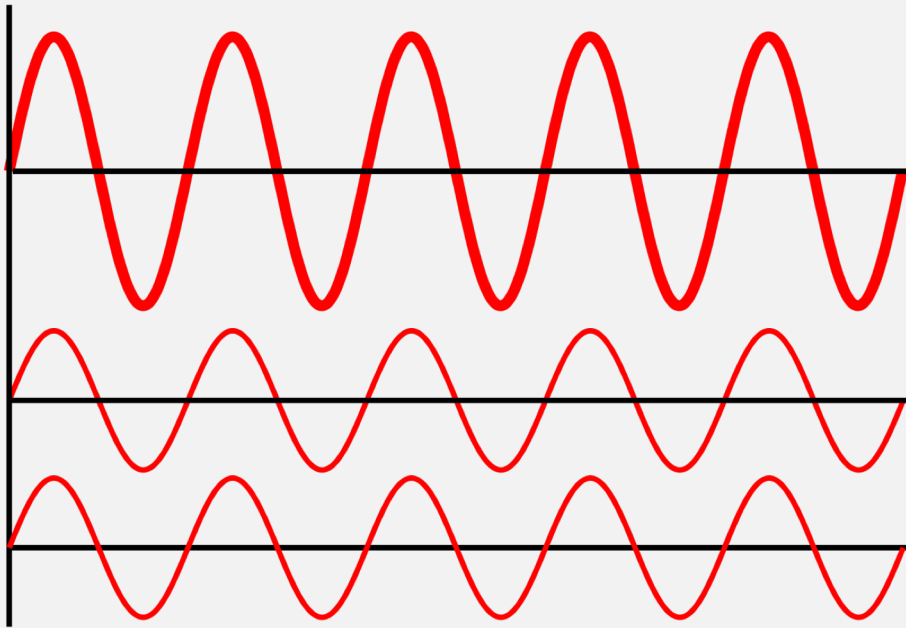
azonos frekvencia



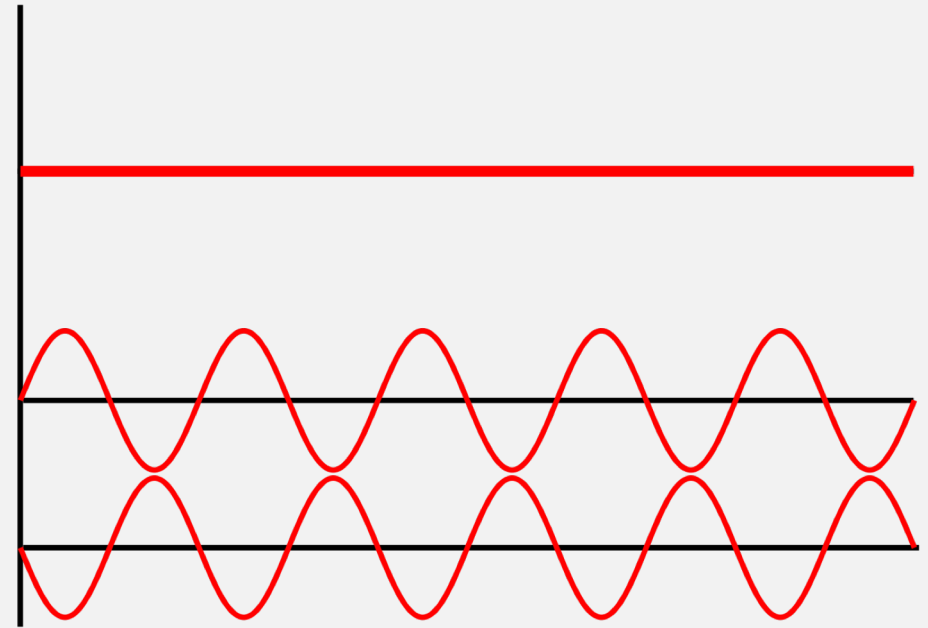
nem azonos frekvencia

# *Interferencia* - koherens hullámok szuperpozíciója

(koherens hullámok: a fáziskülönbség állandó)



azonos fázis  
pozitív interferencia



ellentétes fázis  
negatív interferencia

# A fény természete

Hullám?



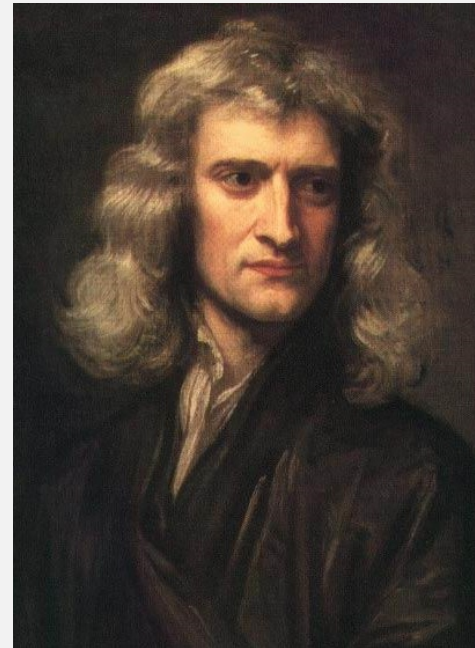
**Christiaan Huygens**

(1629 - 1695)

*Traité de la lumière*

1690

Részecske?



**Isaac Newton**

(1642 - 1727)

*Opticks*

1704

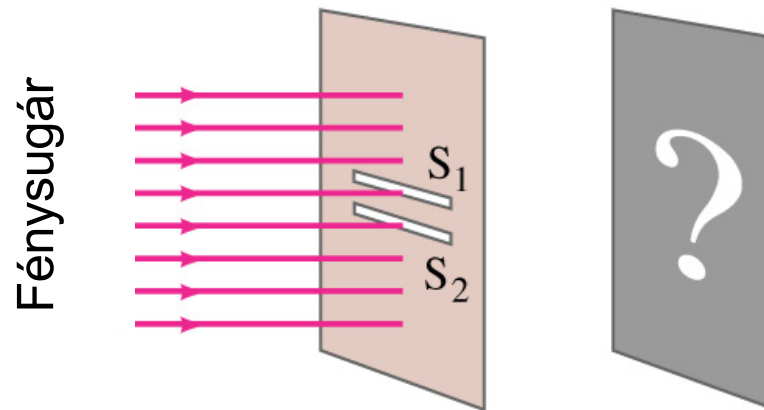


**Thomas Young**  
(1773-1829)

# A fény hullám vagy részecske?

## 1. Young kétréses kísérlete

Mit látunk az ernyőn?





