

Fizioterápia MSc részképzés

Biofizika tárgy

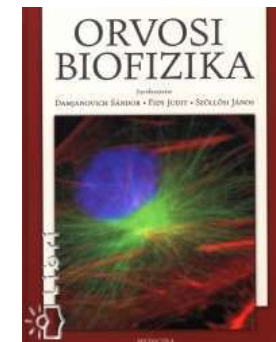
Dr. Voszka István

SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet

voszka.istvan@med.semmelweis-univ.hu

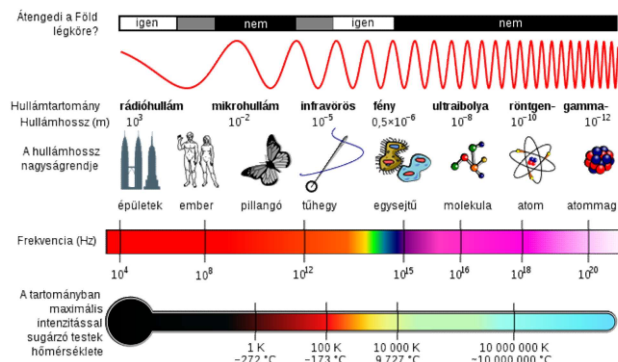
<http://biofiz.semmelweis.hu>

Tankönyv: Damjanovich- Fidy- Szöllősi (szerk.)
Orvosi Biofizika (Medicina, 2007)
II., VIII., IX. fejezetei



Elektromágneses sugárzások

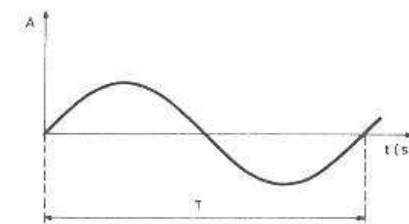
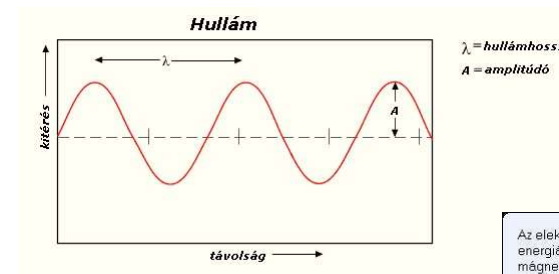
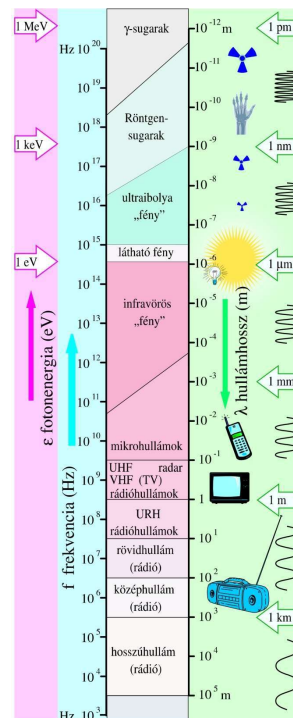
Hullám- és részecsketermészet
(nagyobb hullámhossz – inkább hullám
nagyobb energia – inkább részecske)



$$c = \lambda f$$

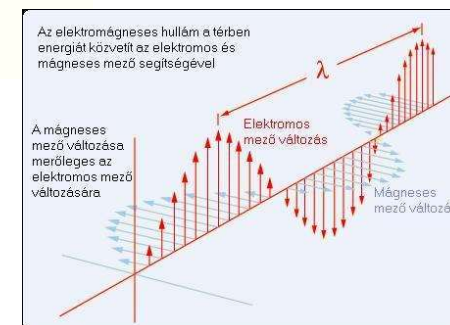
$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = hf$$



$$c = \lambda f$$

$$E = hf$$

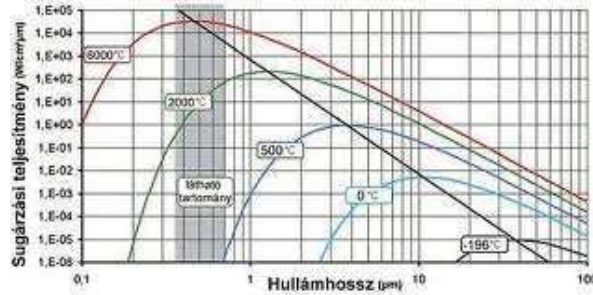


Hőmérsékleti sugárzás

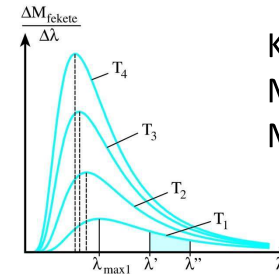
Minden test sugárzást bocsát ki, melynek hullámhossz szerinti összetétele a test hőmérsékletétől függ.

