

DFT Biofizika

1. Fény és anyag kölcsönhatásai

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

Dr. Liliom Károly

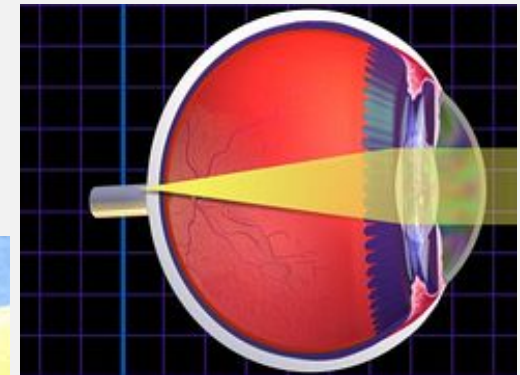
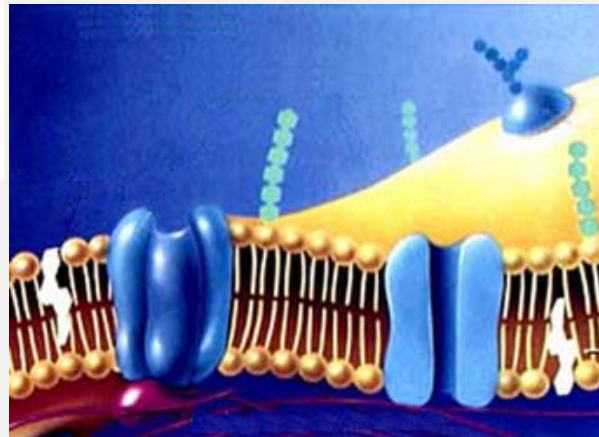
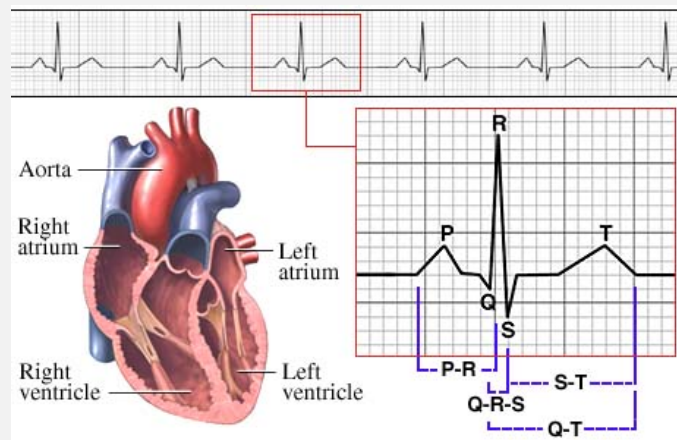
karoly.liliom.mta@gmail.com

2023. 09. 19.

Mi a biofizika tárgya?

Biológiai jelenségek fizikai leírása/értelmezése

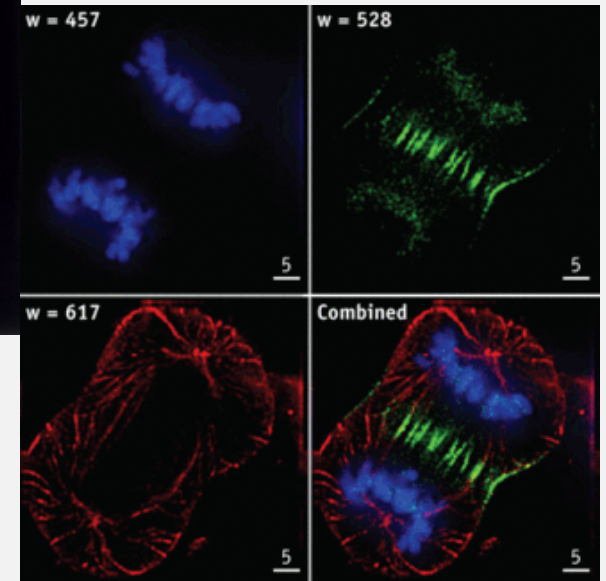
Pl. szívműködés, membránok szerkezete és működése, érzékelés stb.



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

Fizikai alapismeretek

„középiskolás” fizika és matematika kereteiben maradunk

Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet
Szállás Egyetem - Általános Orvostudományi Kar

Kezdőlap **Oktatás** Kutatás Szolgáltatás Munkatársak Elérhetőségek

Általános Orvostudományi Kar
Az orvosi biofizika matematikai és fizikai alapjai
Biofizika Gyakorlatok
Demonstrátori munka
Modellmembránok
OMHV intézkedési terv
Orvosi biofizika I.
Orvosi biofizika II.
Orvosi statisztika, informatika és személynéma

Fogorvostudományi Kar
A biofizika fizikai alapjai
Biofizika Gyakorlatok
Biofizika II. (FOK)
Demonstrátori munka
Fogorvosi anyagtudomány fizikai alapjai
Modellmembránok
OMHV intézkedési terv

Gyógyszerésztudományi Kar
A biofizika fizikai alapjai
Biofizika 1. (GyTK)

A biofizika fizikai alapjai
2021-2022

Leírás **Előadások** Vizsga

Általános információk
Szabadon választható tárgy:
14 óra elmélet tömbösítve az első 4 oktatási héten.
Az előadások az EOK Békésy előadótermében lesznek (Tűzoltó u. 37-47) hétfőn 18:40-20:10 között és csütörtökön 17:05-18:35 között.
Előadók: Dr. Kósa Nikolett, Dr. Orosz Ádám, Dr. Zolcsák Ádám.
A záróteszt az 5. oktatási héten lesz, pontos időpontját később közöljük.

A tantárgy rövid leírása
A tárgy célja a középiskolai oktatás hiányosságainak pótlása, az orvosi biofizika megértéséhez szükséges ismeretek összefoglalása.

A tantárgy elsajátításához szükséges segédanyagok (könyv, jegyzet, egyéb)
alapfizika jegyzet [pdf]

Fizikai alapismeretek

Vizsgareleváns kiegészítő anyag
az „orvosi biofizika” és „biofizika” kurzusokhoz

Összeállította: Dr. Tölgyesi Ferenc, egyetemi docens

AZ ELLENÁLLÁS HIÁBAVALÓ

Szállás Egyetem
Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet
2016

- Newton törvények, munka, energia, lendület, perdület, térerősség, potenciál...
- Anyagszerkezeti alapok – atomok és molekulák, szilárd testek, kristályok, elektronok energiaállapotai, Jablonski-diagram...

Sugárzások

Sugárzás: energia kibocsátása és terjedése

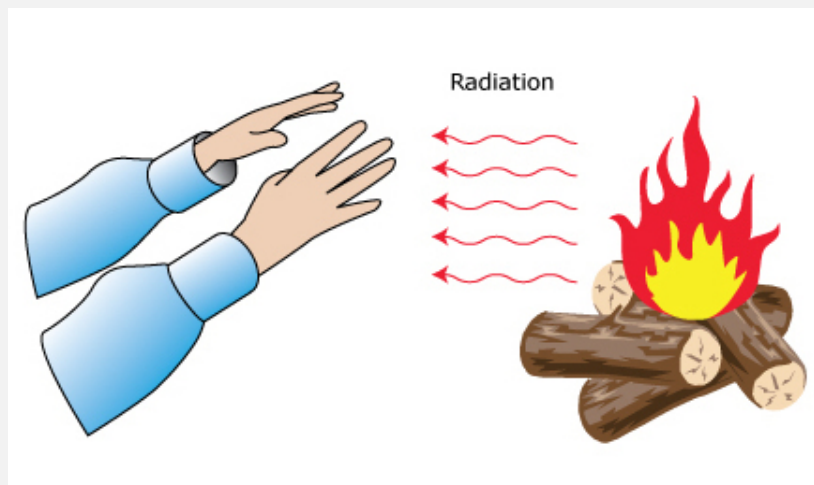
Milyen példákat tapasztalunk magunk körül?