**Thomas Young**  
(1773-1829)

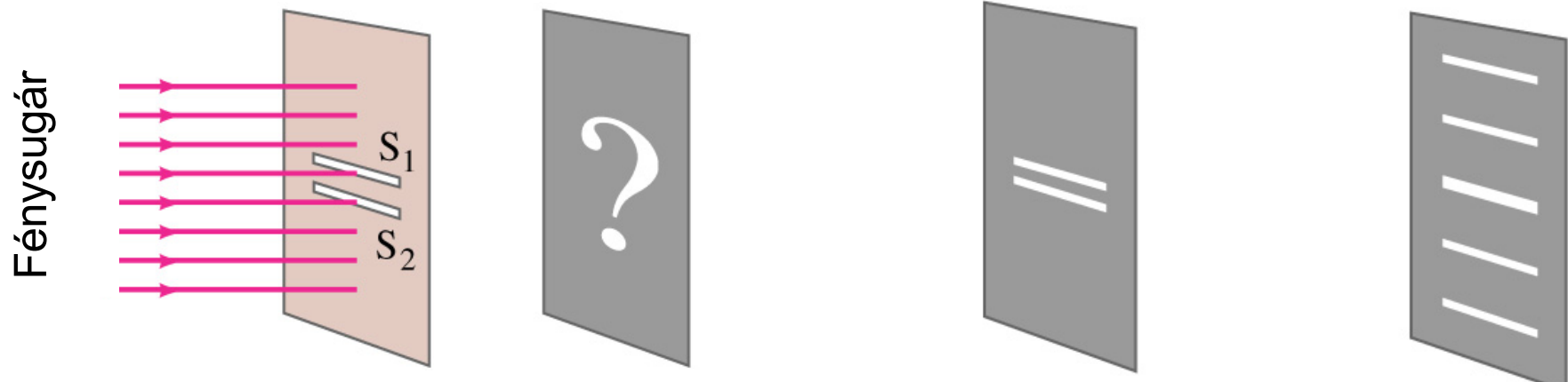
# A fény hullám vagy részecske?

## 1. Young kétréses kísérlete

Mit látunk az ernyőn?

ha részecske

ha hullám





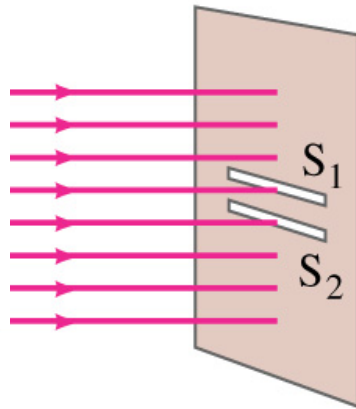
**Thomas Young**  
(1773-1829)

# A fény hullám vagy részecske?

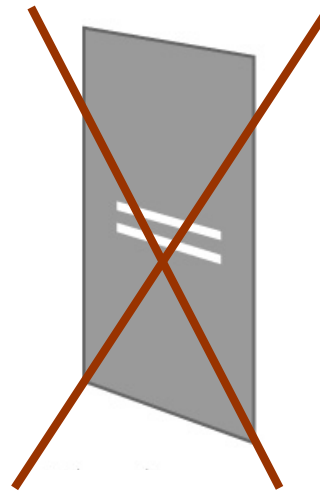
## 1. Young kétréses kísérlete

Mit látunk az ernyőn?

Fénysugár



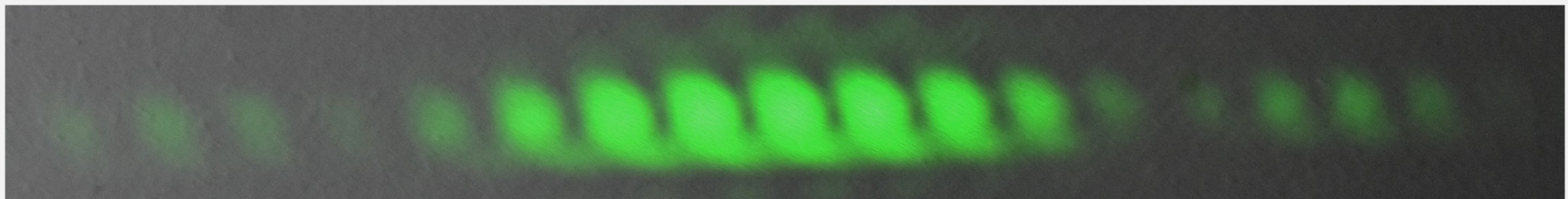
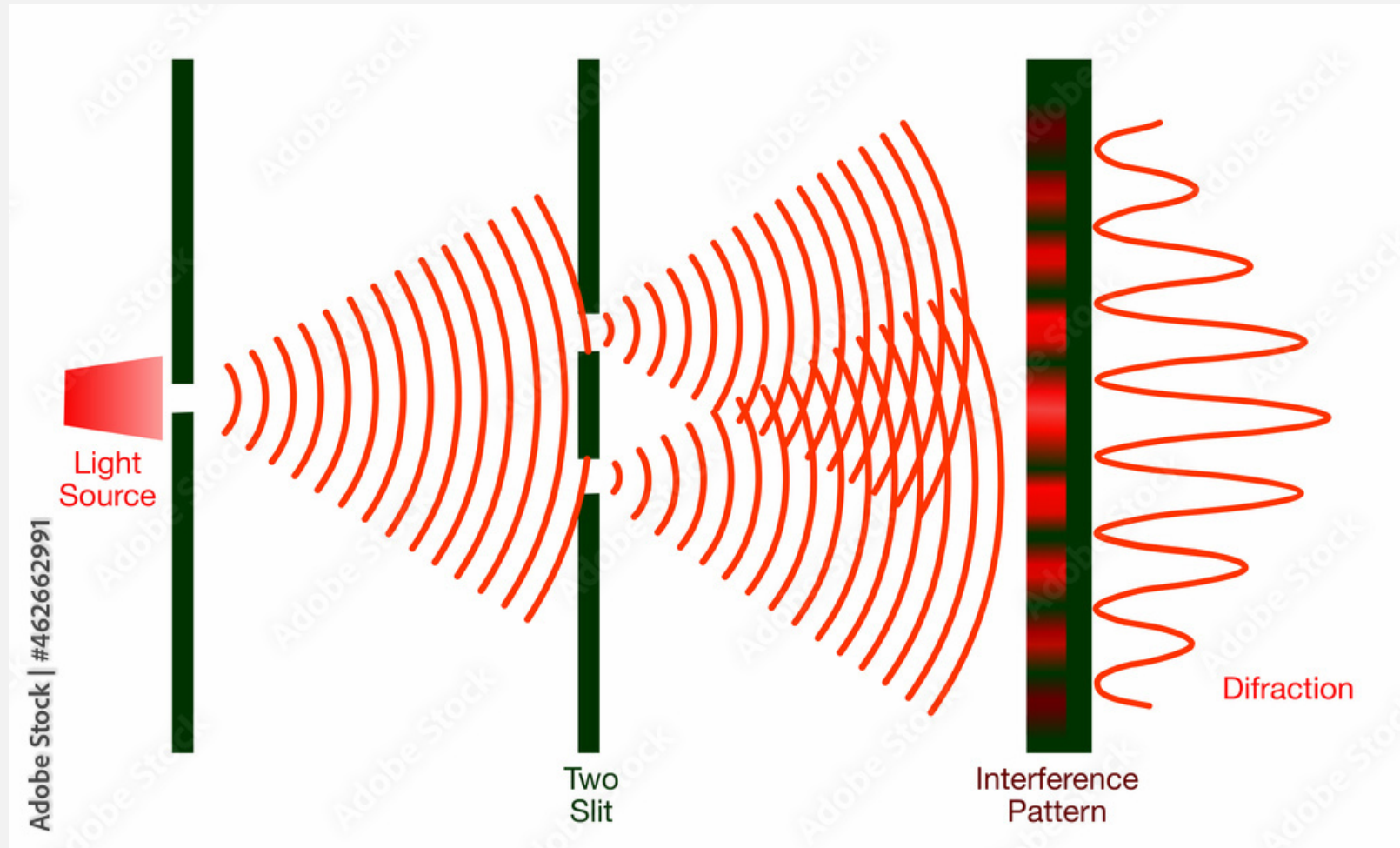
ha részecske



