

SUGÁRZÁSOK

KELLERMAYER MIKLÓS

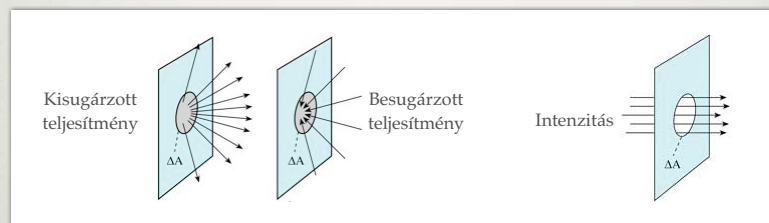
SUGÁRZÁS MINDENÜTT



Forrás → Sugárzás → Besugárzott test

SUGÁRZÁS

Minden sugárzásban **energia** terjed.



Kisugárzott teljesítmény (W)

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Kisugárzott felületi teljesítmény

$$M = \frac{\Delta P}{\Delta A}$$

Energiaáram-sűrűség,
Intenzitás

$$J_E = \frac{\Delta E}{\Delta A}$$

Energiaáram-erősség

SUGÁRZÁSOK FAJTÁI



REZGÉSEK

A REZGÉSEK HULLÁMFORRÁSOK



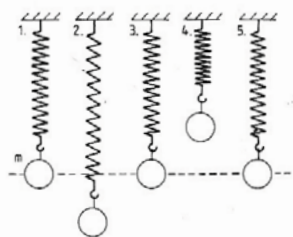
Tacoma Bridge catastrophe

The original Tacoma Narrows Bridge was opened to traffic on July 1, 1940. It was located in Washington State, near Puget Sound. It was the third-longest suspension bridge in the United States at the time, with a length of 5939 feet including approaches. Its two supporting towers were 425 feet high. The towers were 2800 feet apart.

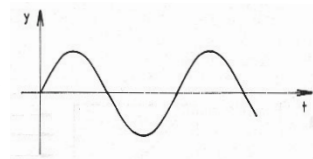
Strong winds caused the bridge to collapse on November 7, 1940. Initially, 35 mile per hour winds excited the bridge's transverse vibration mode, with an amplitude of 1.5 feet. This motion lasted 3 hours. The wind then increased to 42 miles per hour. In addition, a support cable at mid-span snapped, resulting in an unbalanced loading condition. The bridge response thus changed to a 0.2 Hz torsional vibration mode, with an amplitude up to 28 feet.

REZGŐMOZGÁS

Harmonikus rezgés (SHO):
sinus függvénnyel leírható



+Kitérés
↑
Egyensúlyi helyzet
↓
-Kitérés

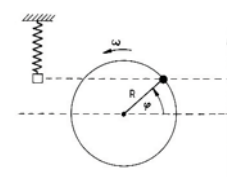


Rugóra függesztett tömeg

Kitérés vs. idő

HARMONIKUS REZGÉS

Harmonikus rezgés és körmozgás



$$y = R \sin \varphi$$

φ = fázisszög t időnél
y = kitérés t időpontban
y maximum $\sin \varphi = 1$ -nél
Maximális kitérés: "amplitudó (A)"

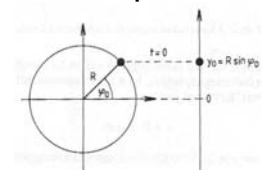


$$\varphi = \omega t$$

ω = szögsebesség

$$y = A \sin(\omega t)$$

Ha $\varphi \neq 0$



$$y_0 = A \sin \varphi_0$$

y_0 = kezdeti kitérés
 φ_0 = kezdeti szög

$$y = A \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$y = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t + \varphi_0\right)$$

HULLÁMOK

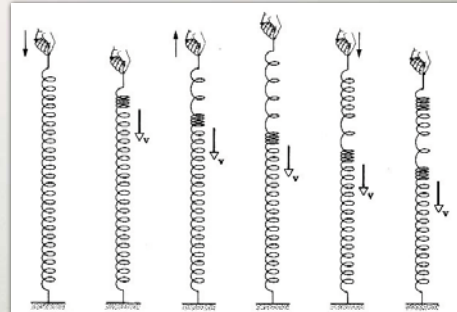
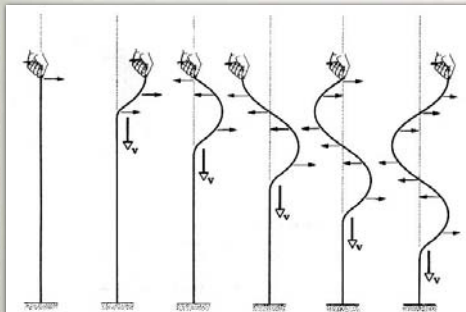
HULLÁMOK TÍPUSAI

