

# Fizioterápia MSc részképzés

## Biofizika tárgy

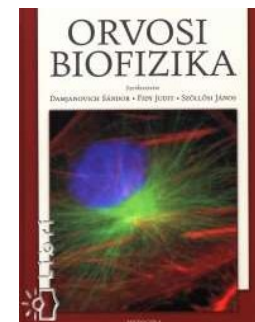
Dr. Voszka István

SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet

[voszka.istvan@med.semmelweis-univ.hu](mailto:voszka.istvan@med.semmelweis-univ.hu)

<http://biofiz.semmelweis.hu>

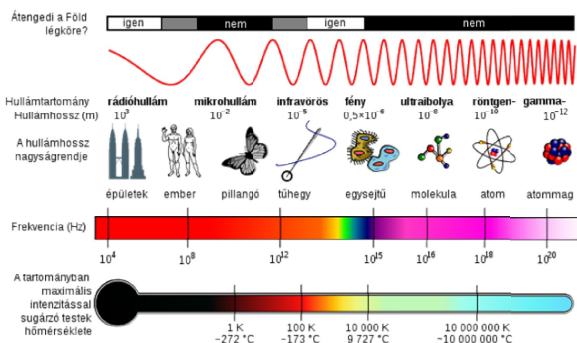
Tankönyv: Damjanovich- Fidy- Szöllősi (szerk.)  
Orvosi Biofizika (Medicina, 2007)  
II., VIII., IX. fejezetei



Elérhető a digitális tankönyvtárban.

## Elektromágneses sugárzások

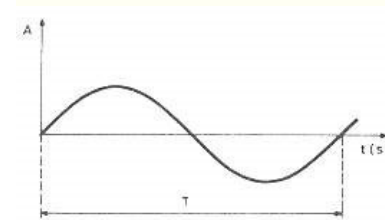
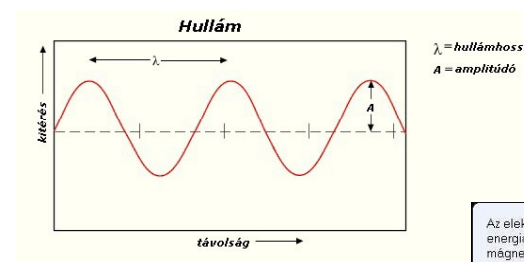
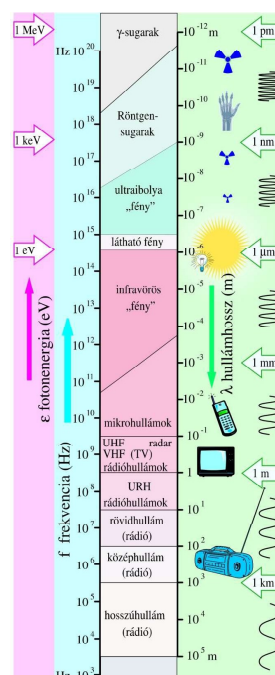
Hullám- és részecsketermészet  
(nagyobb hullámhossz – inkább hullám  
nagyobb energia – inkább részecske)



$$c = \lambda f$$

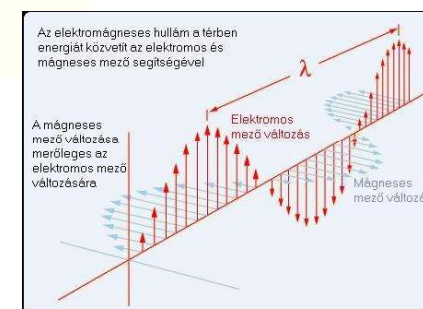
$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = hf$$



$$c = \lambda f$$

$$E = hf$$

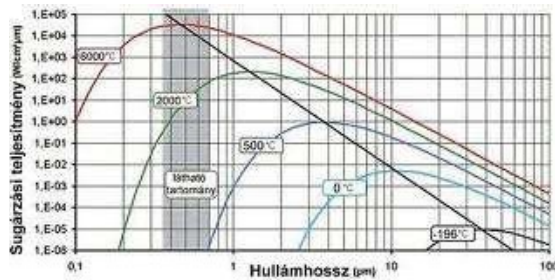


## Hőmérsékleti sugárzás

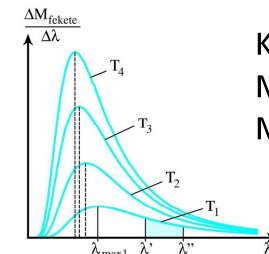
Minden test sugárzást bocsát ki, melynek hullámhossz szerinti összetétele a test hőmérsékletétől függ.

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.

