

Hőmérsékleti sugárzás, infra-diagnosztika, polarizáció.

Schay Gusztáv.

## Hőmérsékleti sugárzás

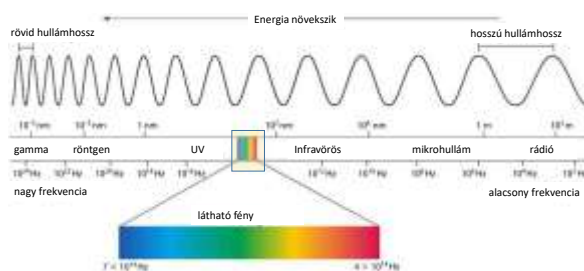


Vörösen izzó....



Forró objektumok („testek”) fényt bocsátanak ki.

Esetleg ez általános?



Mi a fénynek csak nagyon kis részét látjuk!  
Ezen kívüli tartomány is mind fény, csak mi különböző neveket adunk neki.

**Minden test fényt bocsát ki, ha hőmérséklete 0°K-nél nagyobb.**

**Ezt hőmérsékleti sugárzásnak hívjuk.**

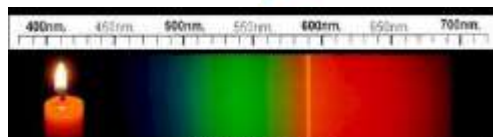
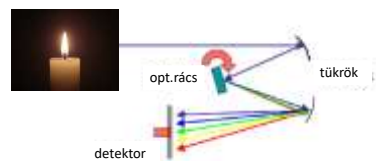
De a fény frekvenciája nagyon különböző lehet ez egyes esetekben!

Forrása: az anyagban levő atomok, molekulák, melyekben töltések vannak.  
Alapozó Fizika: gyorsuló töltések elektromágneses teret keltenek.

Ez pontosan ki is számolható, de persze NEM vizsgáltaanyag ☹

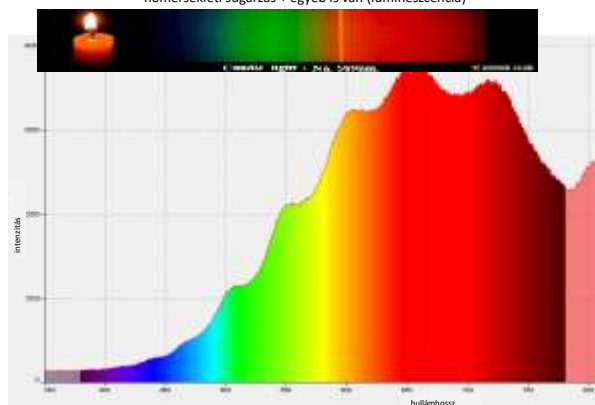
$$E_{\text{rad}}(r,t) = -[1/(4\pi\epsilon_0)] * \left[ \frac{a}{(c^2 r)} \right] * a_{\text{pers}}(t - r/c)$$

↑ töltés      ↑ gyorsulás      ↑ fénysebesség:  $3 \cdot 10^8$  m/s

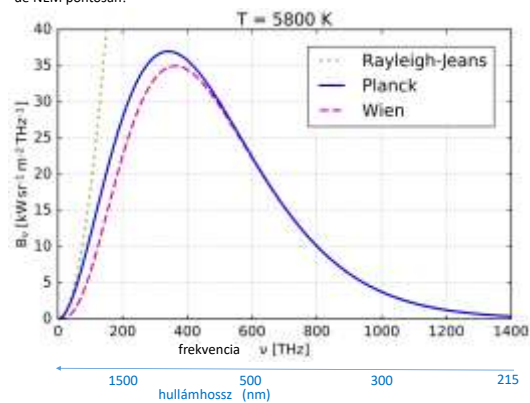


gyertya lángja + Na 589nm-es vonala

gyertyaláng emissziós spektruma  
hőmérsékleti sugárzás + egyéb is van (lumineszcencia)



Klasszikus fizikai számolásokkal viszonylag közel lehet jutni elméletileg is a görbe alakjához, de NEM pontosan!





Max Planck (~ 1900)

Planck számolta ki az emissziós spektrum PONTOS alakját. Ehhez viszont fel kellett tételeznie hogy a fényben az energia adagokban terjed. Ezt Einstein később fotonnak nevezte el. Az elemi energiaadag Planck számolása szerint arányos a frekvenciával. ( $hf$ )

$$E_n = nhf$$

↙ egész szám      ↘ vibrációs frekvencia

En az  $n$  db foton energiája.

Ezzel Planck visszakapta a kísérleti görbe alakját

$$\rho(f, T) df = \frac{8\pi V f^2 df}{c^2} \frac{hf}{e^{hf/kT} - 1}$$

NEHOGY valaki megtanulja a képletet!



Gustav Kirchhoff (1824-1887)

Ha egy test jól nyeli el a sugárzást, akkor jó hatékonysággal is világít.