hang

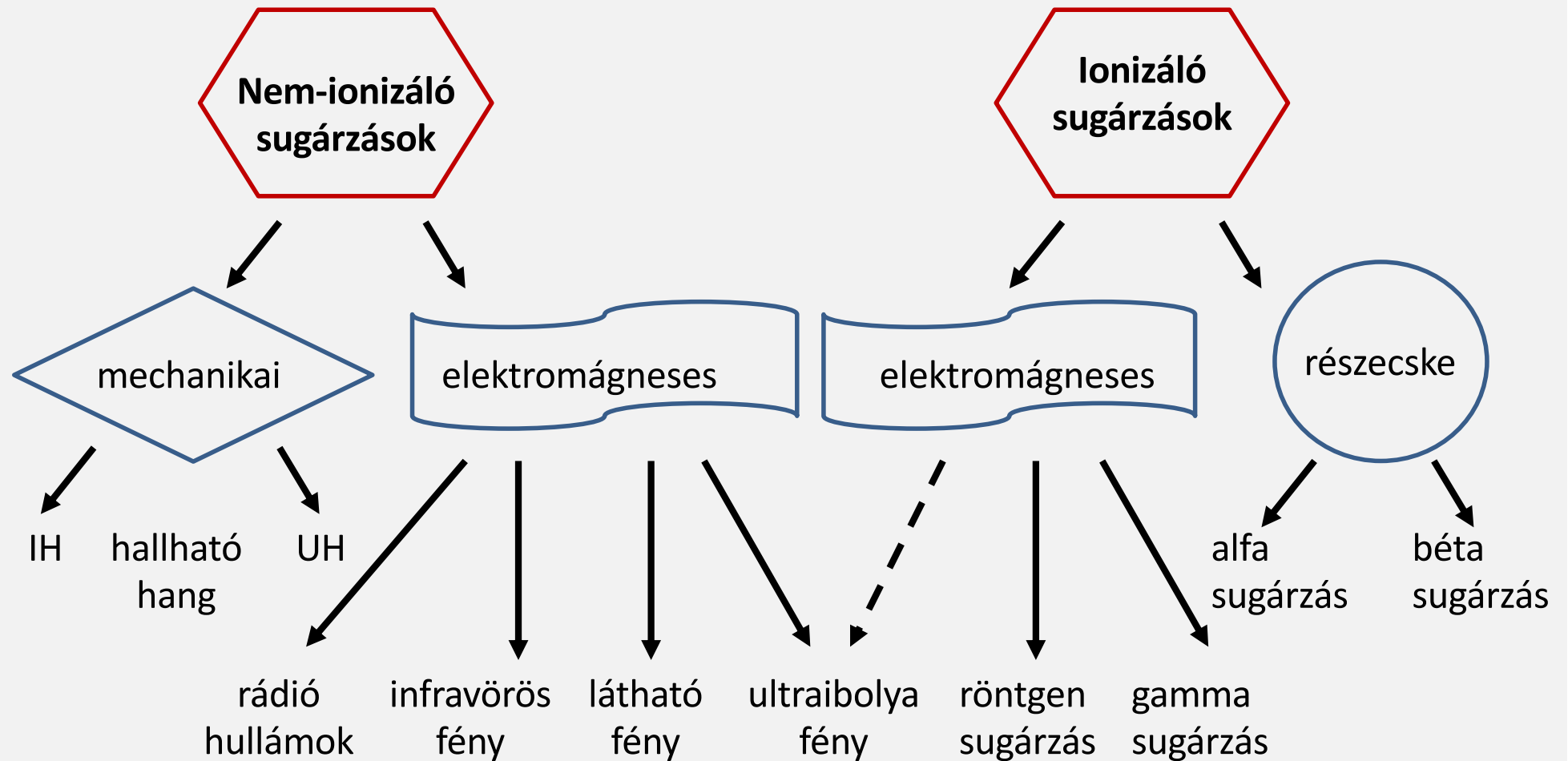
fény

rádióhullámok

magsugárzások



Sugárzások osztályozása



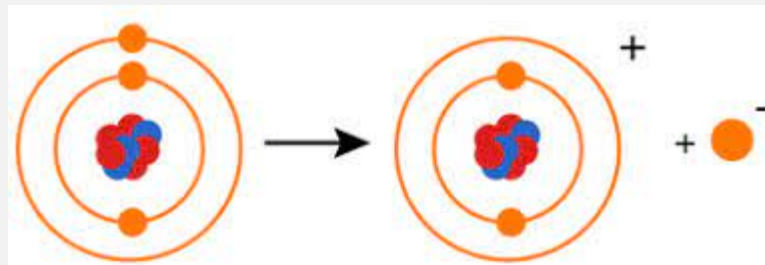
Sugárzások osztályozása

Nem-ionizáló
sugárzások

Ionizáló
sugárzások

Mi az osztályozás alapja?

IONIZÁCIÓ

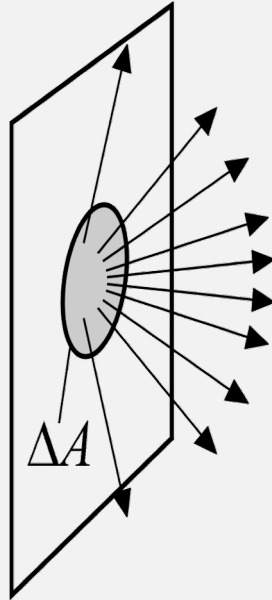


Az ionizáció létrejöttéhez az elektronnak energiát kell felvennie a sugárzásból.
Az ionizációs energia (fémeknél kilépési munka) az adott anyagra jellemző.

Sugárzásokat jellemző mennyiségek

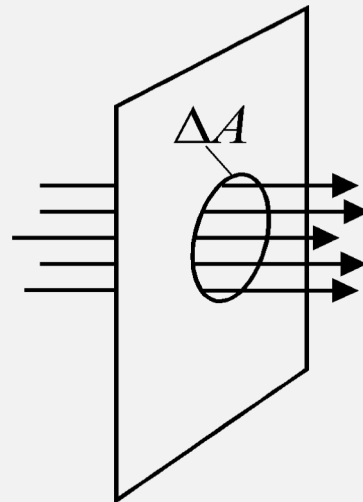
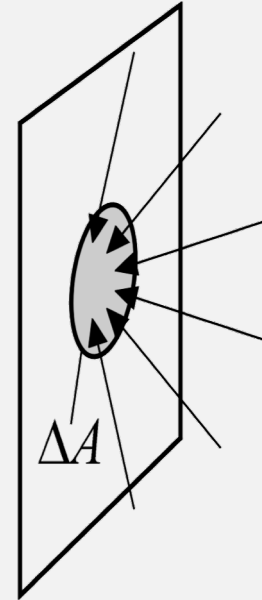
kisugárzott felületi teljesítmény:

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



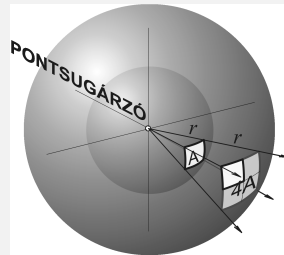
besugárzott felületi teljesítmény:

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



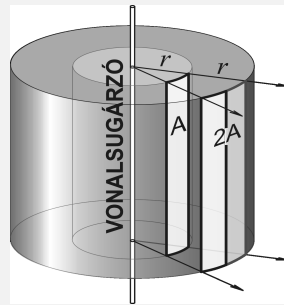
sugárzás intenzitása = sugárzásra
merőleges irányban egységnyi
felületen egységnyi idő alatt
átáramló energia
 $J_E = \Delta E / \Delta t \Delta A$

Sugárforrások osztályozása



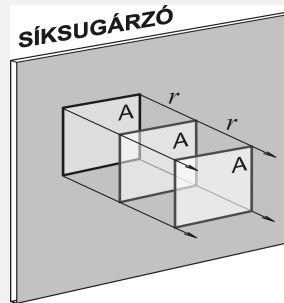
Pontsugárzó forrás:

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



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*

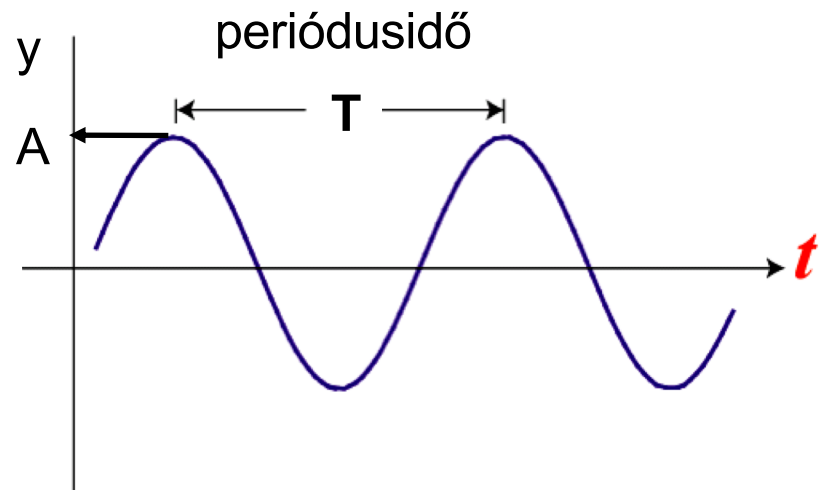
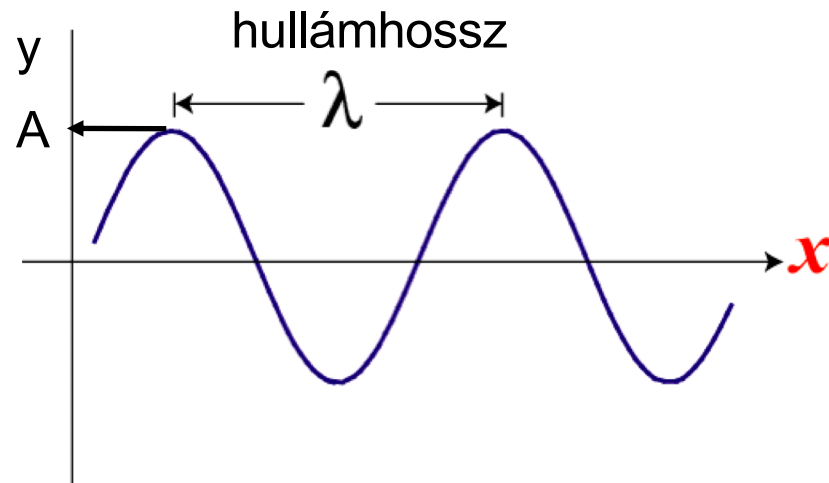
λ [m]