ha hullám



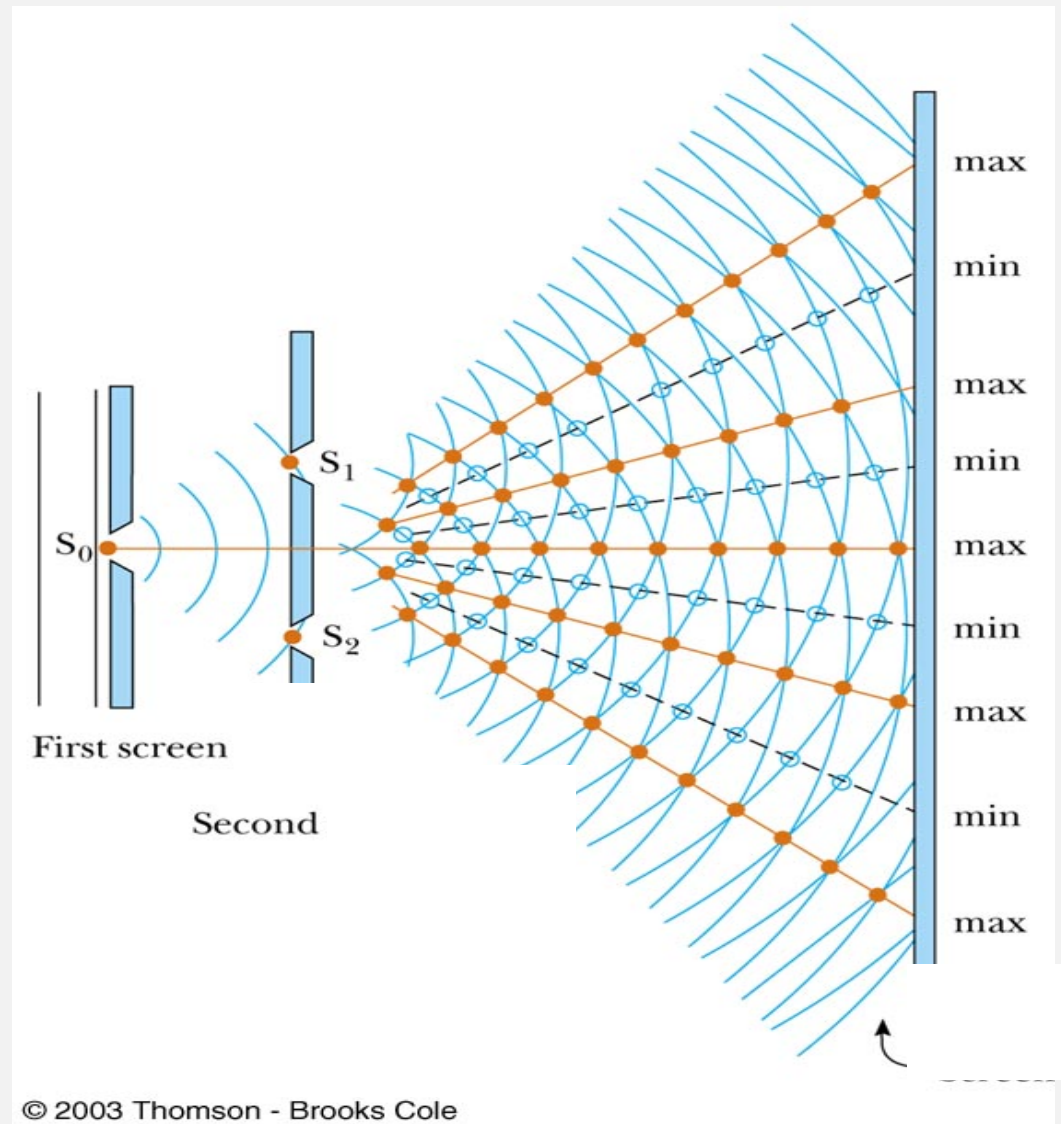
# Young-féle kétréses kísérlet



# Young-kísérlet magyarázata az interferenciával

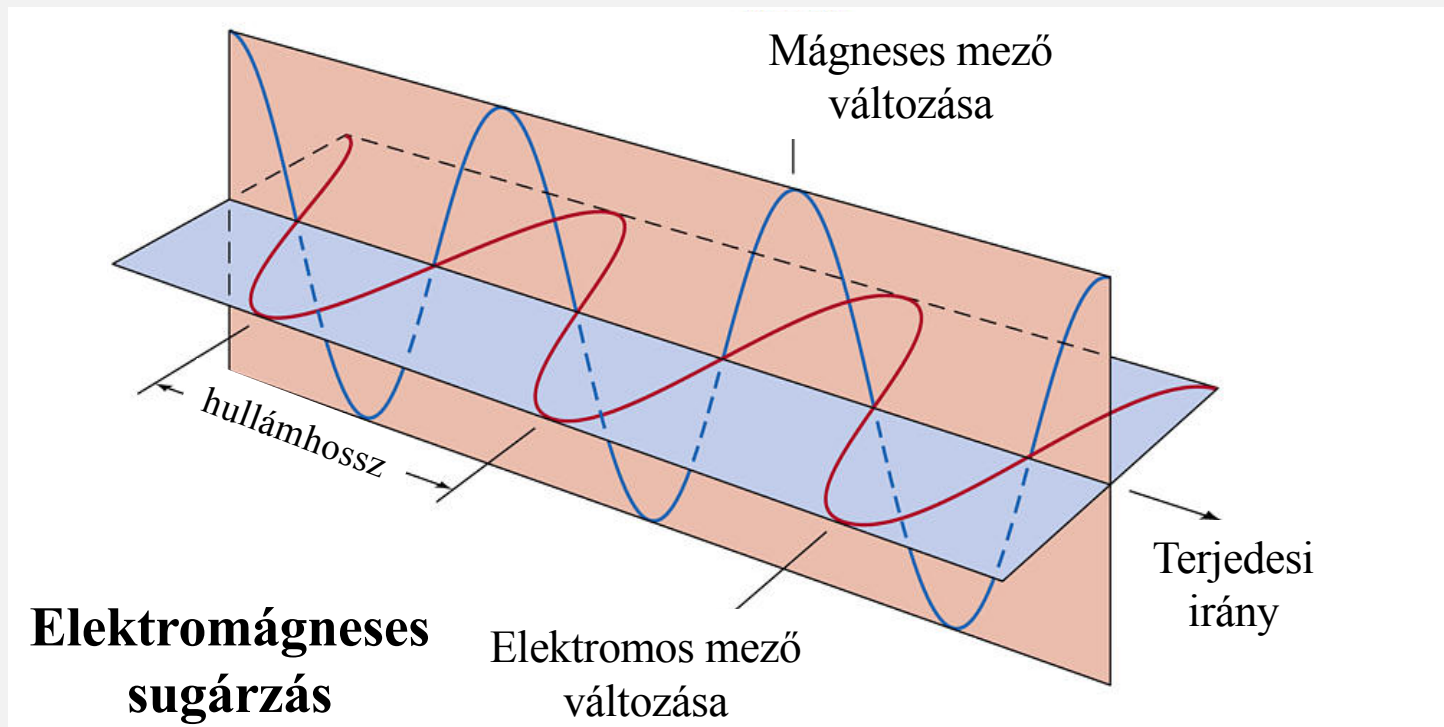
$S_1$  és  $S_2$  rések elemi hulláforrások

A résekből kiinduló hullámok  
ugyanabból a hullámfrontból  
származnak, tehát azonos  
fázisban vannak!