Igy aztán a legjobb fényforrás (hőmérsékleti sugárzó!) az ami teljesen fekete.



$$\alpha = \frac{J_{\text{absz}}}{J_{\text{össz}}}$$

abszorpciós tényező

n.B.:  $A = \lg(I_0/I_t)$   
abszorbancia

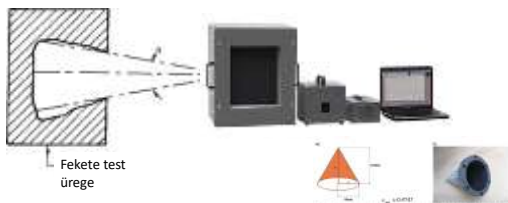
M: kisugárzott felületi teljesítmény ( $W/m^2$ )

**Kirchhoff törvény:  $M/\alpha$  állandó.**

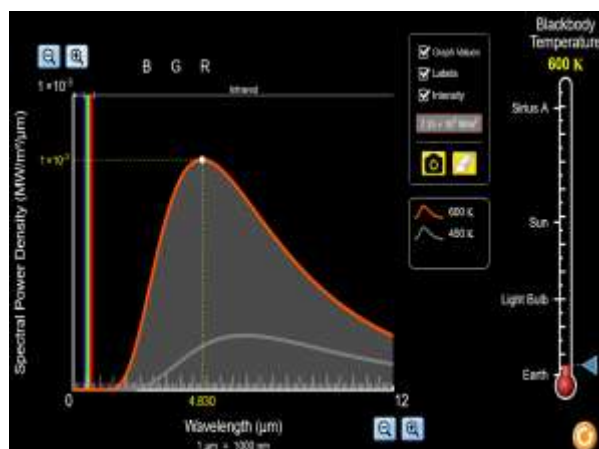
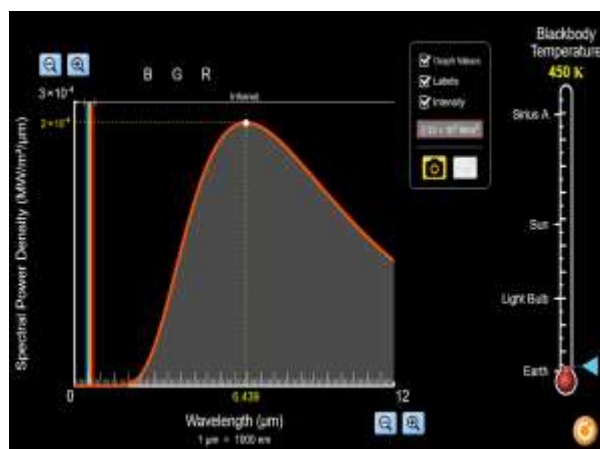
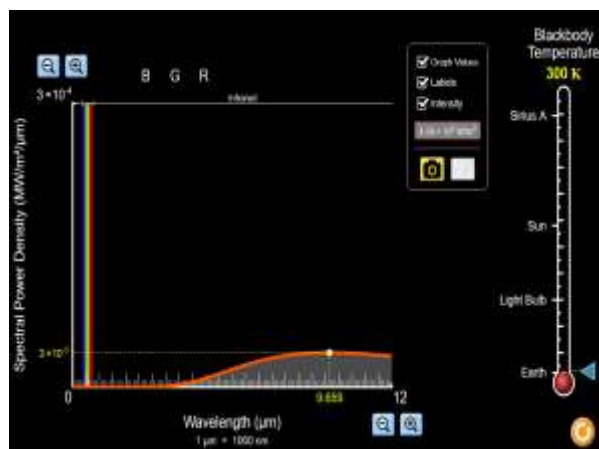
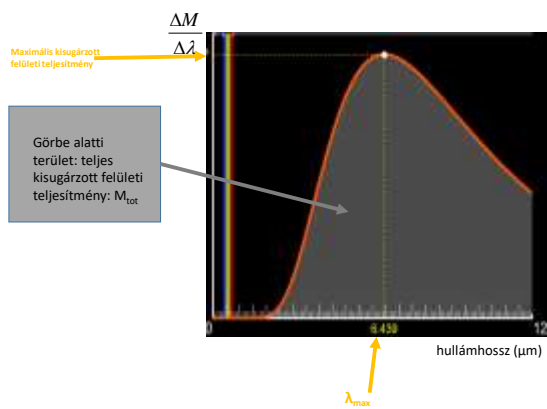
Tehát abszolút fekete testre  $\alpha=1$ , azaz  $M=M_{\text{max}}$

Abszolút fekete test :  $\alpha=1$

Az abszolút fekete testet nem könnyű megcsinálni...



