

Fizioterápia MSc részképzés

Biofizika tárgy

Dr. Voszka István

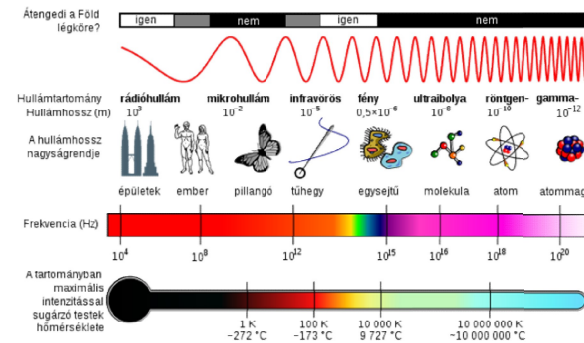
SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet

voszka.istvan@med.semmelweis-univ.hu

<http://biofiz.semmelweis.hu>

Elektromágneses sugárzások

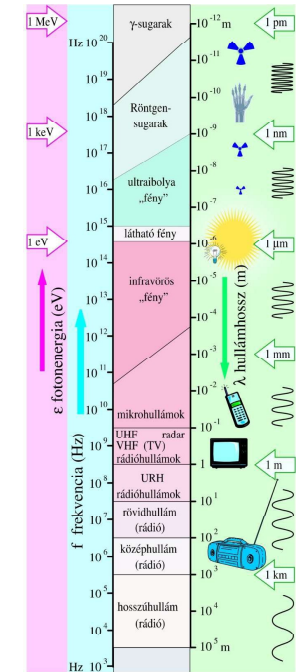
Hullám- és részecsketermészet
(nagyobb hullámhossz – inkább hullám
nagyobb energia – inkább részecske)



$$c = \lambda f$$

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

$$E = hf$$

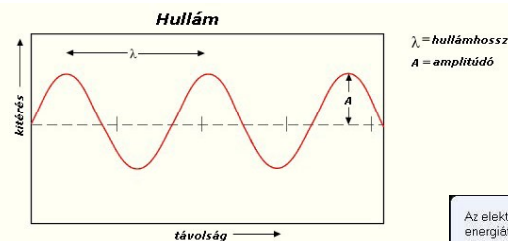
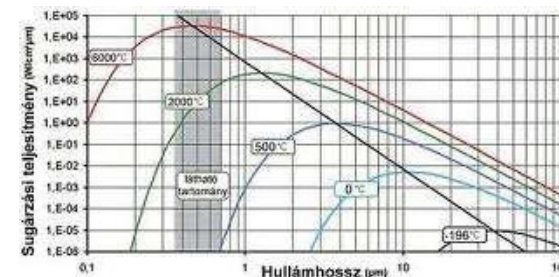


Hőmérsékleti sugárzás

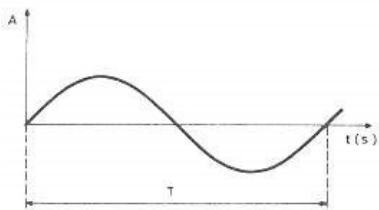
Minden test sugárzást bocsát ki, melynek hullámhossz szerinti összetétele a test hőmérsékletétől függ.

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.

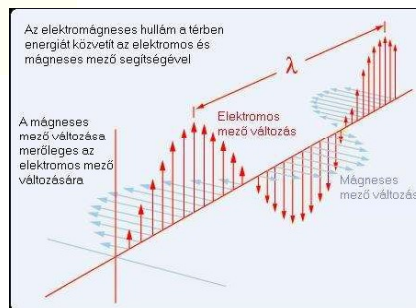


λ = hullámhossz
 A = amplitúdó

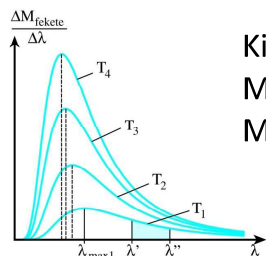


$$c = \lambda f$$

$$E = hf$$



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.