- Keletkezés **mechanizmusa** szerint:
 1. Mechanikai: rugalmas deformáció, rugalmas közegben terjed
 2. Elektromágneses: elektromos zavar, vákuumban (is) terjed
- Terjedés **dimenziója** szerint:
 1. egydimenziós (kötél)
 2. felületi hullámok (tó)
 3. térbeli hullámok (hang)
- A rezgés és terjedés relatív **irányai** szerint:
 1. Longitudinális
 2. Tranzverzális

REZGÉS ÉS PROPAGÁCIÓ RELATÍV IRÁNYAI

Tranzverzális hullám

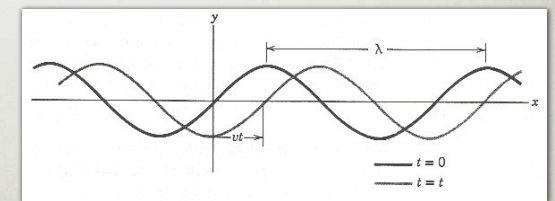
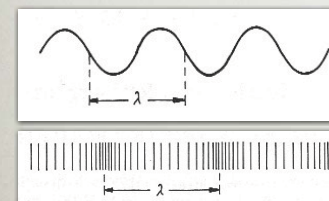
Longitudinális hullám



HULLÁM MOZGÁS PARAMÉTEREI

- *Periódusidő (T)
- *Frekvencia: ($f=1/T$)
- *Terjedési sebesség (v, c)
- *Azonos pontok közötti távolság: "hullámhossz" (λ)

$$\lambda = cT = \frac{c}{f}$$



POLARIZÁCIÓ

Polarizáció:
kikutatott irányú rezgés

Kettős törés:
anizotróp terjedési sebesség

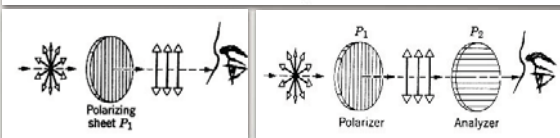
Csak a tranzverzális hullámok polarizálhatók.



Mechankai hullámok polarizálása:

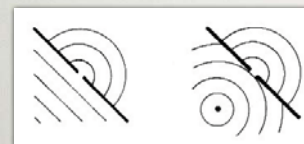


Elektromágneses hullámok polarizálása:

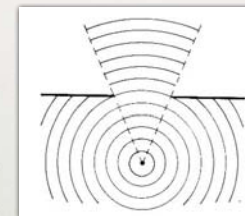


DIFFRAKCIÓ, HULLÁMELHAJLÁS

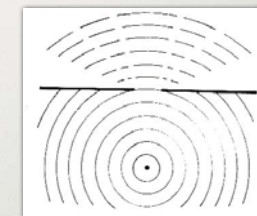
Huygens-Fresnel elv:
egy hullámfront minden pontja további hullámok forrása



Hullámhossznál kisebb rés



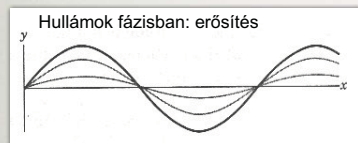
Hullámhossznál nagyobb rés



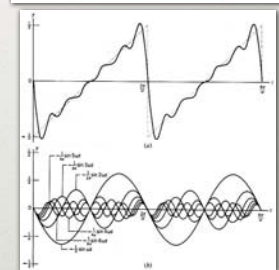
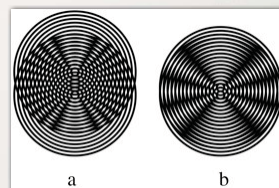
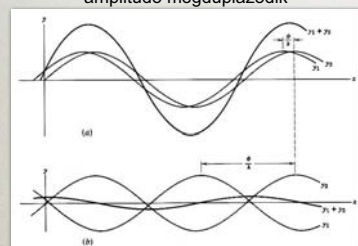
Hullámhosszal
összemérhető
nagyságú rés