Maximális kitérés = *amplitúdó*

Időbeli periodicitás

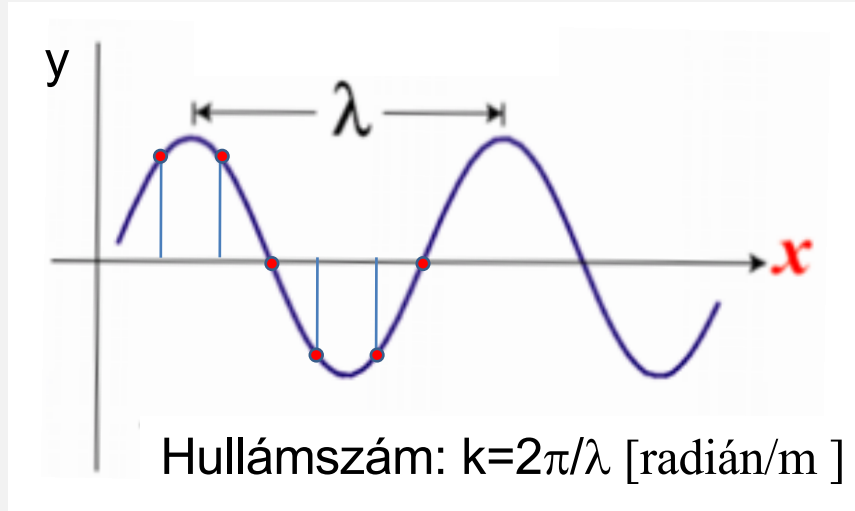
$$f = \frac{1}{T} \left[\frac{1}{s} \right] \quad \begin{array}{l} \text{- periódusidő} \\ \text{- frekvencia} \end{array}$$

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



Fázis: kitérési állapot

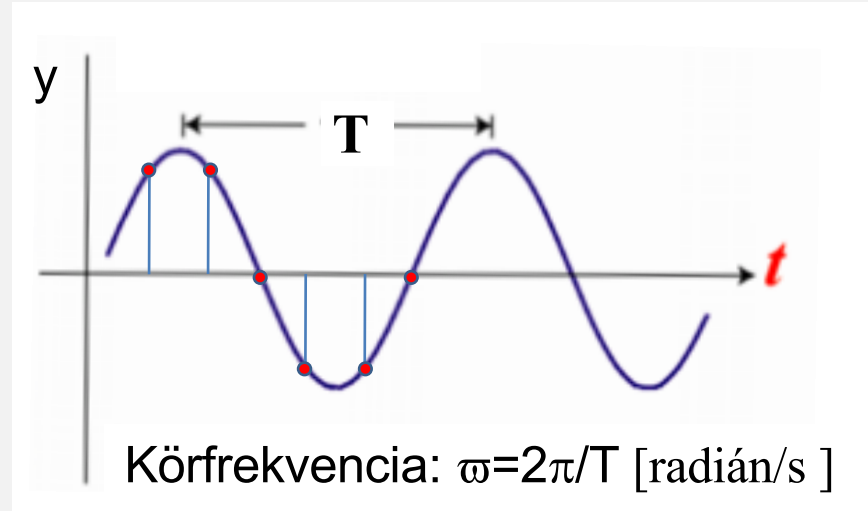
térben vizsgálva



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



időben vizsgálva



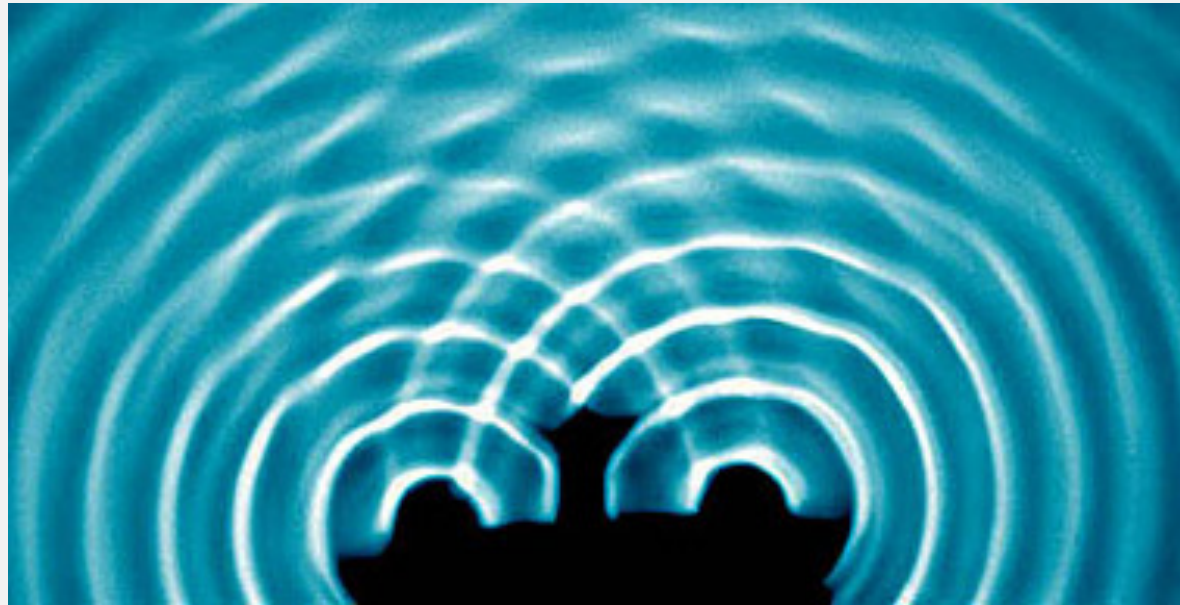
$$\phi(t)=\omega t+\phi_0$$



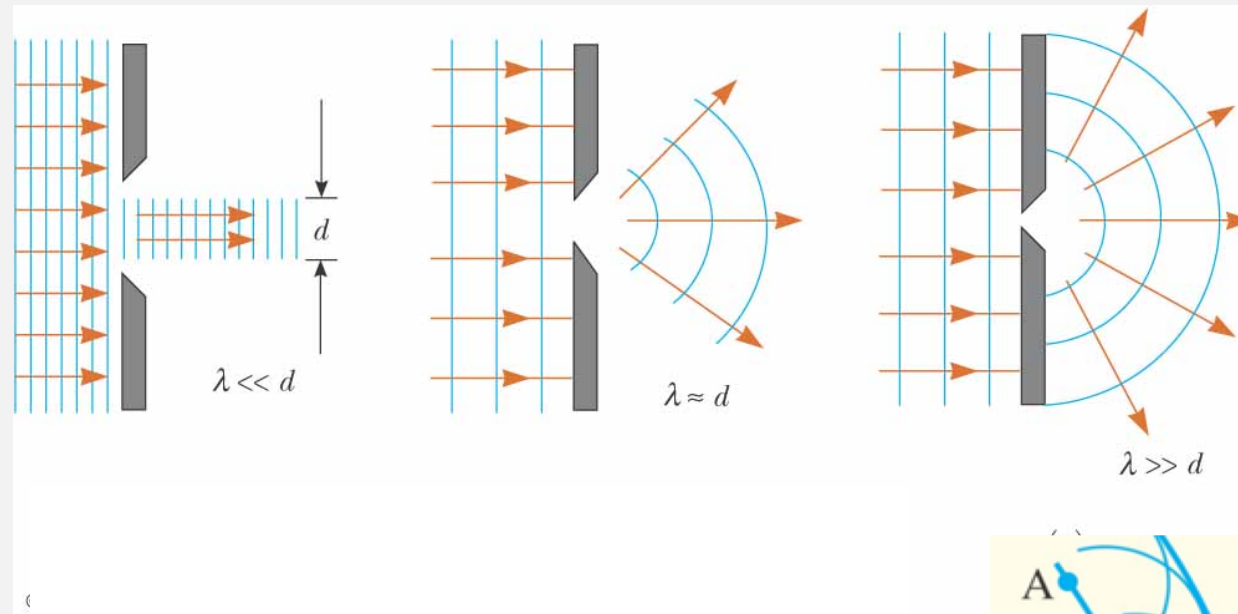
$$\phi=\omega t+kx+\phi_0$$

Hullámtermészetet bizonyító jelenségek:

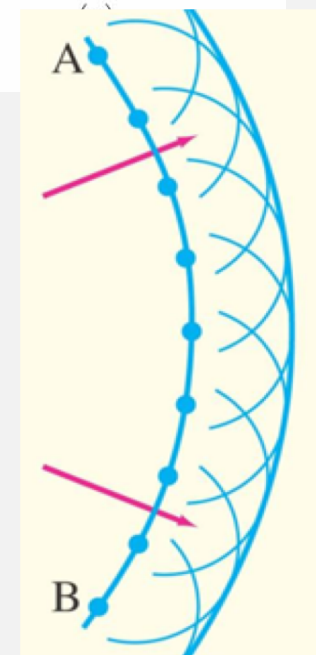
- elhajlás
- szuperpozíció/interferencia
- polarizáció



Hullámok elhajlása

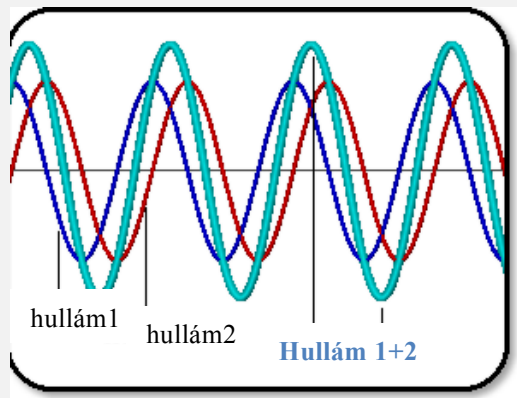


Huygens-elv: egy hullámfelület minden pontjából elemi hullámok indulnak ki. Az új hullámfelület az elemi hullámok burkolófelülete.