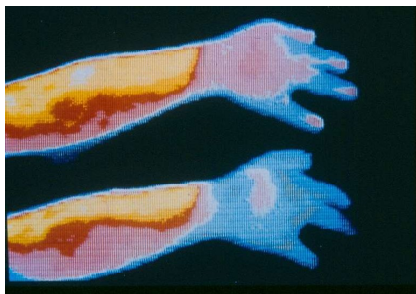
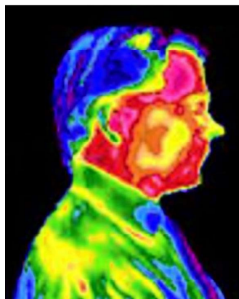
Wien

$$\lambda_{\text{max}} T = \text{áll.}$$

A spektrum maximumához tartozó hullámhossz fordítottan arányos a hőmérséklettel.

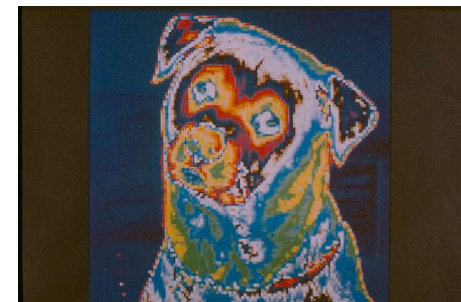
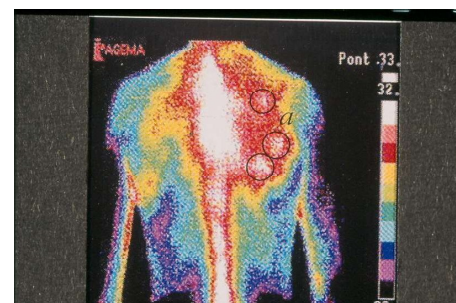
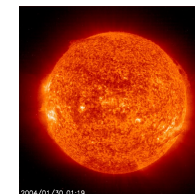
Teletermográfia

Testfelületi térkép készítése a kibocsátott hőmérsékleti sugárzás alapján.

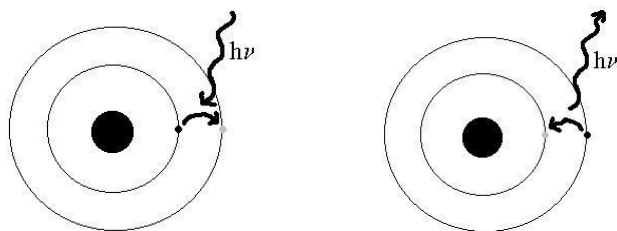


Hőmérsékleti sugárzáson alapuló fényforrások

- Nap
- izzólámpa
- gyertya
- infralámpa



Gerjesztés és emisszió



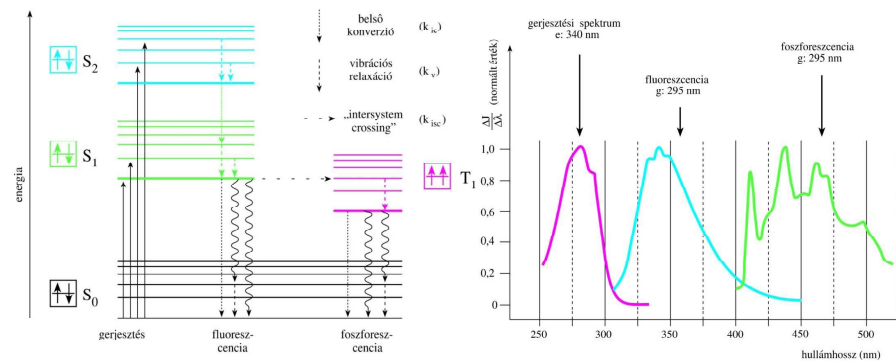
gerjesztés, abszorpció

emisszió

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

Lumineszcencia

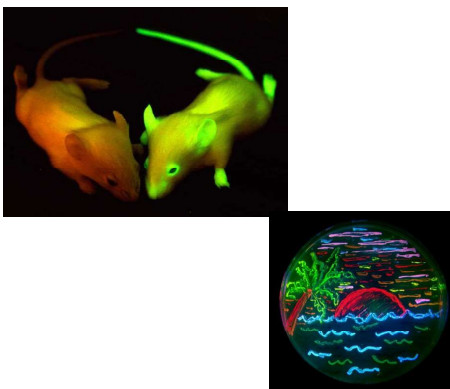
Meghatározott, a két állapot közötti energiakülönbségnek megfelelő energiájú fotonok bocsátódnak ki → anyagi minőségre jellemző vonalas spektrum.