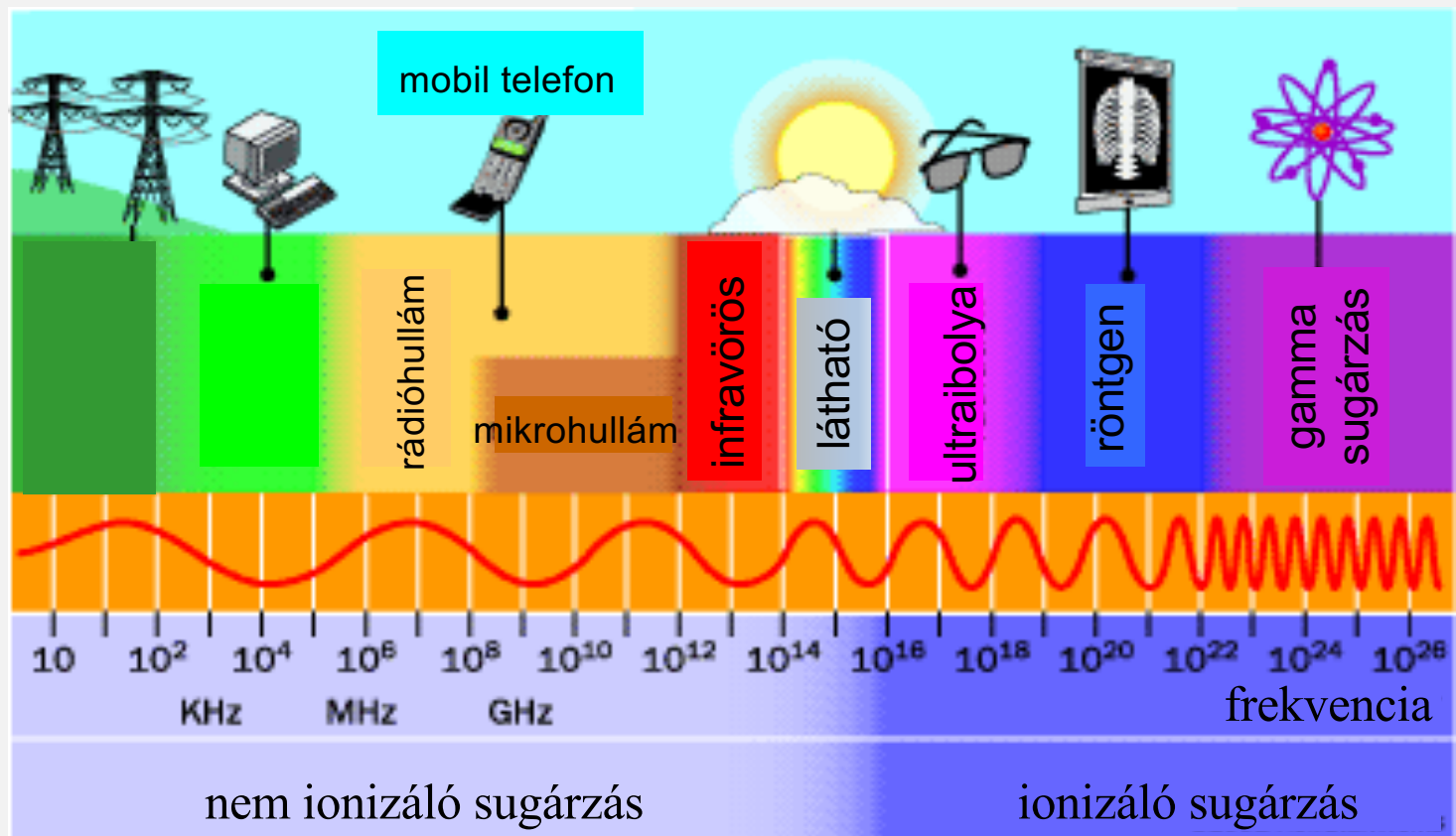


# A fény elektromágneses hullám

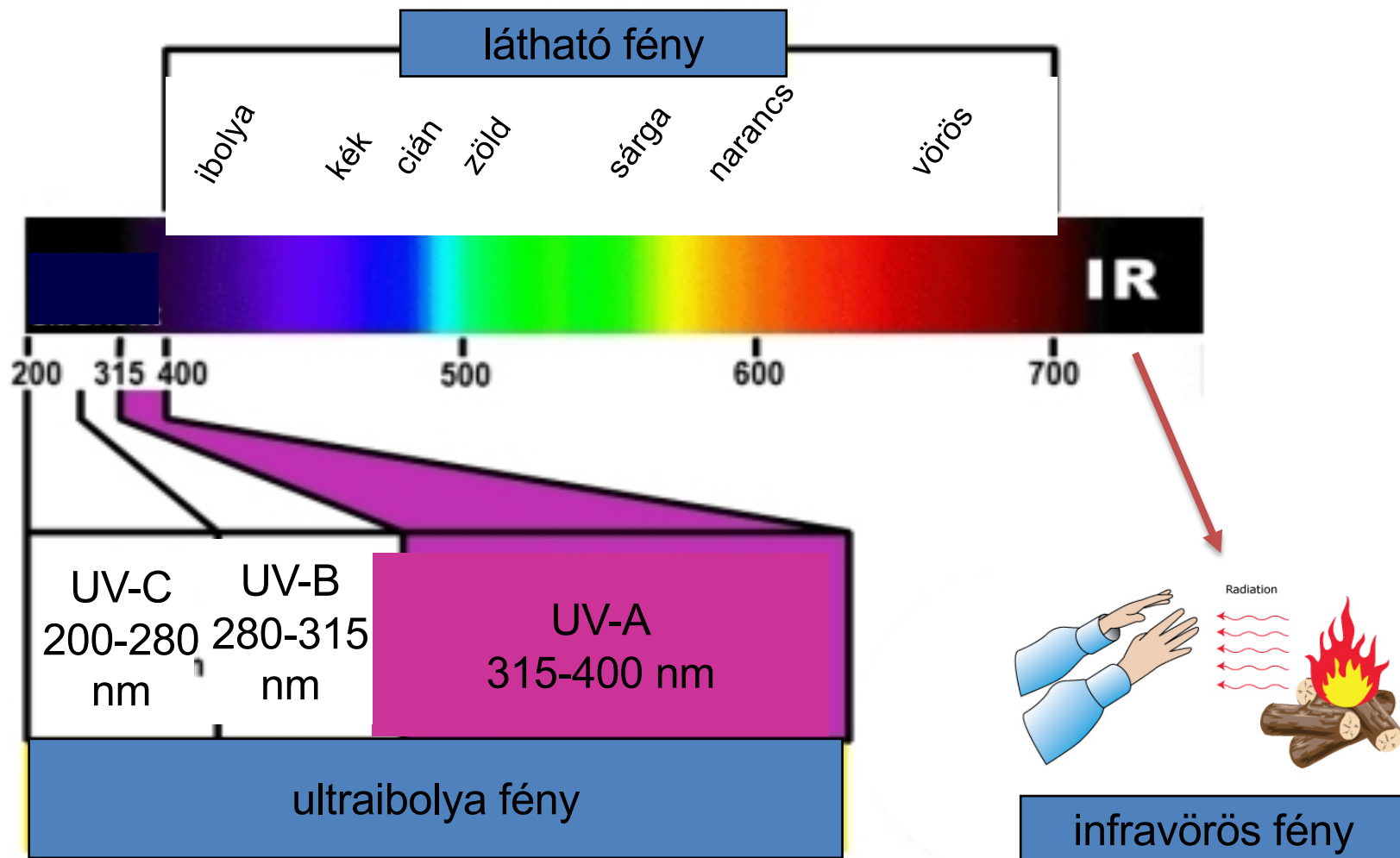
A terjedési irányra és egymásra is merőlegesen, szinuszosan változó elektromos és mágneses térerősség = traszverzális hullám. Elhajlási- és interferencia-jelenségeket mutat, hullámként terjed.