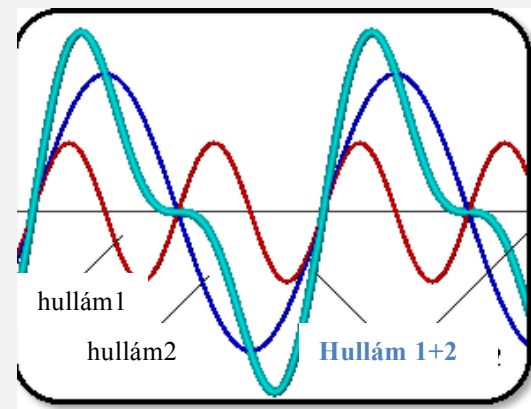


Szuperpozíció elve:

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



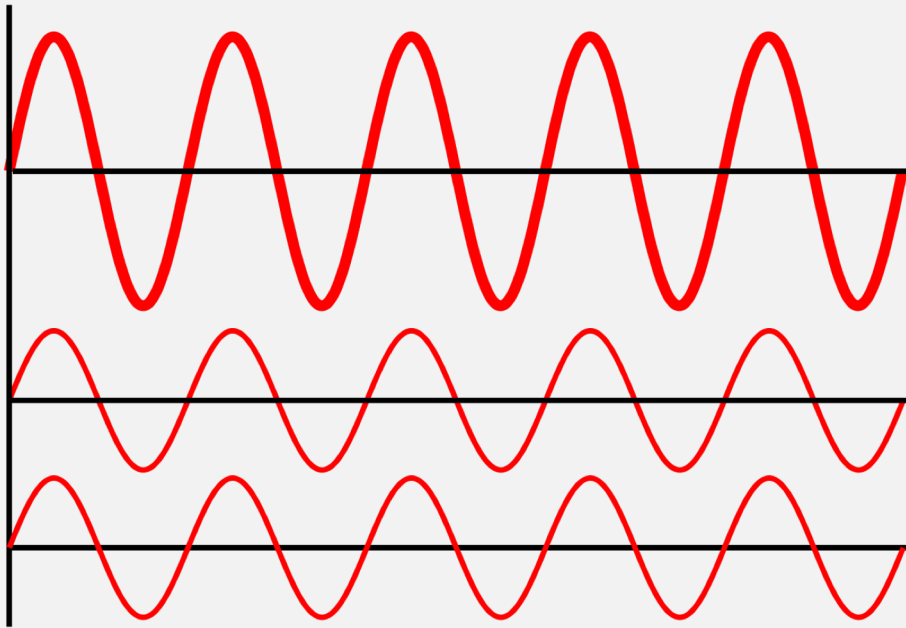
azonos frekvencia



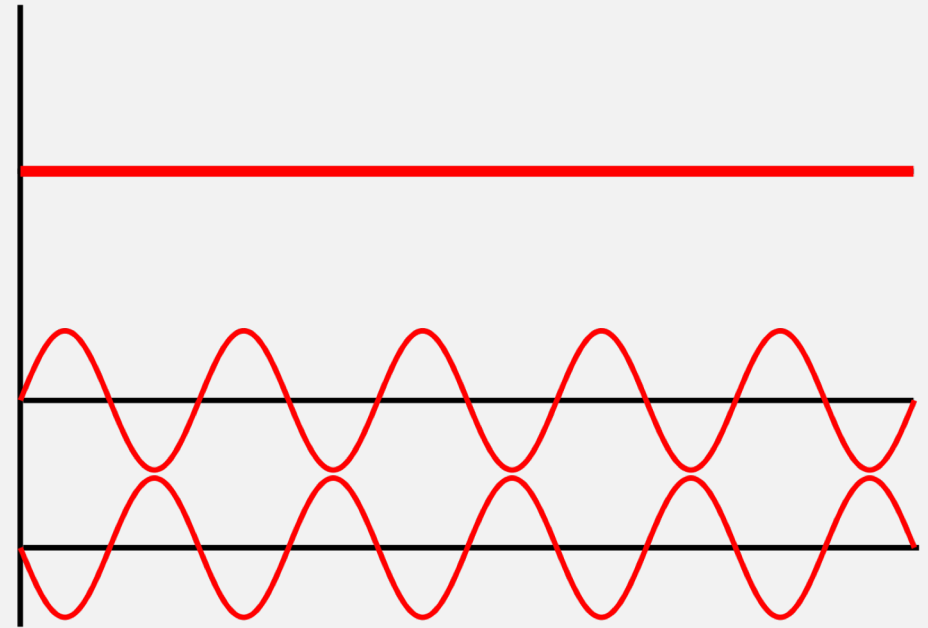
nem azonos frekvencia

Interferencia - koherens hullámok szuperpozíciója

(koherens hullámok: a fáziskülönbség állandó)



azonos fázis
pozitív interferencia



ellentétes fázis
negatív interferencia

A fény természete

Hullám?



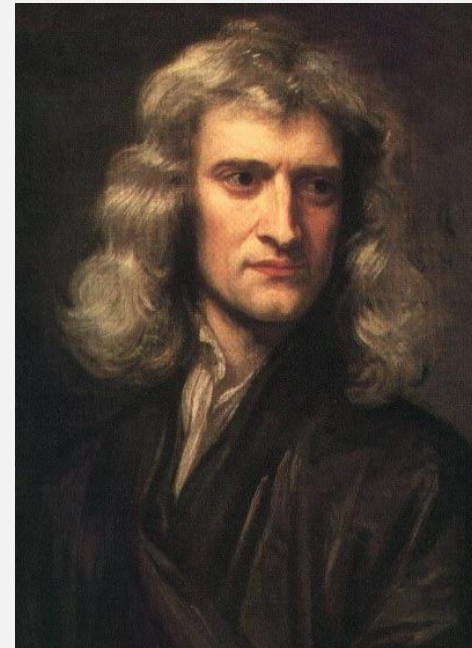
Christiaan Huygens

(1629 - 1695)

Traité de la lumière

1690

Részecske?



Isaac Newton

(1642 - 1727)

Opticks

1704

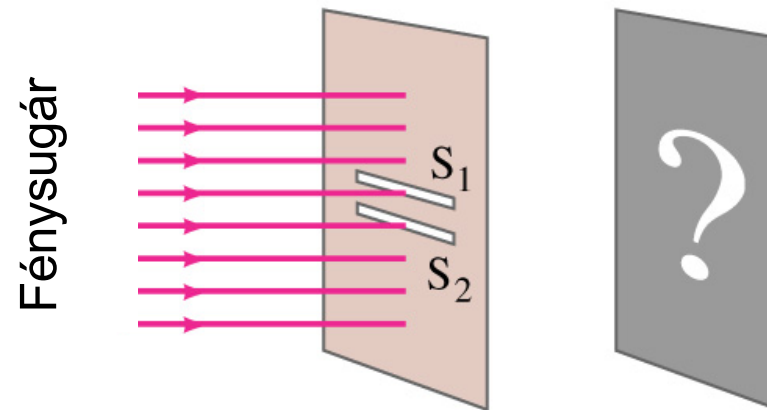


Thomas Young
(1773-1829)

A fény hullám vagy részecske?

1. Young kétréses kísérlete

Mit látunk az ernyőn?





Thomas Young
(1773-1829)

A fény hullám vagy részecske?

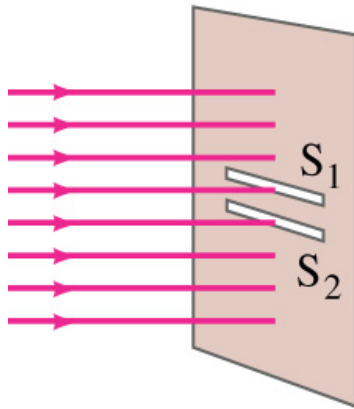
1. Young kétréses kísérlete

Mit látunk az ernyőn?

ha részecske

ha hullám

Fénysugár





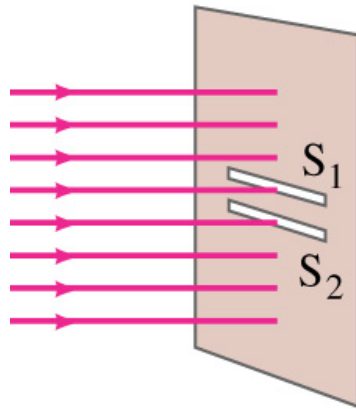
Thomas Young
(1773-1829)

A fény hullám vagy részecske?

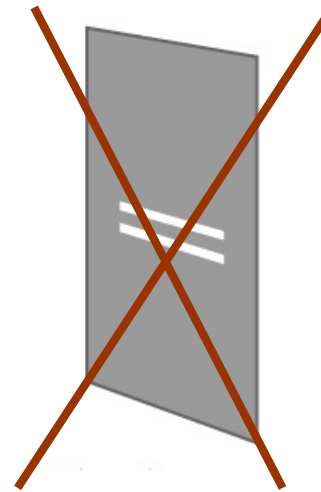
1. Young kétréses kísérlete

Mit látunk az ernyőn?