Ez a sugárzás folytonos spektrumú, a maximum helyét a test hőmérséklete szabja meg.

Az emberi test hőmérsékletén a maximum és a kibocsátott sugárzás döntő hányada az infravörös tartományban van.



Hőmérsékleti sugárzás



Kirchhoff

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

$$M_{\lambda i} / \alpha_{\lambda i} = M_{\lambda \text{fekete}}$$

A kibocsátott és elnyelt sugárzási teljesítmény hányadosa állandó, legnagyobb az ún. abszolút fekete testé.

Stefan – Boltzmann

$$M = \sigma T^4$$

$$\Delta M = \sigma(T_1^4 - T_2^4)$$

A kibocsátott felületi teljesítmény a hőmérséklet negyedik hatványával arányos.

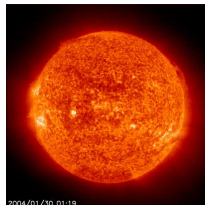
Wien

$$\lambda_{\max} T = \text{áll.}$$

A spektrum maximumához tartozó hullámhossz fordítottan arányos a hőmérséklettel.

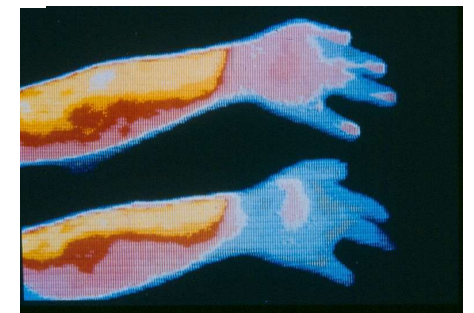
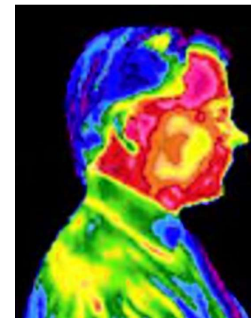
Hőmérsékleti sugárzáson alapuló fényforrások

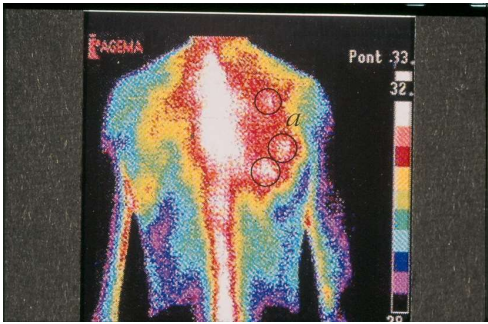
- Nap
- izzólámpa
- gyertya
- infralámpa



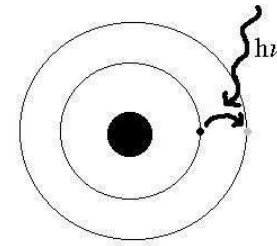
Teletermográfia

Testfelületi térkép készítése a kibocsátott hőmérsékleti sugárzás alapján.

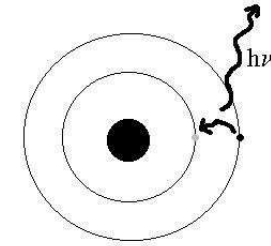




Gerjesztés és emisszió



gerjesztés, abszorpció

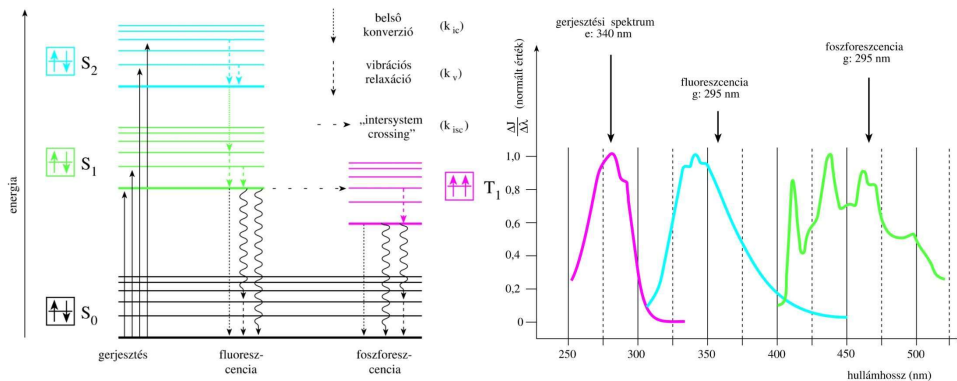


emisszió

A két elektronhéj közötti energiakülönbségnek megfelelő energiájú foton nyelődik el, illetve bocsátódik ki.