A lumineszcencia fajtái:

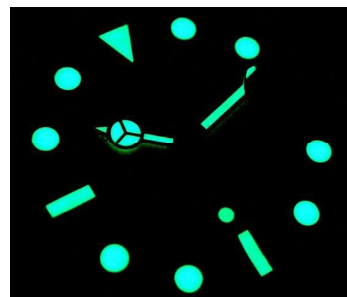
Fluoreszcencia

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



Foszforeszcencia

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

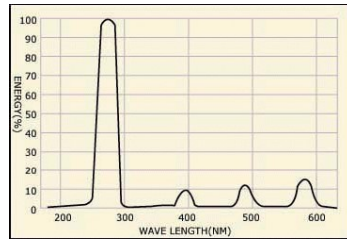
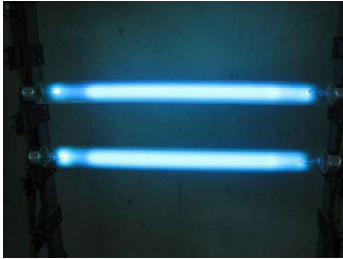


Lumineszcencián alapuló fényforrások

Fénycső



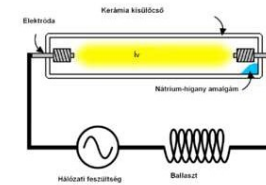
Germicidlámpa (kisnyomású higanygőzlámpa)



nagynyomású higanygőzlámpa

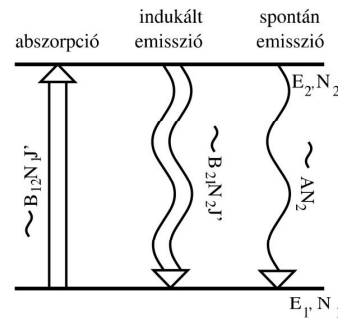
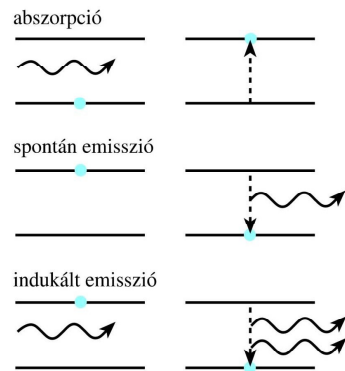


nátriumlámpa



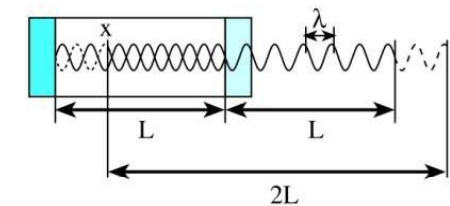
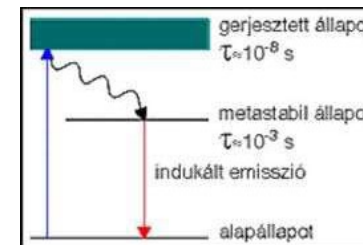
Lézer (laser = light amplification by stimulated emission of radiation)