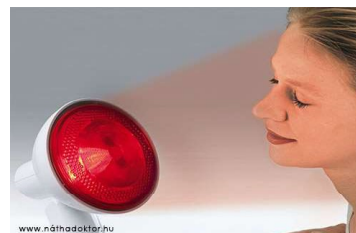
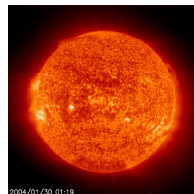
Wien

$$\lambda_{\max} T = \text{áll.}$$

A spektrum maximumához tartozó hullámhossz fordítottan arányos a hőmérséklettel.

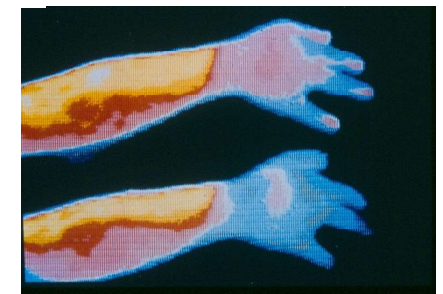
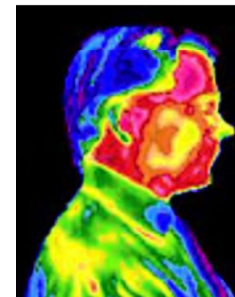
## Hőmérsékleti sugárzáson alapuló fényforrások

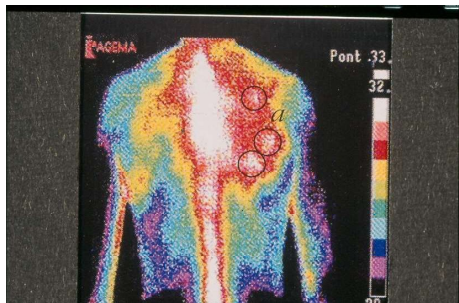
- Nap
- izzólámpa
- gyertya
- infralámpa



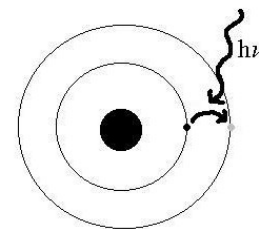
## Teletermográfia

Testfelületi térkép készítése a kibocsátott hőmérsékleti sugárzás alapján.

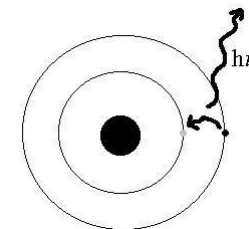




## Gerjesztés és emisszió



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.

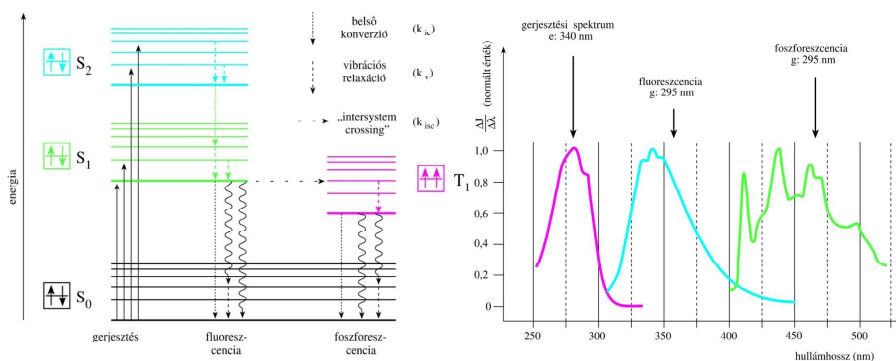
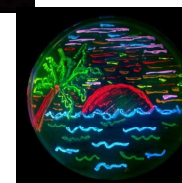
## A lumineszcencia fajtái:

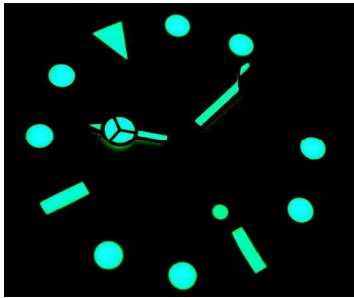
### Fluoreszcencia

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

### Foszforeszcencia

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



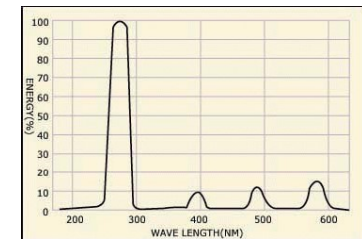
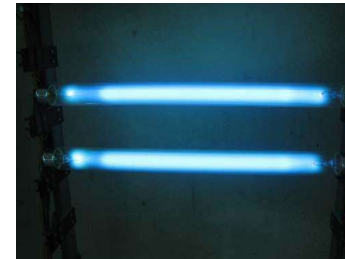