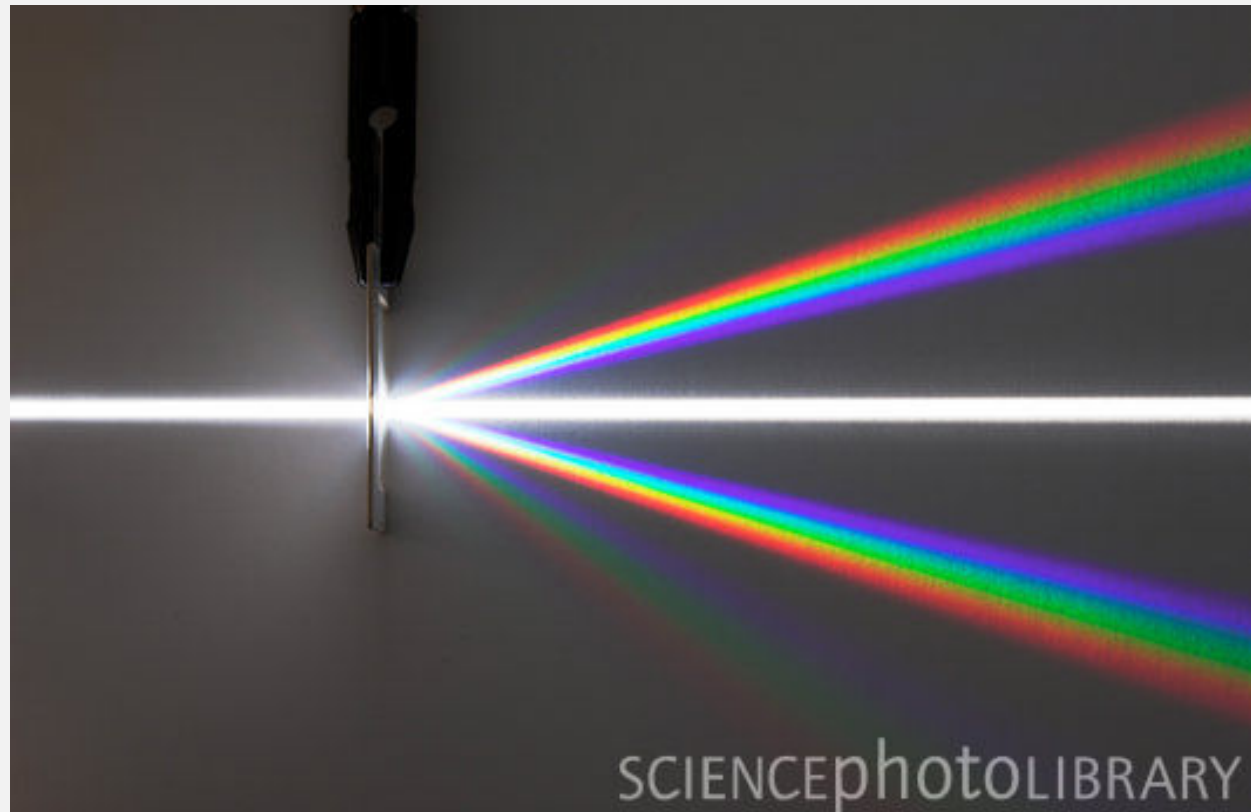
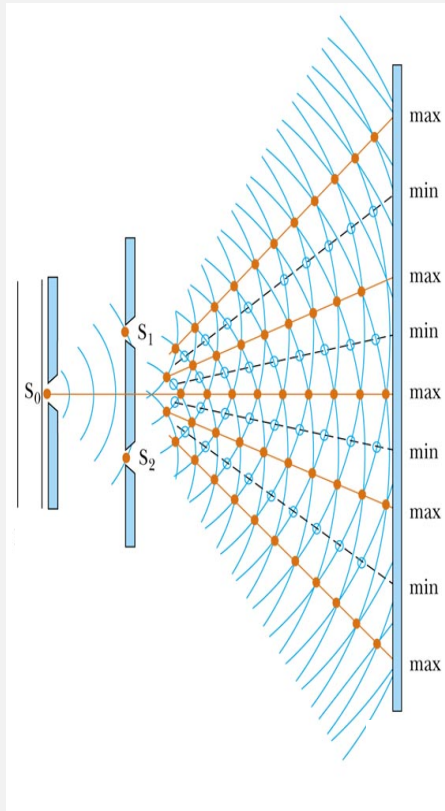
# Az elektromágneses spektrum