Lumineszcencia

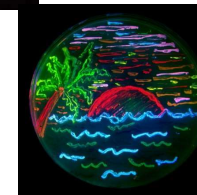
Meghatározott, a két állapot közötti energiakülönbségnek megfelelő energiájú fotonok bocsátódnak ki → anyagi minőségre jellemző vonalas spektrum.



A lumineszcencia fajtái:

Fluoreszcencia

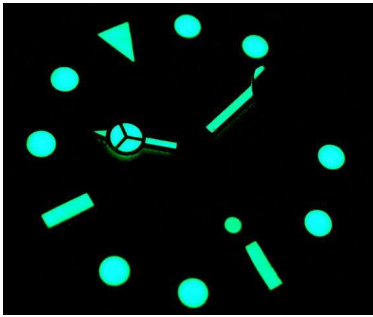
- rövidebb élettartam ($< 10^{-9}$ s)
- nagyobb energia
- nagyobb valószínűség (megengedett átmenet)



Foszforeszcencia

- hosszabb élettartam (\sim s)
- kisebb energia
- kisebb valószínűség (tiltott átmenet)



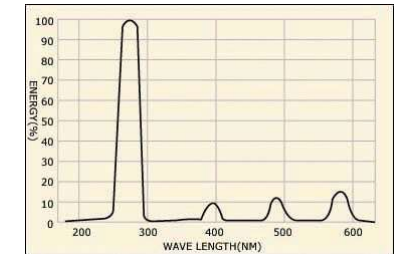
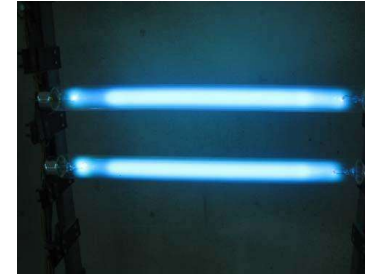


Lumineszcencián alapuló fényforrások

Fénycső



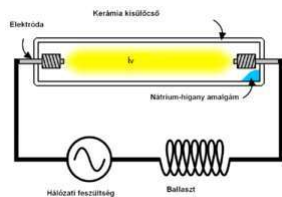
Germicidlámpa (kisnyomású higanygőzlámpa)



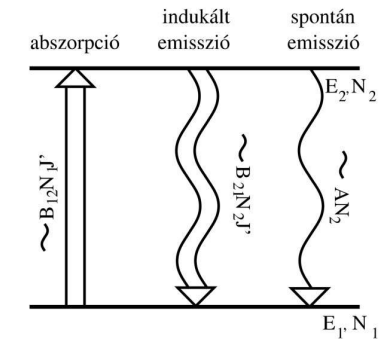
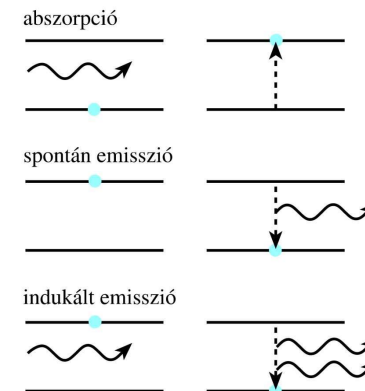
nagynyomású higanygőzlámpa