Fénysugár



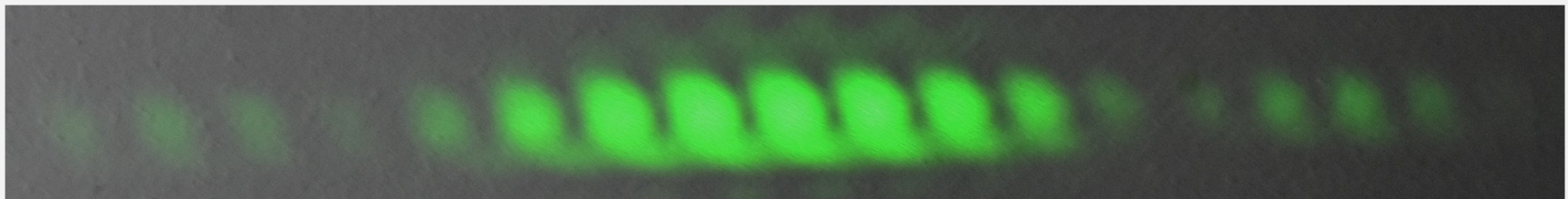
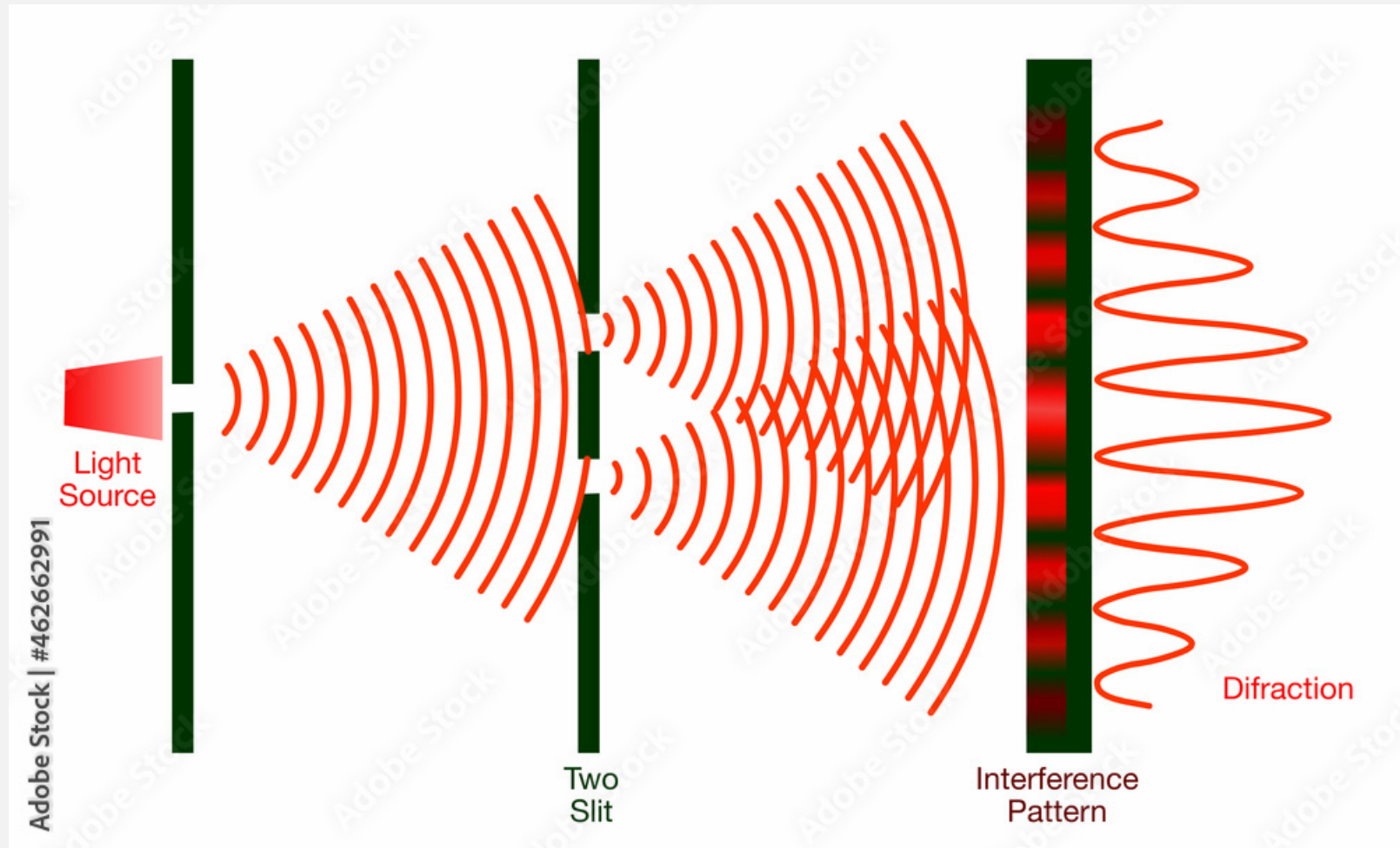
ha részecske