## Lumineszcencián alapuló fényforrások

Fénycső



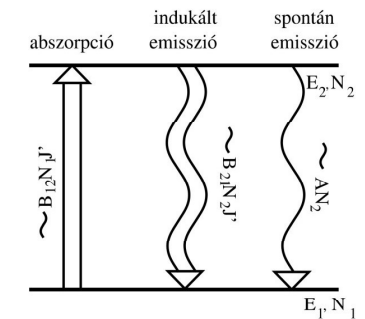
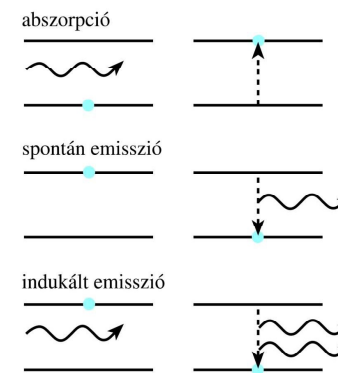
Germicidlámpa (kisnyomású higanygőzlámpa)



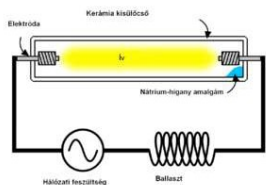
nagynyomású higanygőzlámpa



**Lézer** (laser = light **a**mplification by **s**timulated **e**mission of **r**adiation)  
Indukált emisszió alapuló és ebből adódóan különleges tulajdonságokkal rendelkező fényt kibocsátó fényforrás.



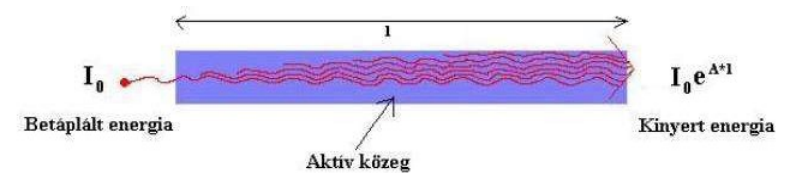
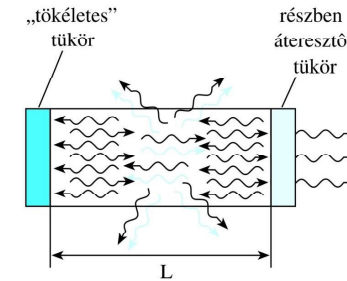
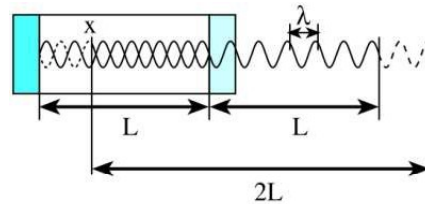
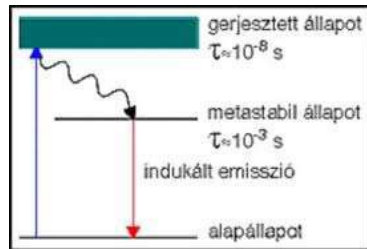
nátriumlámpa





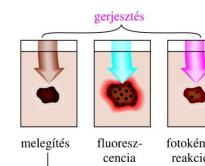
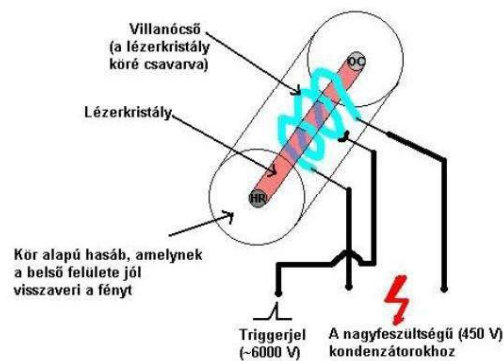
## Szükséges feltételek:

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

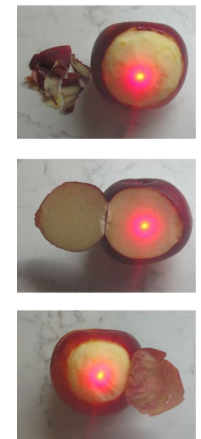
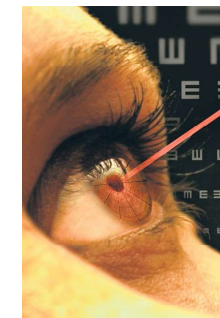
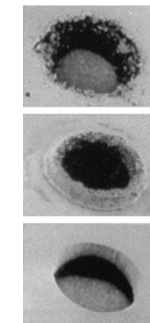
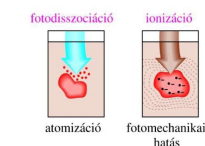