nátriumlámpa

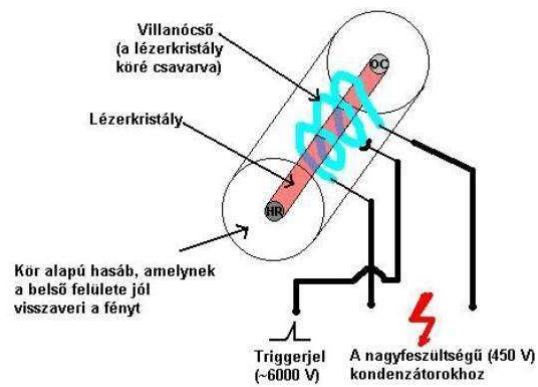
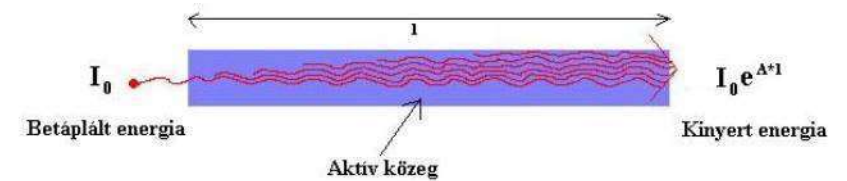
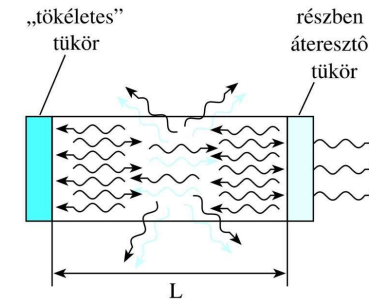
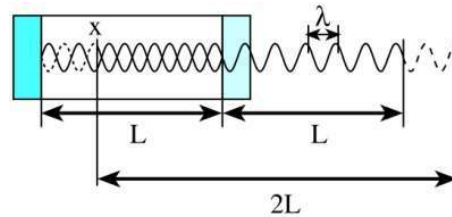
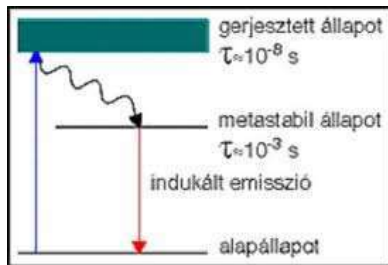


Lézer (laser = light amplification by stimulated emission of radiation)
Indukált emisszió alapuló és ebből adódóan különleges tulajdonságokkal rendelkező fényt kibocsátó fényforrás.

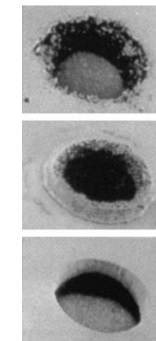


Szükséges feltételek:

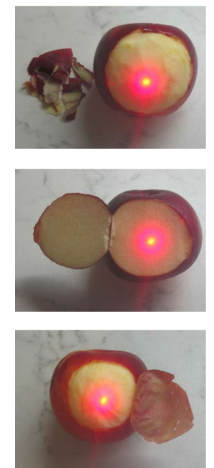
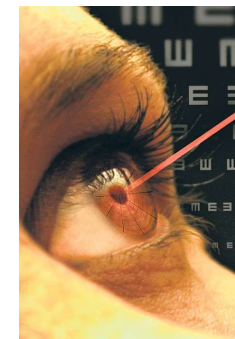
- lézertanyag metastabil nívóval
- pumpáló energia (villanófény, vagy elektromos tér)
- pozitív visszacsatolás
- optikai rezonátor



A lézerek orvosi alkalmazásai: sebészet (pl. CO₂, Nd-YAG)

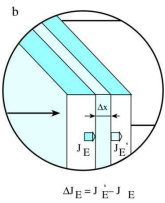
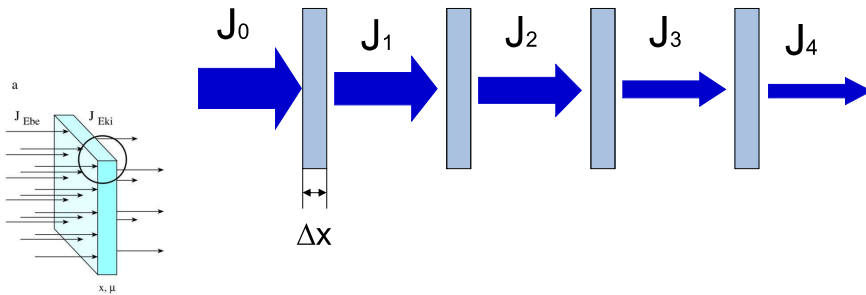


Szemészet (pl. Ar, excimer)
zöldhályog, retinaleválás kezelése
fénytörési hibák korrekciója

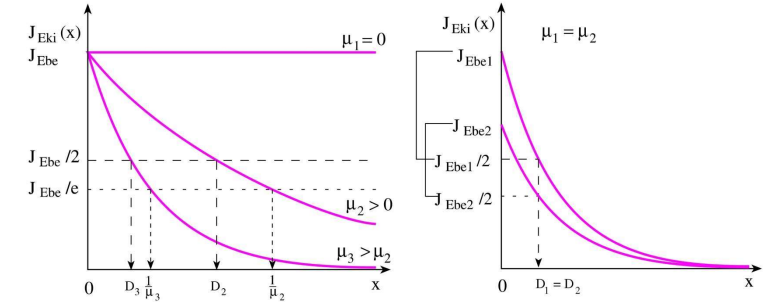


Fényabszorpció (elnyelés)

fényelnyelő rétegen áthaladva a fény intenzitása a rétegvastagságtól függő mértékben gyengül.