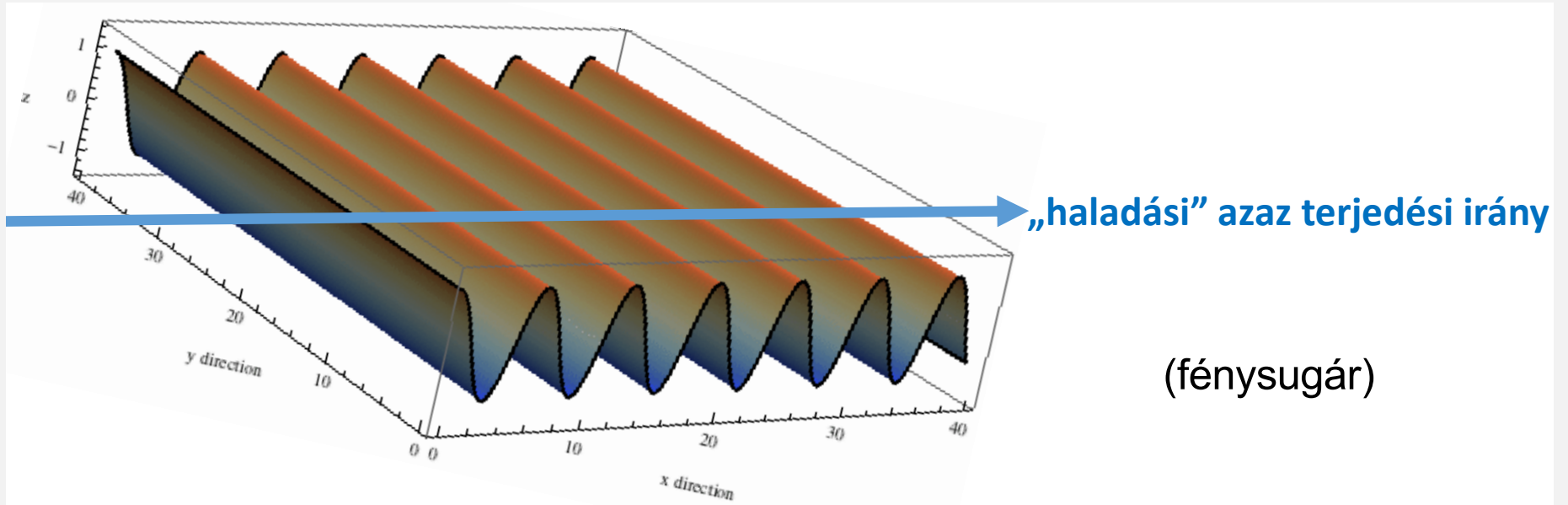
# Az optikai tartomány



# Fehér fény színeire bontása optikai ráccsal

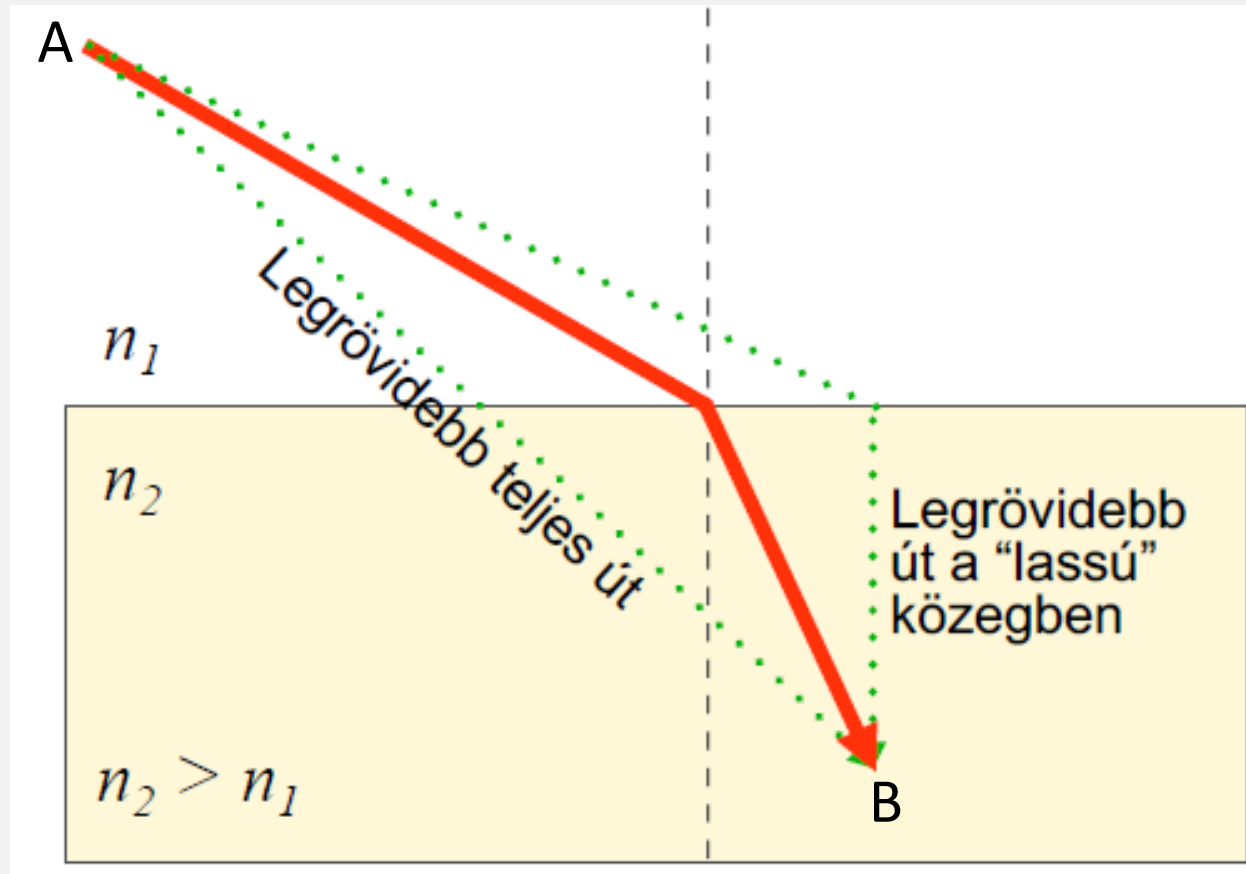


# Geometriai optika



Amennyiben a fény (bármely hullám) homogén és izotróp közegben terjed, a hullámtulajdonságok nem mutatkoznak meg, elegendő csak a terjedés irányát figyelembe venni.

# Geometriai optika – Fermat-elv



$c$  = fénysebesség  
vákumban

$c_1$  = fénysebesség  
az „1” közegben

$c_2$  = fénysebesség  
a „2” közegben

törésmutató:

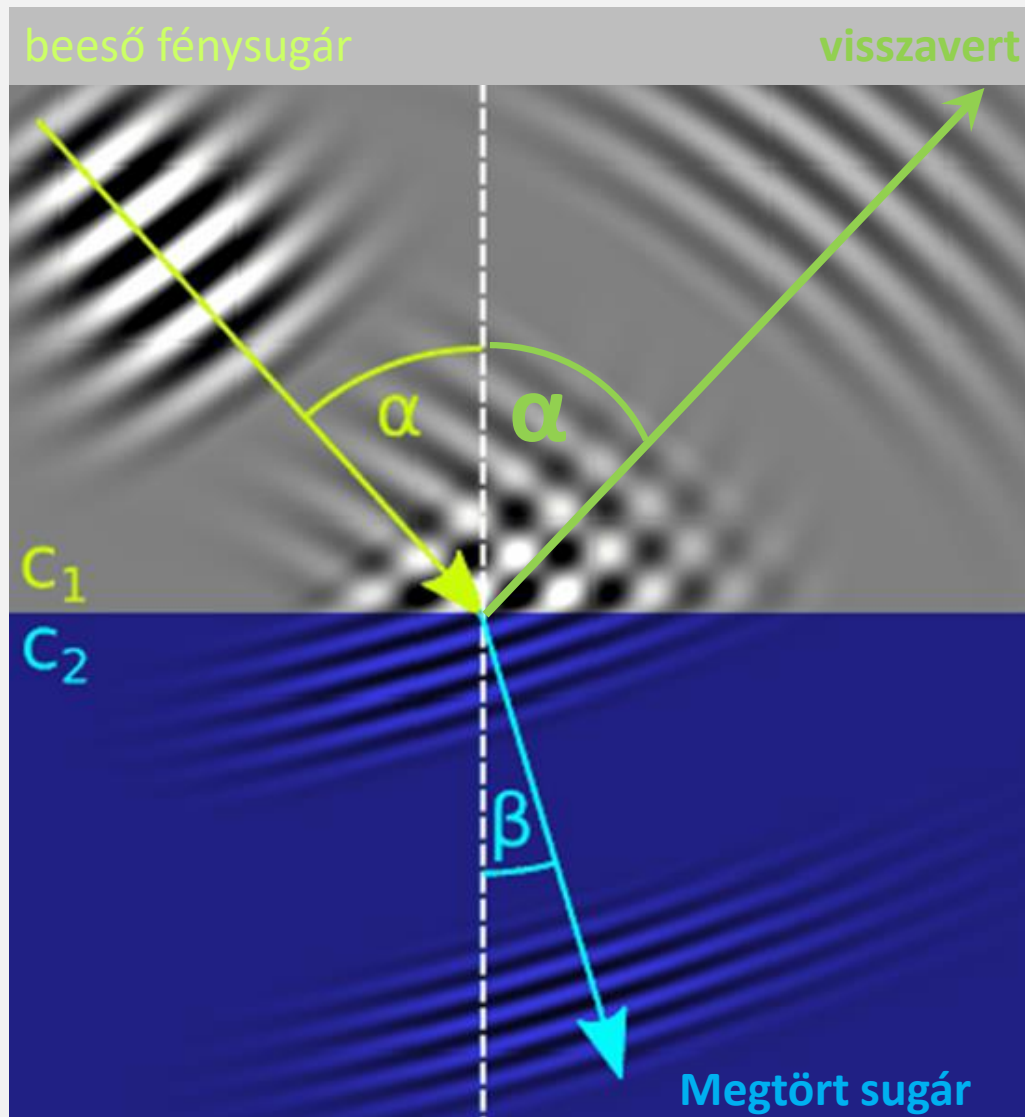
$$n_1 = c/c_1$$

$$n_2 = c/c_2$$

$$n_{21} = n_2/n_1 = c_1/c_2$$

A legrövidebb idő elve: a fénysugár két adott pont között azon az útvonalon terjed, ami a legrövidebb időt igényli.

# Snellius-Descartes törvény



Visszaverődés:

$$\alpha = \alpha'$$

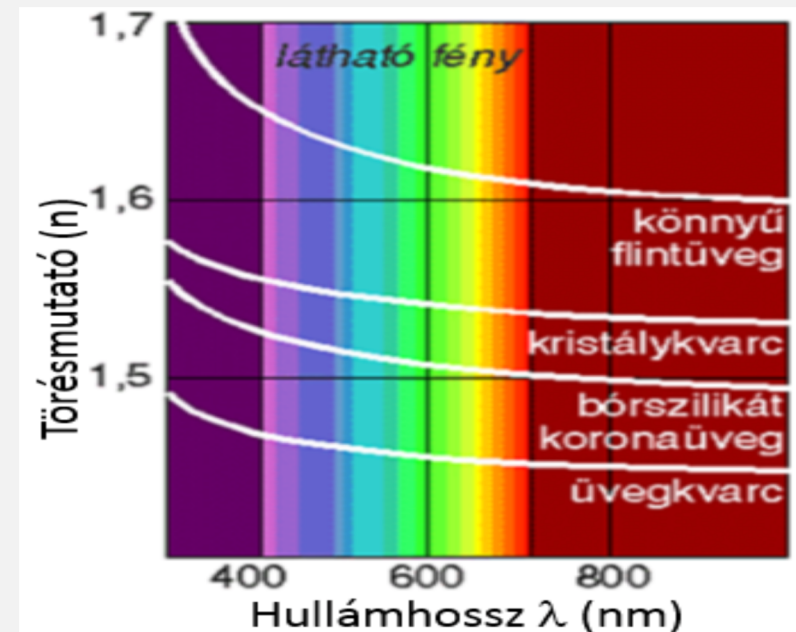
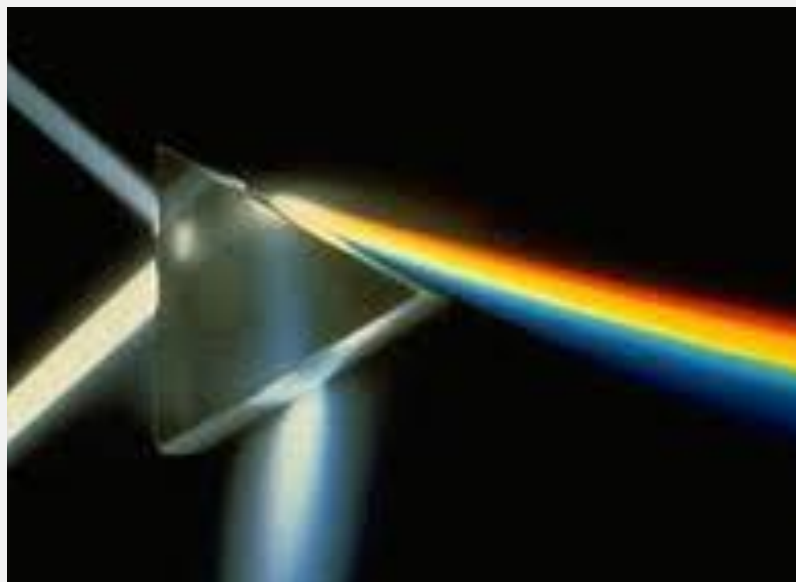