INTERFERENCIA

Szuperpozíció elve



Két azonos hullám kis fáziskülönbséggel:
amplitudó megduplázódik

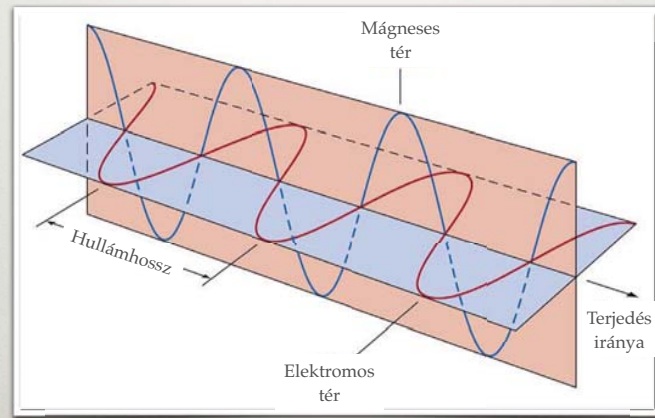


Komplex függvények felbonthatók sinus
alapfüggvényre és felharmonikusaira
(Fourier elv)

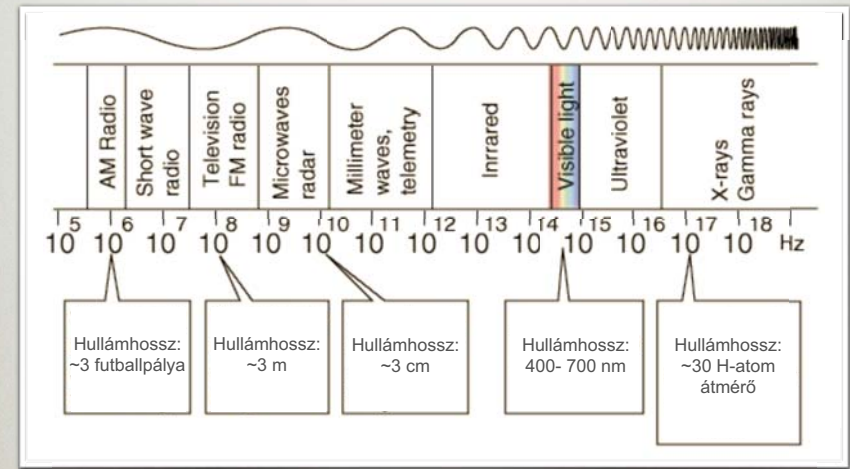
ELEKTROMÁGNESES HULLÁMOK

AZ ELEKTROMÁGNESES HULLÁM

Térben tovaterjedő elektromágneses zavar.
Rugalmas közeg nem szükséges a terjedéséhez.



AZ ELEKTROMÁGNESES SPEKTRUM



A FÉNY KETTŐS TERMÉSZETE

FÉNY: RÉSZECSKE VAGY HULLÁM?