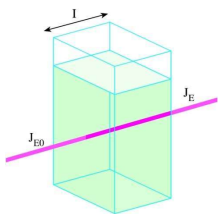


$$\Delta J = -\mu J \Delta x$$



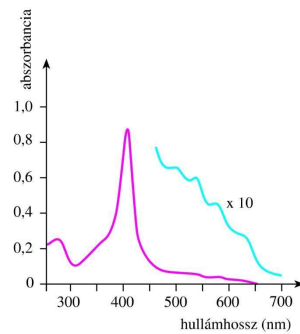
$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

Abszorpciós spektrum

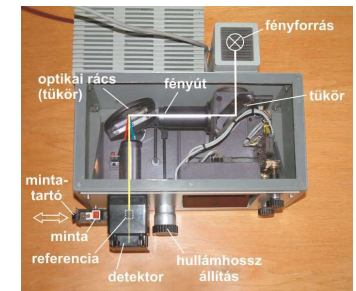
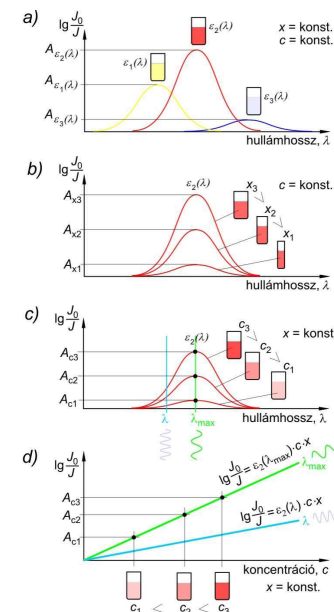


$$\lg(J_0/J) = \epsilon(\lambda) c x$$

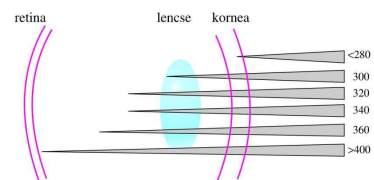
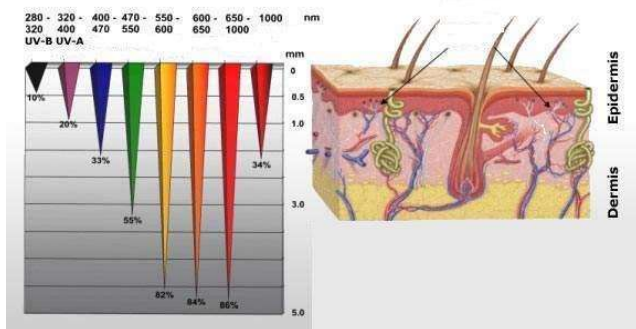
$\lg(J_0/J)$: extinkció, abszorbancia, optikai densitás
 $\epsilon(\lambda)$: moláris extinkciós együttható (hullámhossztól függ)
 c : koncentráció
 x : rétegvastagság



A maximumhoz tartozó hullámhosszból az anyagi minőségre, az elnyelés (abszorbancia) mértékéből a koncentrációra lehet következtetni.



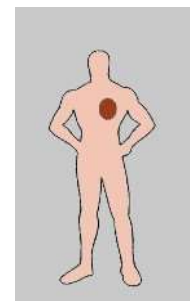
A fény biológiai hatása az abszorpciótól függ.
Érintett szervek: bőr, szem



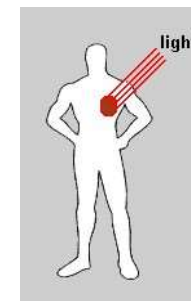
Fotodinamikus terápia



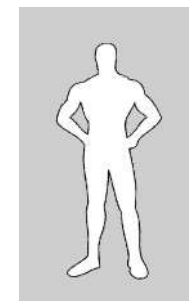
Fényérzékenyítő
bejuttatása



A fényérzékenyítő
felhalmozódása
a daganatban



Besugárzás
látható fénnel



Szelektív
tumorselekció