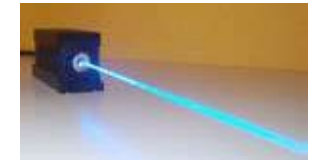
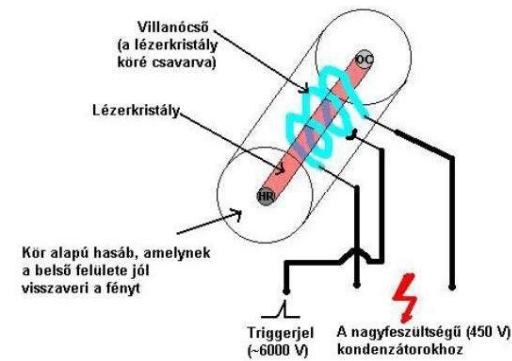
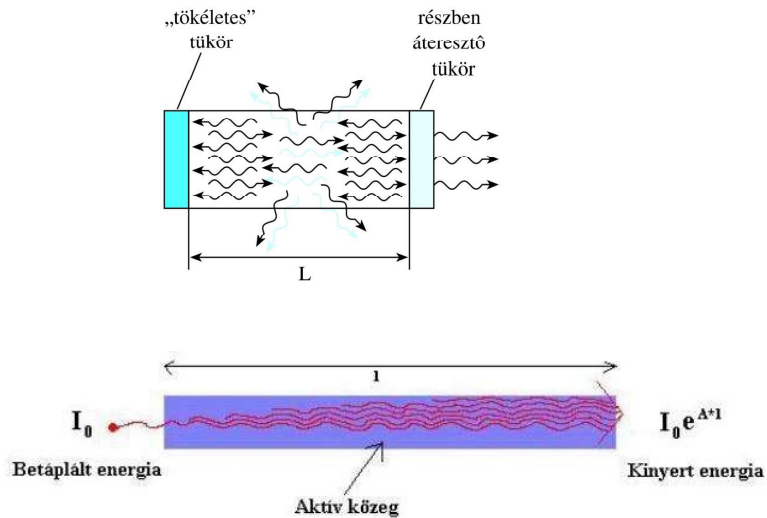
Indukált emisszió alapuló és ebből adódóan különleges tulajdonságokkal rendelkező fényt kibocsátó fényforrás.



Szükséges feltételek:

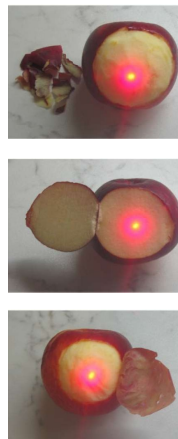
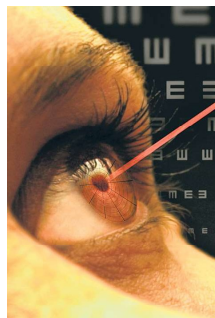
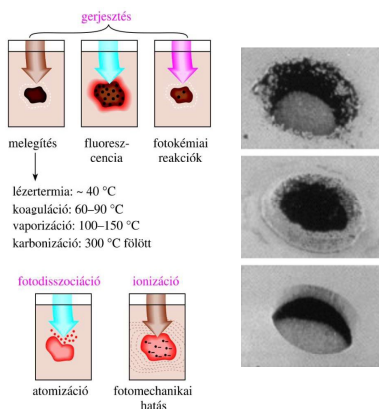
- lézertanyag metastabil nívóval
- pumpáló energia (villanófény, vagy elektromos tér)
- pozitív visszacsatolás
- optikai rezonátor





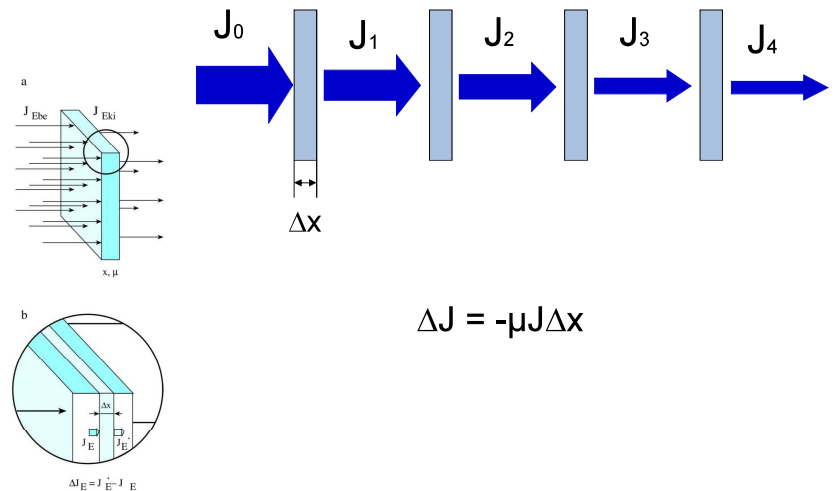
A lézerek orvosi alkalmazásai: sebészet (pl. CO₂, Nd-YAG)