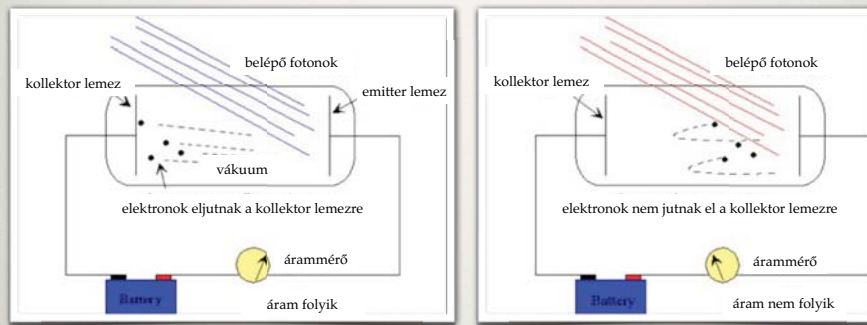


Sir Isaac Newton
1643-1727



Christiaan Huygens
1629-1695

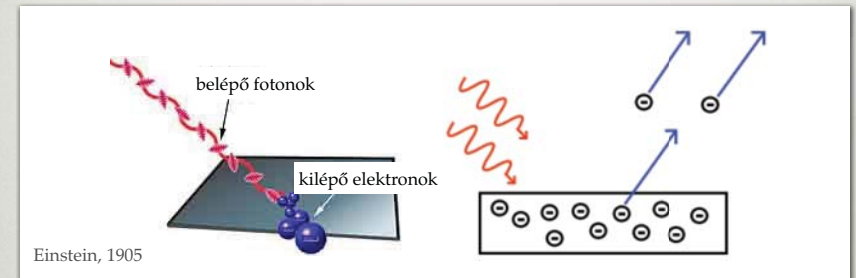
FOTOELEKTROMOS HATÁS: MEGFIGYELÉS



Wilhelm Hallwachs, 1888
Philipp Lenard, 1902

- Elektron emisszió: besugárzást azonnal követi
- Elektron emisszió csak KÉK fényben
- Nincs elektron emisszió VÖRÖS fényben
- Fotoelektromos áram: fényintenzitás függvénye
- Fotoelektromos áram: NEM függ a fény színétől

FOTOELEKTROMOS HATÁS: MAGYARÁZAT



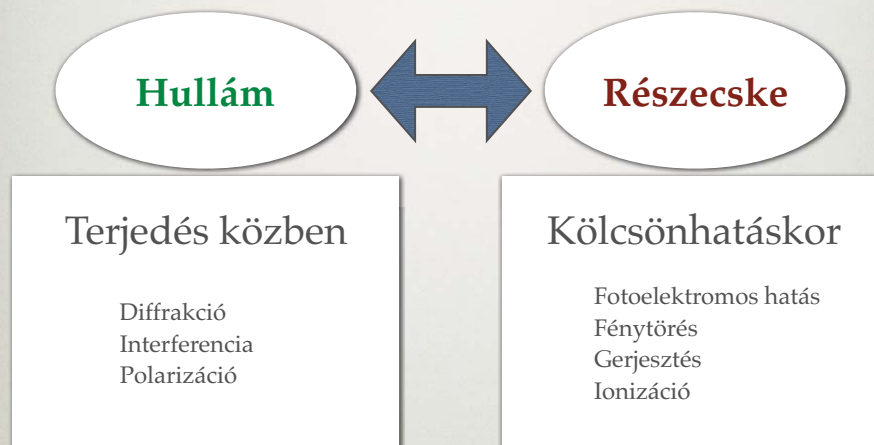
$$E_{\text{kin}} = hf - W_{\text{ex}}$$

E_{kin} = kilépő elektron mozgási energiája
 h = Planck állandó ($6.62 \cdot 10^{-34}$ Js)
 f = frekvencia
 hf = fényenergia = fény kvantum, "foton"
 W_{ex} = kilépési munka

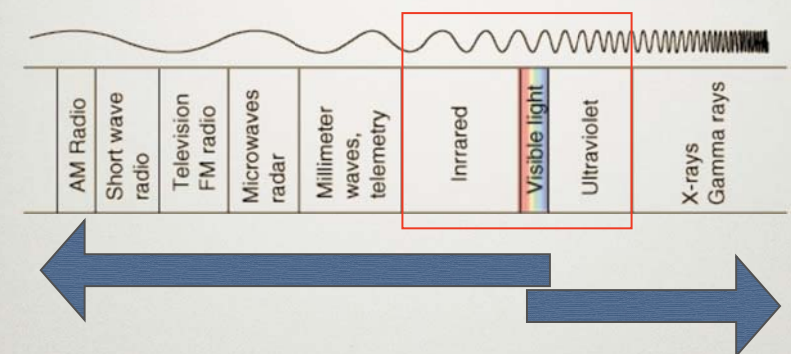
Foton:

- fénysebességgel (c) terjed vákuumban
- impulzus rendelhető hozzá
- nyugalmi tömege 0.