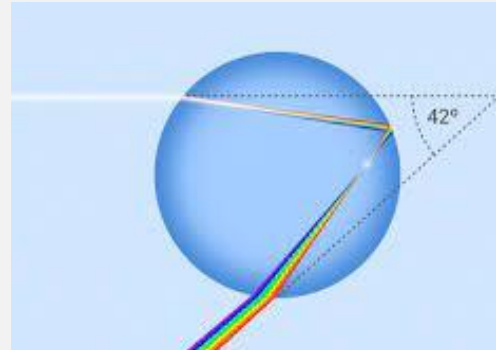
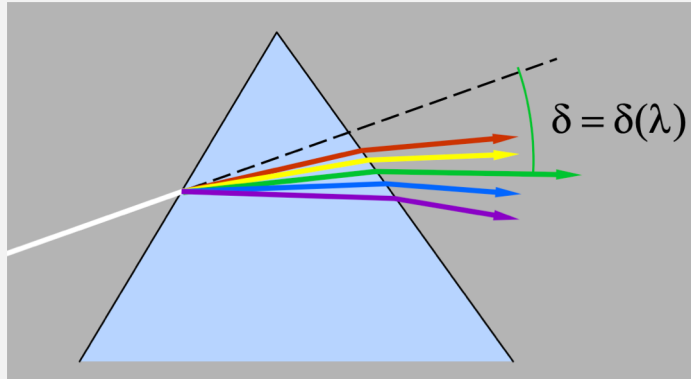
Fénytörés:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$$

$$n_{21} = c_1 / c_2 = \sin \alpha / \sin \beta$$

a három sugár mindig egy síkban van

# Fehér fény színeire bontása prizmával



A törésmutató értéke függ a fény hullámhosszától: diszperzió