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

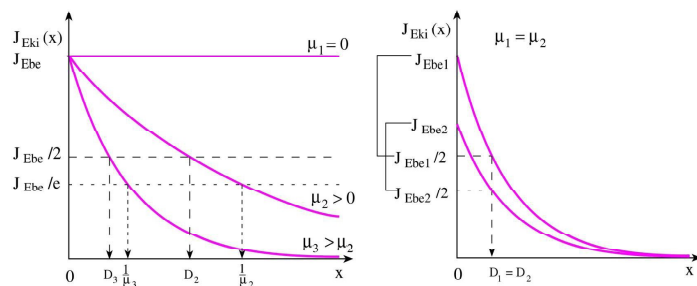


Fényabszorpció (elnyelés)

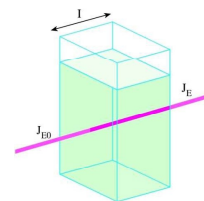
fényelnyelő rétegen áthaladva a fény intenzitása a rétegvastagságtól függő mértékben gyengül.



Abszorpciós spektrum

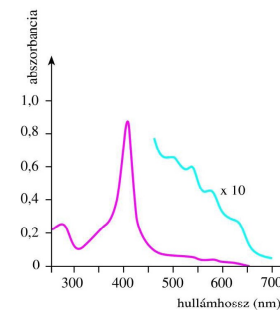


$$J = J_0 e^{-\mu x}$$



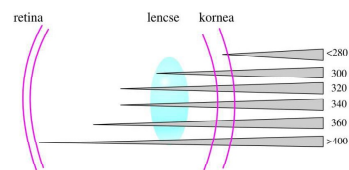
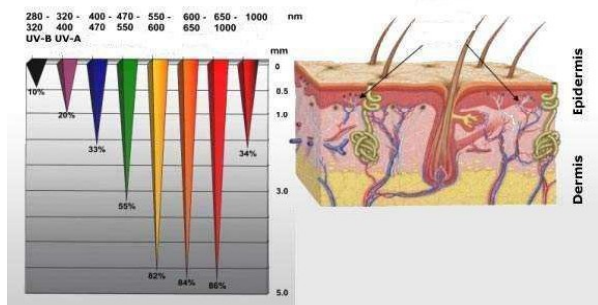
$$\lg (J_0/J) = \varepsilon(\lambda)cx$$

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

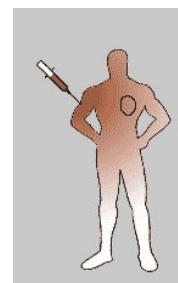


A maximumhoz tartozó hullámhosszból az anyagi minőségre, az elnyelés (abszorbancia) mértékéből a koncentrációra lehet következtetni.

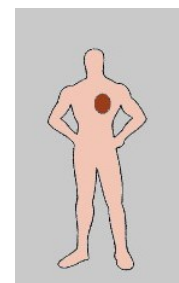
A fény biológiai hatása az abszorpciótól függ.
Érintett szervek: bőr, szem



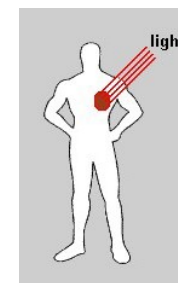
Fotodinamikus terápia



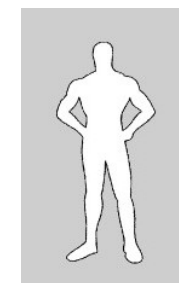
Fényérzékenyítő
bejuttatása



A fényérzékenyítő
felhalmozódása
a daganatban



Besugárzás
látható fénnel



Szelektív
tumorsekstrukció