ha hullám



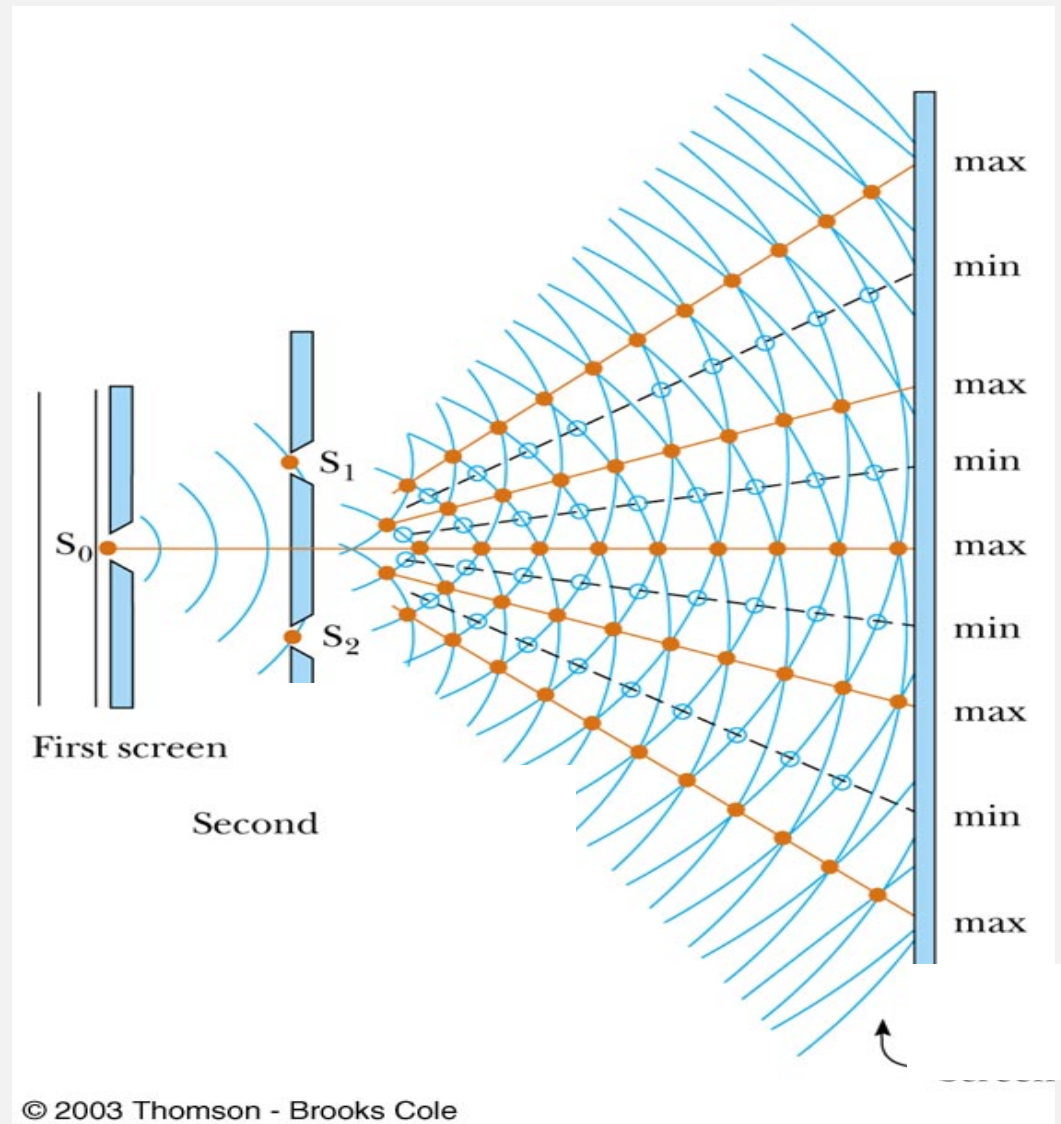
Young-féle kétréses kísérlet



Young-kísérlet magyarázata az interferenciával

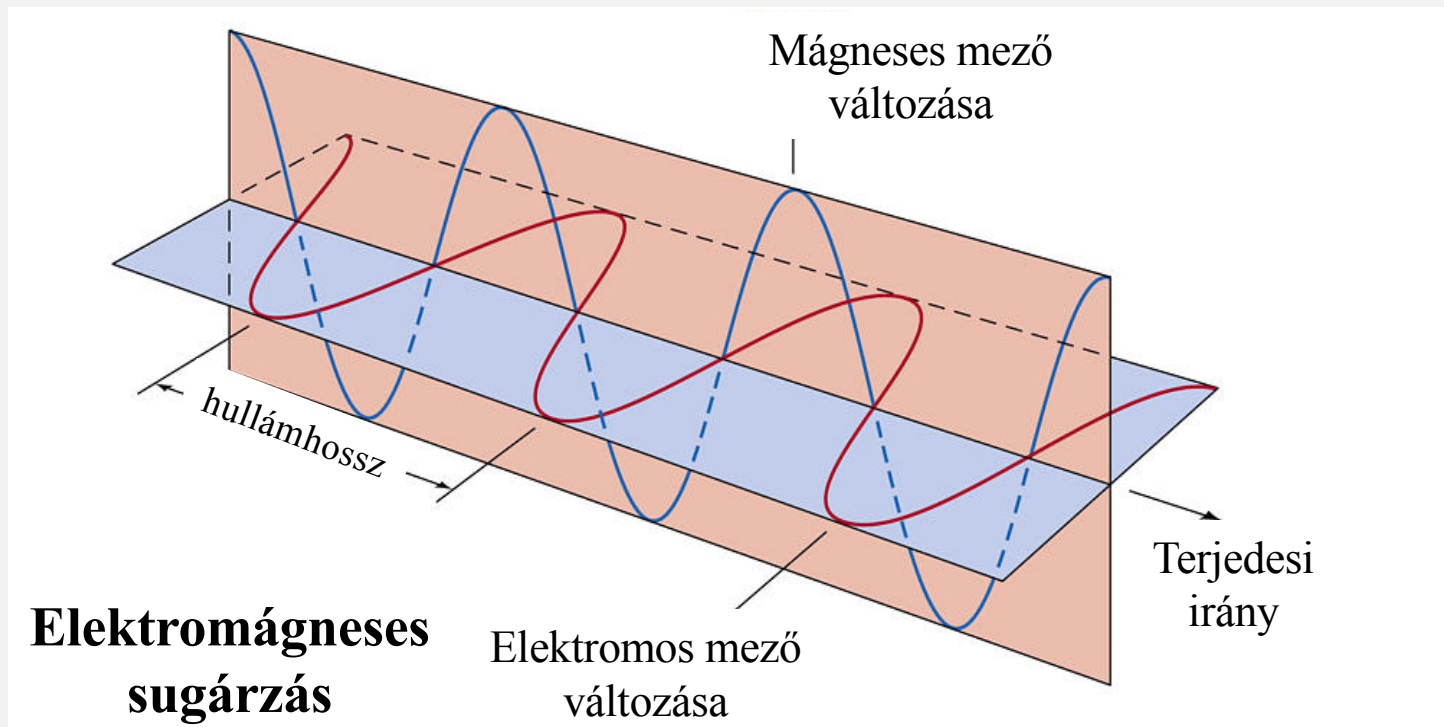
S_1 és S_2 rések elemi hulláforrások

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

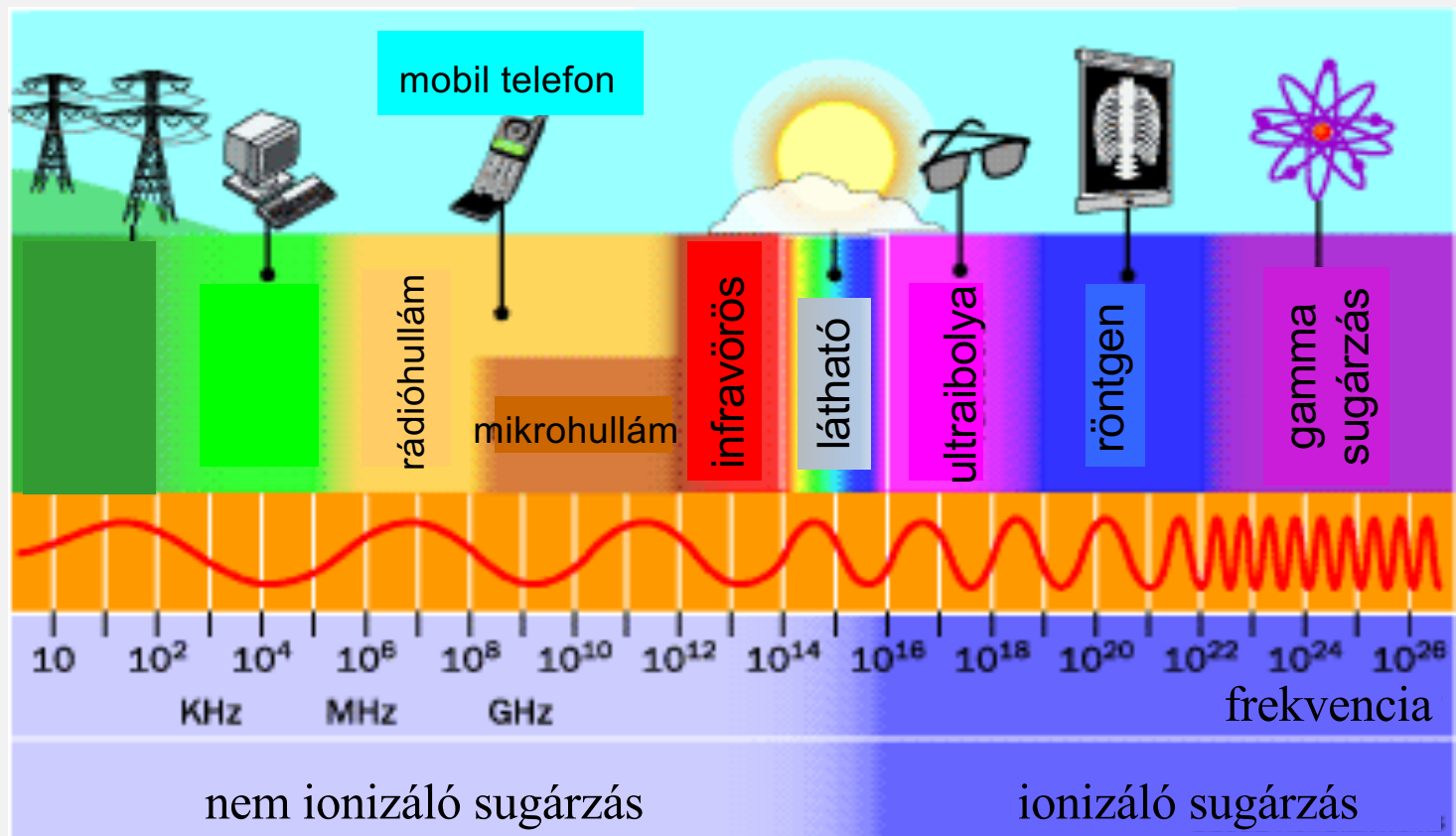


A fény elektromágneses hullám

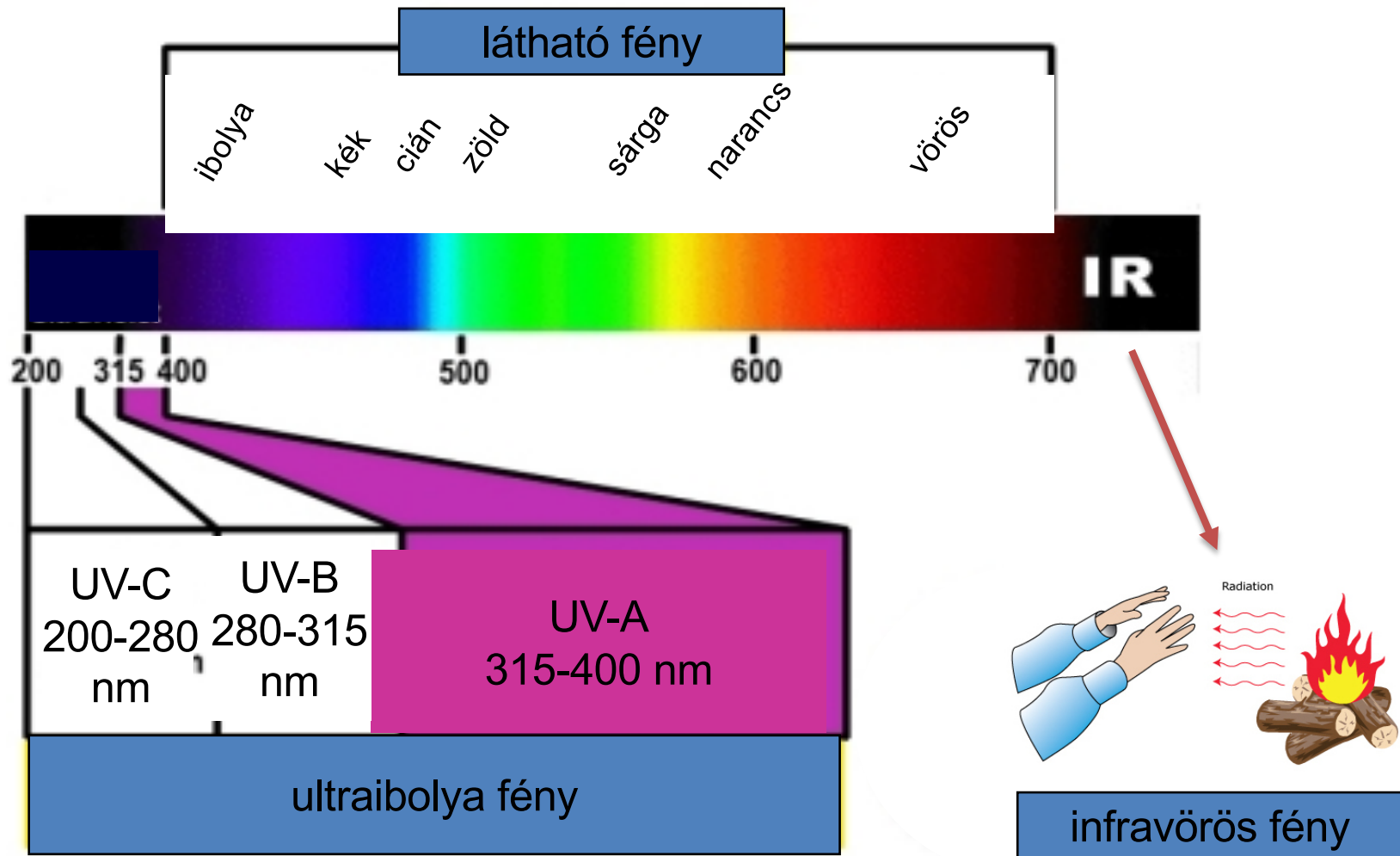
A terjedési irányra és egymásra is merőlegesen, szinuszosan változó elektromos és mágneses térerősség = traszverzális hullám. Elhajlási- és interferencia-jelenségeket mutat, hullámként terjed.