A FÉNY EGYSZERRE HULLÁM ÉS RÉSZECSCKE



A LÁTHATÓ FÉNY AZ ELEKTROMÁGNESES SPEKTRUM KESKENY RÉSZE

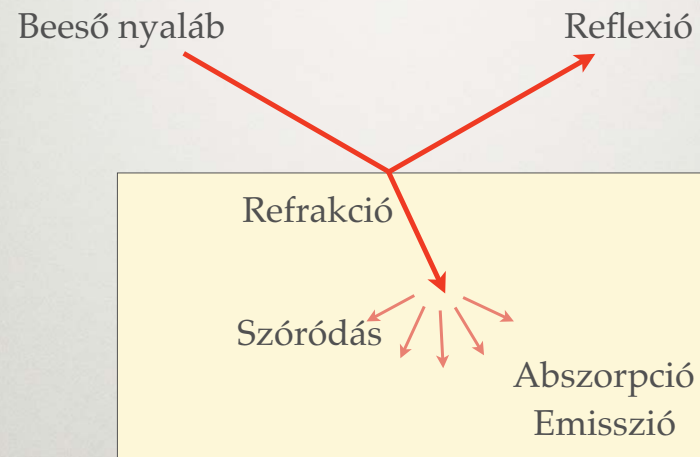


Nagy hullámhosszak:
hullámtermészet dominál

Kis hullámhosszak:
részecske természet dominál

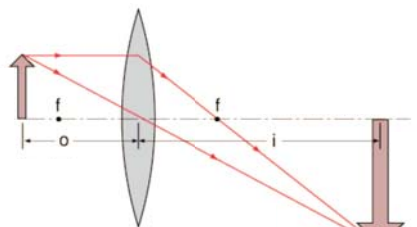
FÉNY KÖLCSÖNHATÁSA AZ ANYAGGAL

FÉNY KÖLCSÖNHATÁSA AZ ANYAGGAL

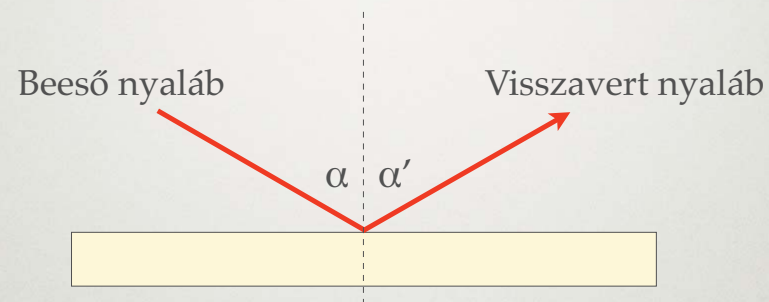


GEOMETRIAI OPTIKA

- Az optikai nyaláb (sugár)
- Sugárdiagram
- Reverzibilitás elve



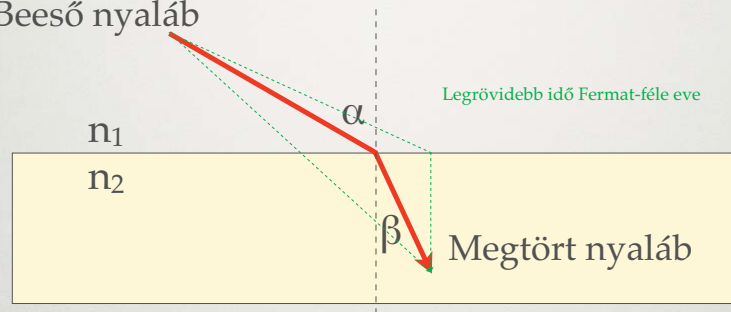
REFLEXIÓ



- Beeső és visszavert nyalábok azonos síkban.
- Beesési és visszaverődési szögek azonosak ($\alpha = \alpha'$)

FÉNYTÖRÉS

Beeső nyaláb



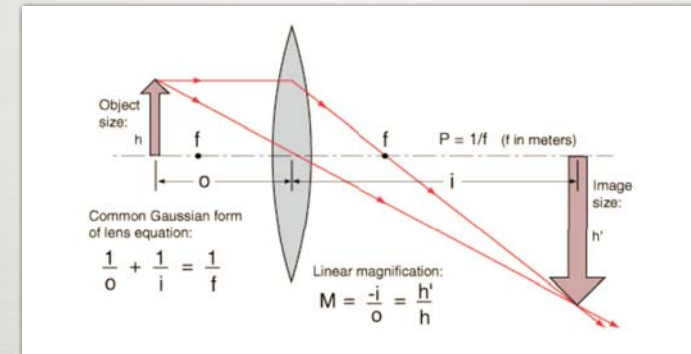
Legrövidebb idő Fermat-féle eve

Megtört nyaláb

- Beeső és megtört nyalábok azonos síkban.
- Snellius-Descartes törvény:

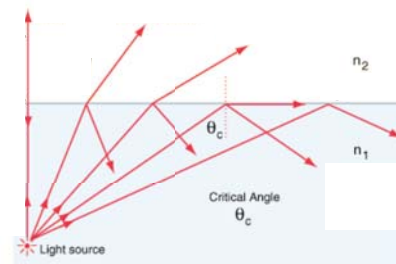
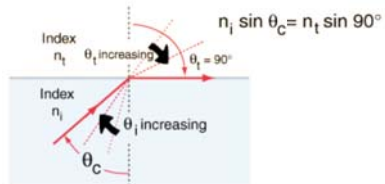
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c_1}{c_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

A FÉNYTÖRÉS A LENCSEMŰKÖDÉS ALAPJA

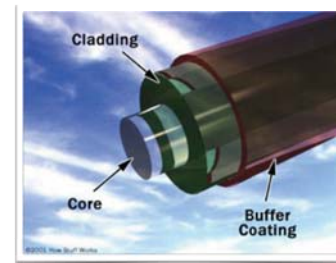
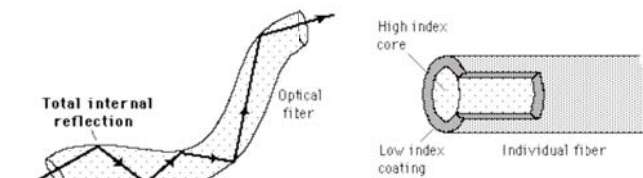


Optikai törőerő (dioptria, m^{-1}): $D = \frac{1}{f}$

TELJES BELSŐ VISSZAAVERŐDÉS

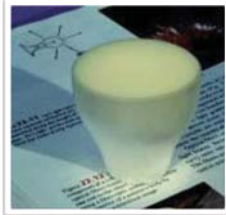
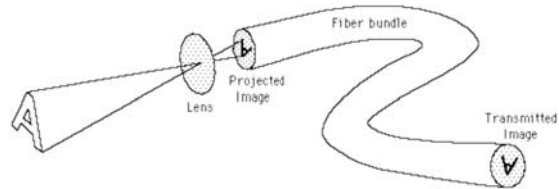


TELJES BELSŐ VISSZAAVERŐDÉS ALKALMAZÁSA



- Core - Üveg mag, amelyben a fény terjed
- Cladding - Külső reflektáló réteg
- Buffer coating - Védőréteg
- Optikai rost köteg: rostok százait tartalmazhatja

KÉPTOVÁBBÍTÁS OPTIKAI SZÁLBAN



•Ha az optikai rostok geometriája megtartott, akkor a köteg a képet hűen továbbítja.

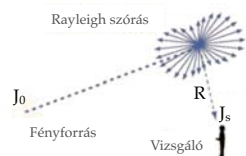
ORVOSI OPTIKAI SZÁLAK: ENDOSZKÓPOK

- **Arthroscopy:** diagnostic and therapeutic examination of joints (arthroscopic surgery)
- **Bronchoscopy:** examination of the trachea and bronchi
- **Colonoscopy:** examination of the colon
- **Colposcopy:** examination of the vagina and cervix
- **Cystoscopy:** examination of urinary bladder, urethra uterus, prostate. Through urethra.
- **ERCP (endoscopic retrograde cholangio-pancreatography):** delivery of X-ray contrast agent, via endoscope, into biliary tract and pancreatic duct.
- **EGD (Esophago-gastroduodenoscopy):** examination of upper GI tract (gastroscopy).
- **Laparoscopy:** examination of abdominal organs (stomach, liver, female gonads) through abdominal wall.
- **Laryngoscopy:** examination of the larynx.
- **Proctoscopy:** examination of the rectum sigmoidal colon (sigmoidoscopy, proctosigmoidoscopy)
- **Thoracoscopy:** examination of pleura, mediastinum and pericardium via chest wall.