## A lézerek orvosi alkalmazásai: sebészet (pl. CO<sub>2</sub>, Nd-YAG)

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

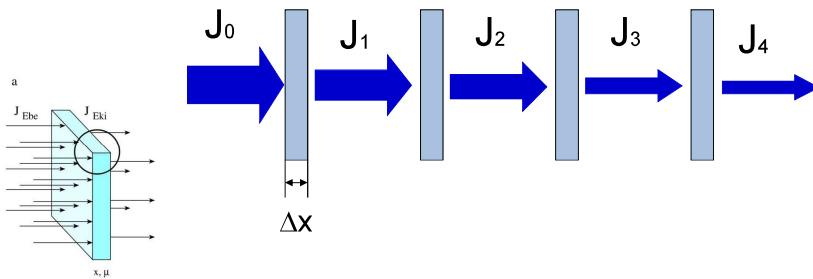


lézertermia: ~ 40 °C  
koaguláció: 60–90 °C  
vaporizáció: 100–150 °C  
karbonizáció: 300 °C fölött

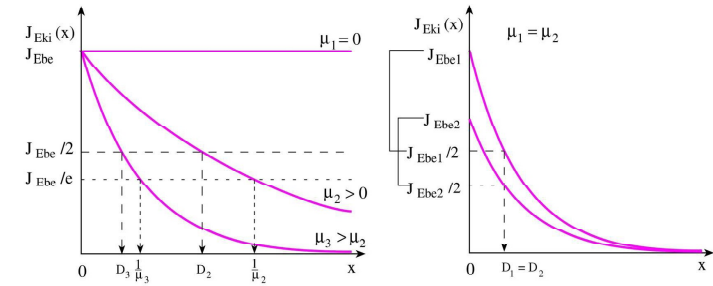
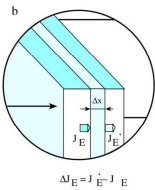


## Fényabszorpció (elnyelés)

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

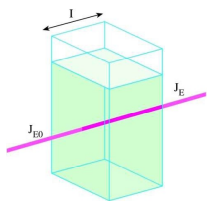


$$\Delta J = -\mu J \Delta x$$



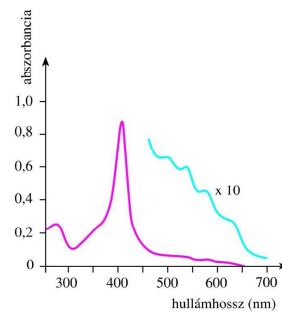
$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

## Abszorpciós spektrum



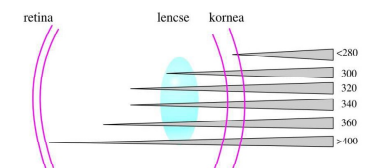
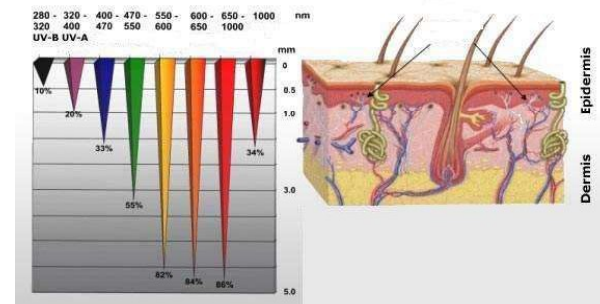
$$\lg (J_0/J) = \varepsilon(\lambda)cx$$

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

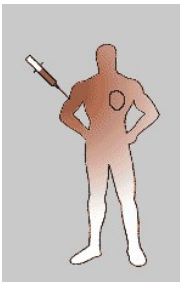


A maximumhoz tartozó hullámhosszból az anyagi minőségre, az elnyelés (abszorbania) mértékéből a koncentrációra lehet következtetni.

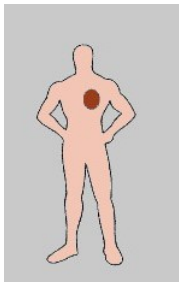
A fény biológiai hatása az abszorpciótól függ.  
Érintett szervek: bőr, szem



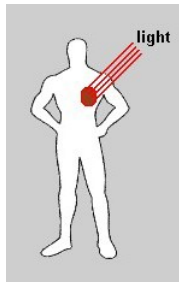
## Fotodinamikus terápia



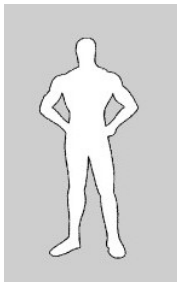
Fényérzékenyítő  
bejuttatása



A fényérzékenyítő  
felhalmozódása  
a daganatban



Besugárzás  
látható fénnel



Szelektív  
tumordestrukció