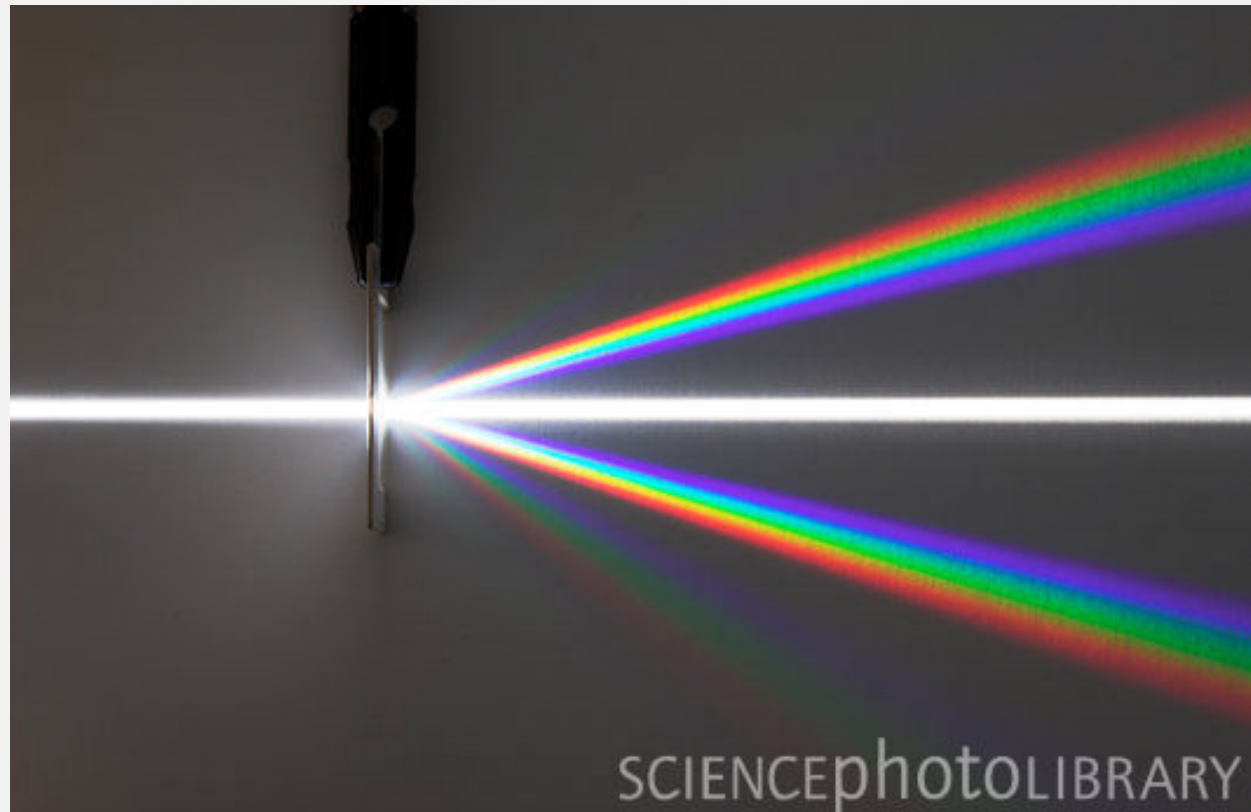
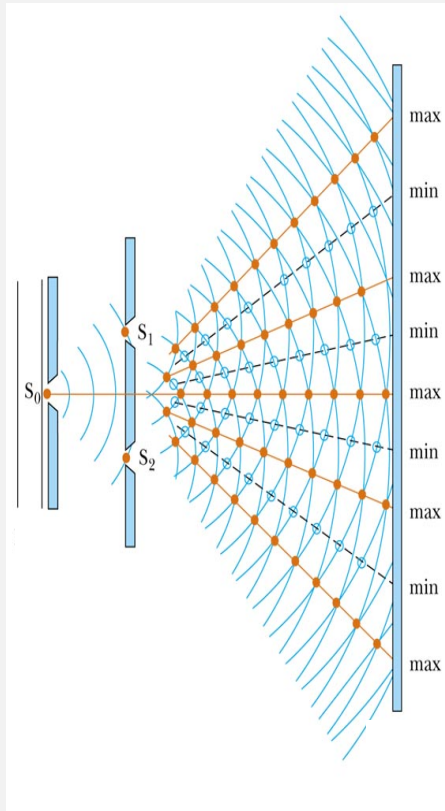
Az elektromágneses spektrum



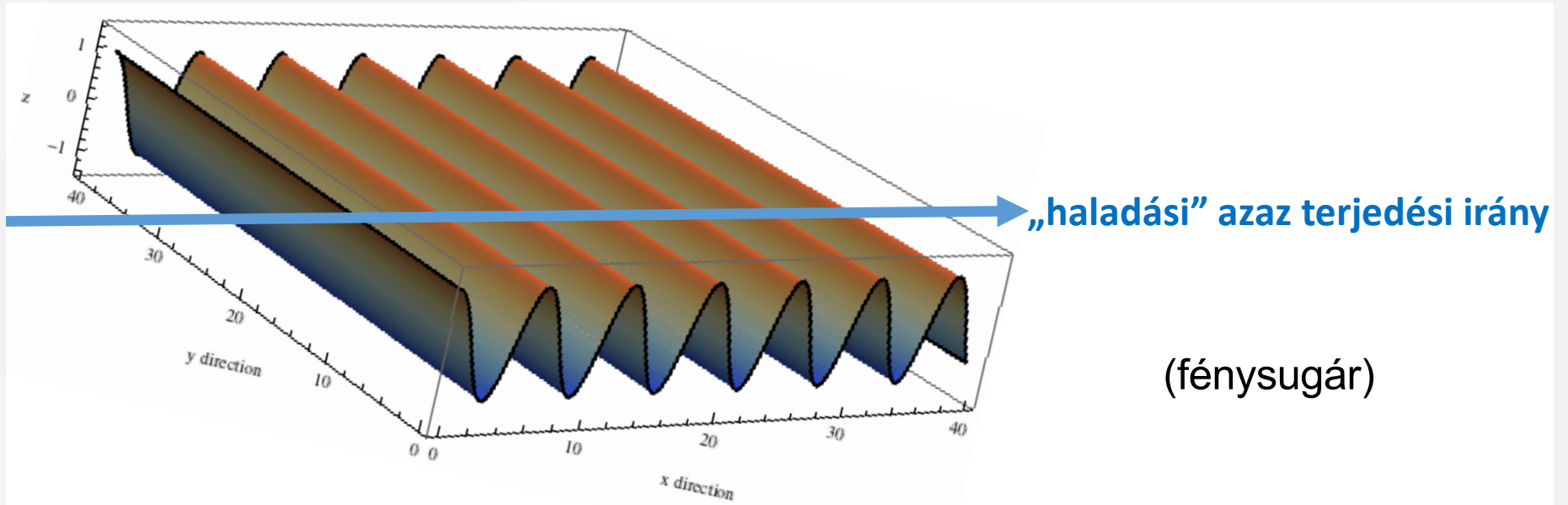
Az optikai tartomány



Fehér fény színeire bontása optikai ráccsal

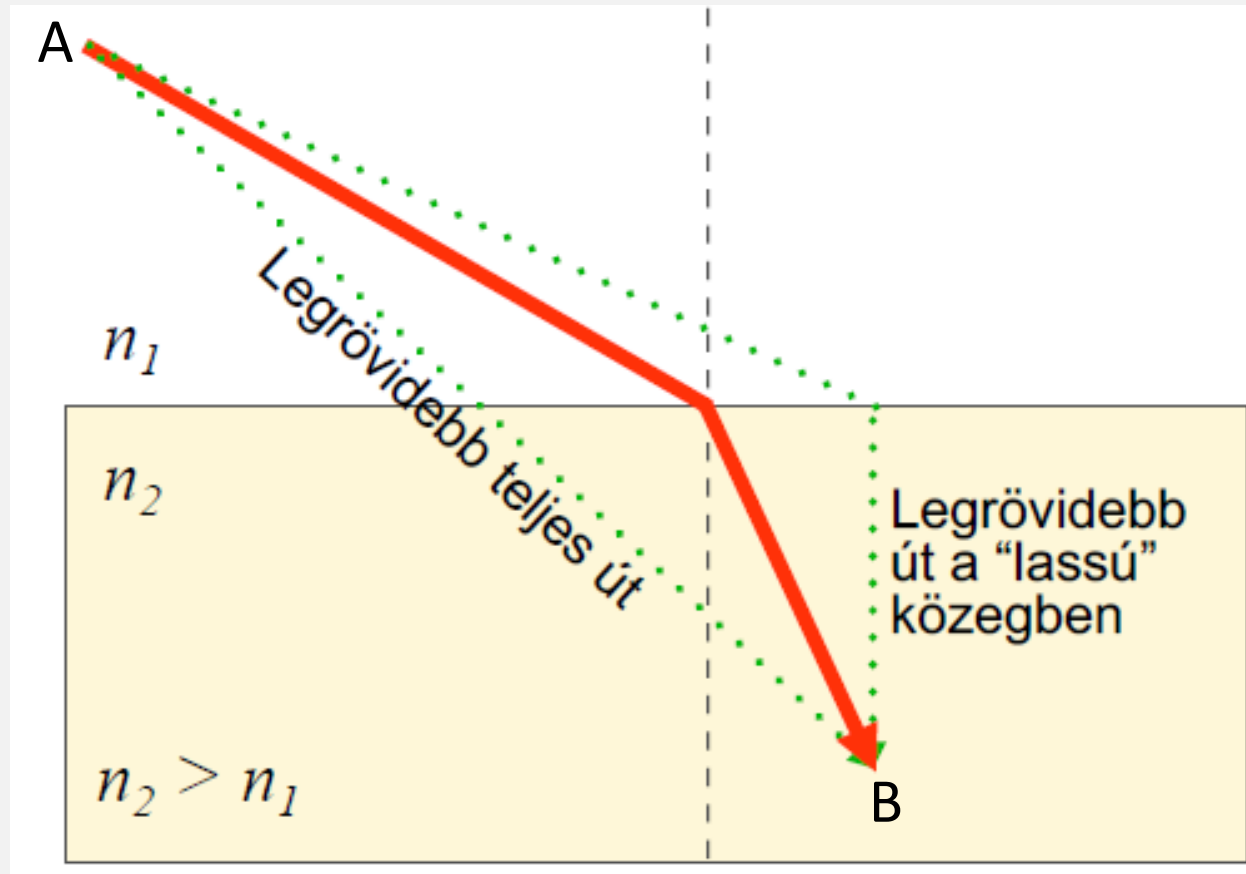


Geometriai optika



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:

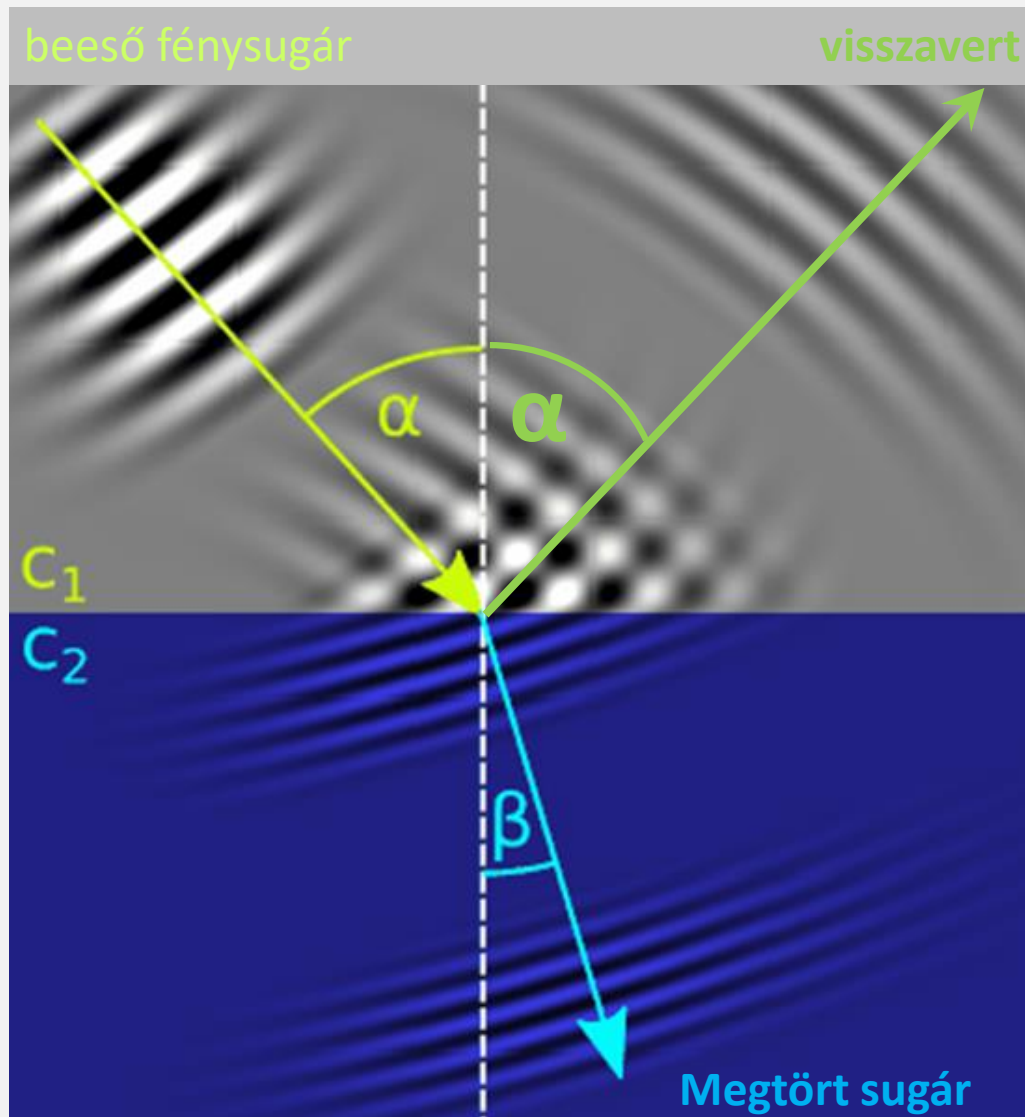
$$n_1 = c/c_1$$

$$n_2 = c/c_2$$

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

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

Snellius-Descartes törvény



Visszaverődés:

$$\alpha = \alpha'$$

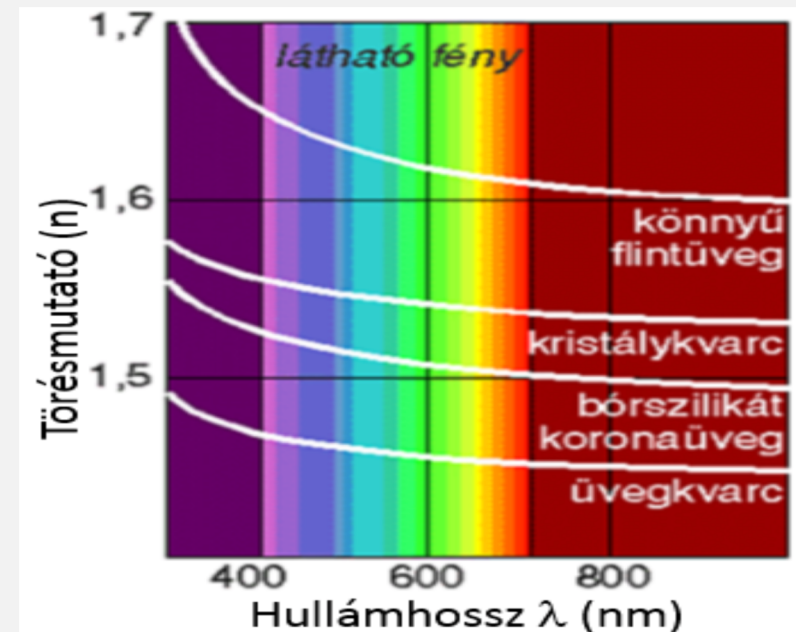
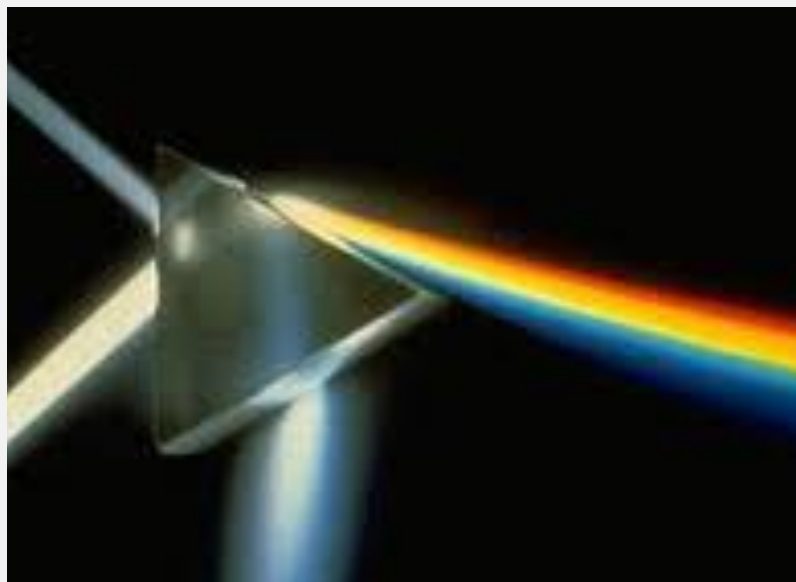
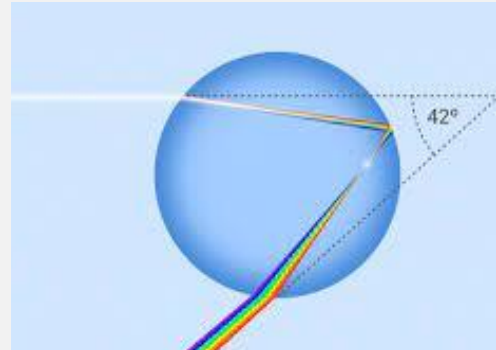
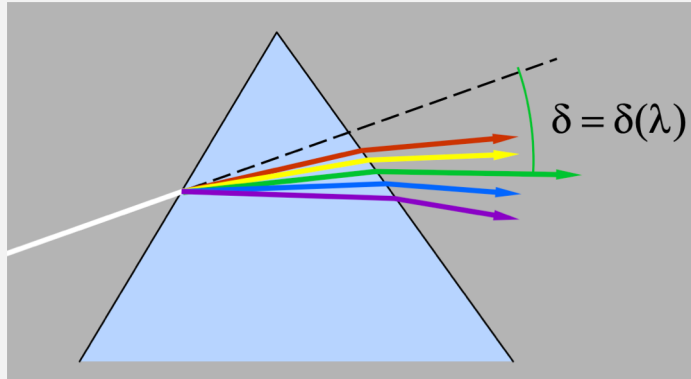
Fénytörés:

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

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

a három sugár mindig egy síkban van

Fehér fény színeire bontása prizmával



A törésmutató értéke függ a fény hullámhosszától: diszperzió