Objectives:
-diagnostics: visual inspection, biopsy, contrast agent delivery
-therapy: surgery, cauterization, removal of foreign objects



FÉNYSZÓRÁS



- Rugalmas ütközés: fotonenergia nem változik
- emisszió rezonáló diopólusok által

$$J_s = J_0 \frac{8\pi^4 N \alpha^2}{\lambda^4 R^2} (1 + \cos^2 \Theta)$$

J_s =szórt fény intenzitása
 J_0 =beeső fény intenzitása
 N =szóró részecskék száma
 α =polarizálhatóság
 λ =hullámhossz
 R =távolság a vizsgáló és szóróközeg között
 Θ =szög

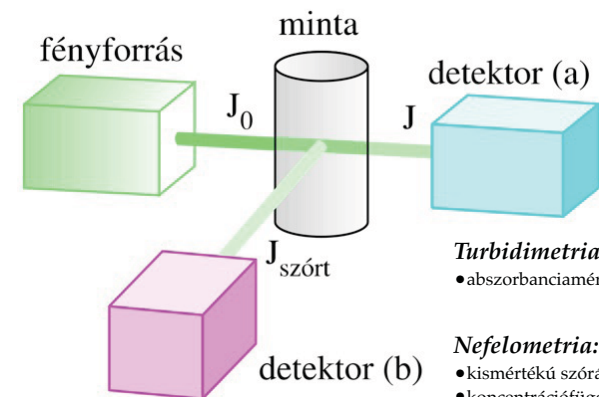


Erős hullámhosszfüggés -> rövid hullámhosszak dominálnak -> kék ég



Ha a részecskeméret nagyobb mint a hullámhossz -> összes hullámhosszon csökkent intenzitás -> szürke felhők

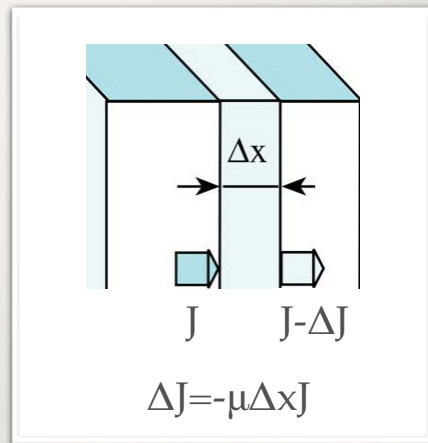
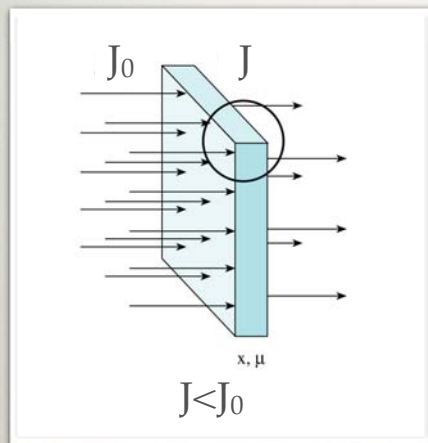
A FÉNYSZÓRÁS ORVOSI ALKALMAZÁSAI



Turbidimetria:
• abszorbanciamérés

Nefelometria:
• kismértékű szórás
• koncentrációfüggés
• immunkomplexek

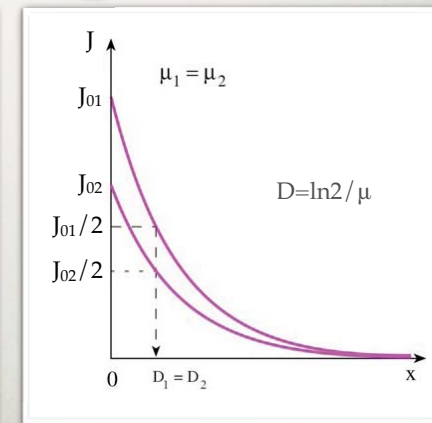
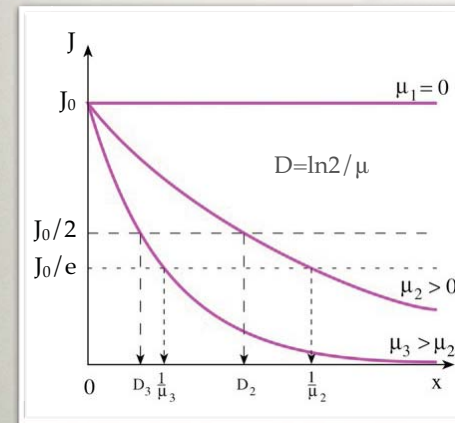
FÉNYABSZORPCIÓ



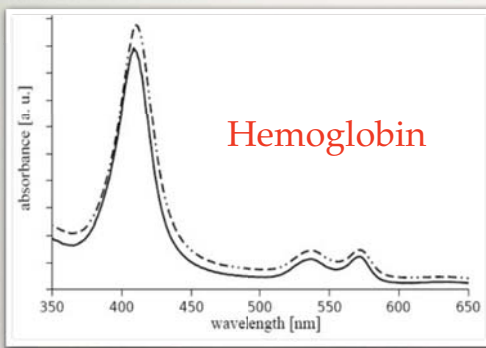
$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

FÉNYABSZORPCIÓ

$$J = J_0 e^{-\mu x}$$



FÉNYABSZORPCIÓ



$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

$$\lg \frac{J_0}{J} = \mu x \lg e$$

$$\lg \frac{J_0}{J} \approx \mu$$

abszorbancia, optikai sűrűség

$$\lg \frac{J_0}{J} = \epsilon_{\lambda} c x$$

Lambert-Beer törvény

ϵ_{λ} = moláris extinkciós együttható

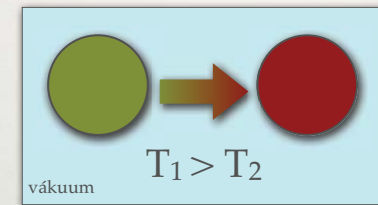
c = koncentráció

FÉNY KELTÉSE

FÉNY KELTÉSE

- Feketetest sugárzás (termikus sugárzás)
- Lumineszcencia

TERMIKUS SUGÁRZÁS



Hőcsere
Hőmérséklet
kiegyenlítődés



Magas hőmérsékletű
test fénykibocsátása

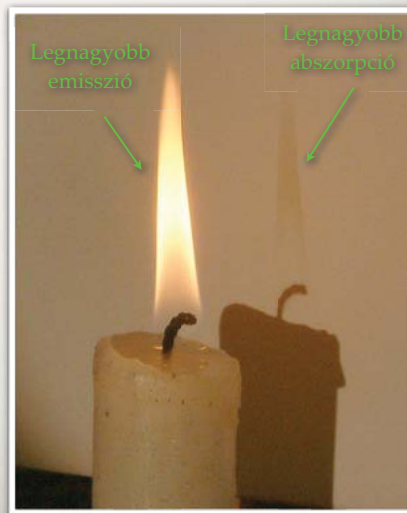
KIRCHOFF SUGÁRZÁSI TÖRVÉNYE

Kisugárzott felületi teljesítmény és abszorpció tényező aránya konstans

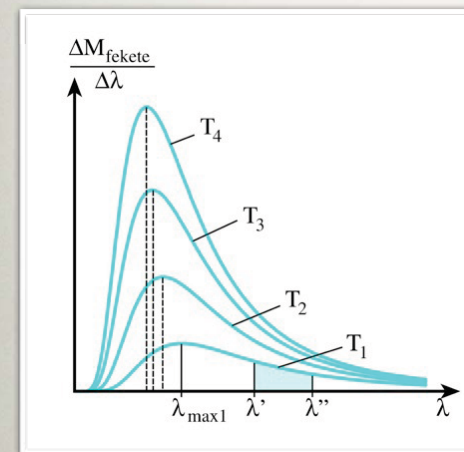
$$\frac{M_{\lambda i}}{\alpha_{\lambda i}} = \frac{M_{\lambda j}}{\alpha_{\lambda j}}$$

Abszolút fekete testre (BB):

$$\alpha_{\lambda BB} = 1$$



FEKETETEST SUGÁRZÁS



Stefan-Boltzmann törvény:

$$M_{BB}(T) = \sigma T^4$$

Wien-féle eltolódási törvény:

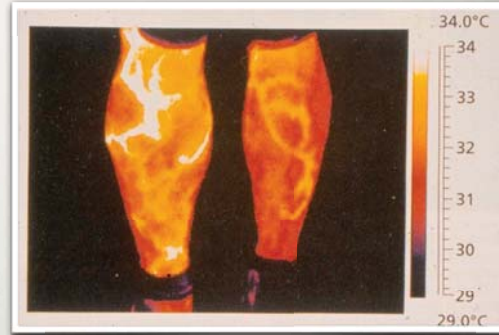
$$\lambda_{\max} T = \text{const}$$

Planck:

$$E = hf$$

TERMIKUS SUGÁRZÁS ALKALMAZÁSA

Thermográfia, infradiagnosztika



Gyulladás

Nem abszorbeáló
rétegeten "át lehet látni".