**M és  $\alpha$  frekvencia (avagy hullámhossz) függő!**  
spektrális kisugárzott felületi teljesítmény  $M_\lambda$  és spektrális abszorpciós tényező  $\alpha_\lambda$



Két híres törvény van:

Wien féle eltolódási törvény  
 $\lambda_{\max} \cdot T = 2.898 \cdot 10^{-6} \text{ K} \cdot \text{nm}$  (Wien-féle állandó)

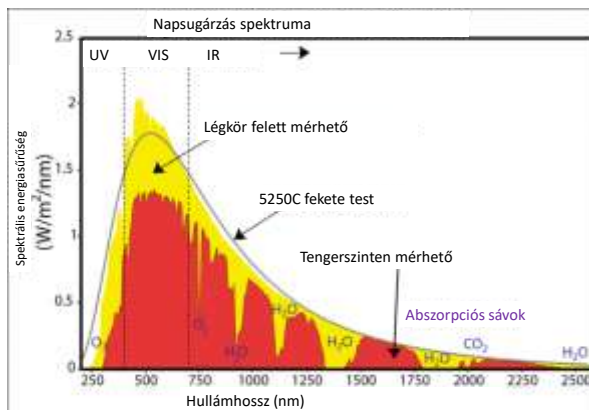
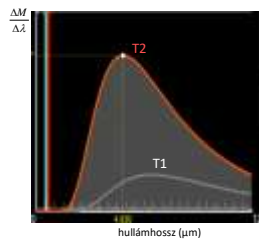
Stephan-Boltzmann törvény  
 $M_{\text{tot}} = \sigma \cdot T^4$

$$\sigma = 5.7 \times 10^{-8} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \right]$$

$$\frac{\Delta M}{\Delta \lambda} = \sigma (T_{\text{test}}^4 - T_{\text{környezet}}^4)$$

$\uparrow$   $\text{W/m}^2$  !  $\downarrow$   $\text{K}$

Tisztán sugárzással is beállhat hőmérsékleti egyensúly



2 m² bőrfelületre, átlagos felnőtt, szobahőmérsékletű környezet

- Sugárzás → ≈ 100W
- hővezetés → ≤ 1W
- konvekció → ≈ 10W
- izzadás → ≈ 10W

A metabolikus ráta (2000kcal/nap = 9MJ/nap) nagy részét a sugárzási veszteség teszi ki.

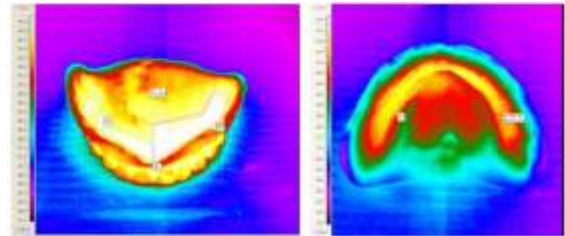
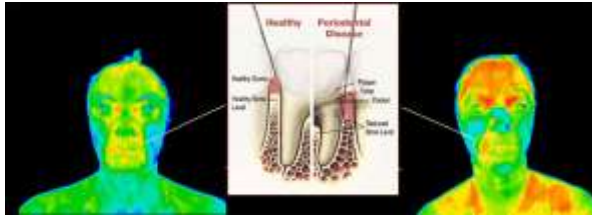
Stephan-Boltzmann tv.  
 $M_{\text{tot}} = \sigma \cdot T^4$ 
 $\sigma = 5.7 \times 10^{-8} \left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}^4} \right]$

Wien féle eltolódási tv.  
 $\lambda_{\max} \cdot T = 2.898 \cdot 10^{-6} \text{ K} \cdot \text{nm}$ 
Bőrfelszínre  $\lambda_{\max} = 7 \dots 15 \mu\text{m}$

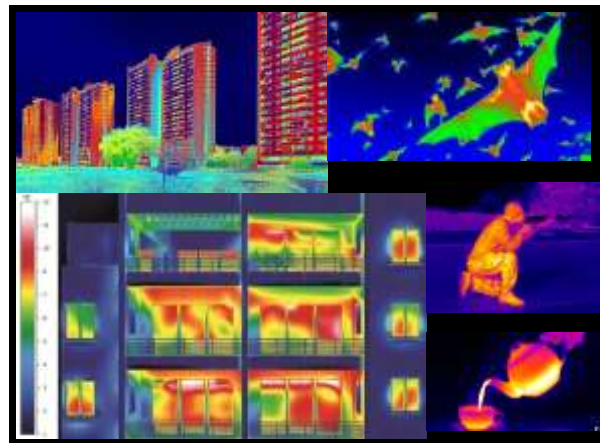
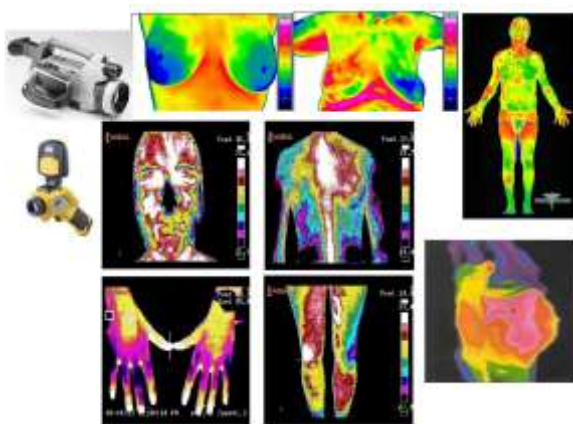
Infravörös érzékelés, és hőmérsékletmérés nagyon érzékeny



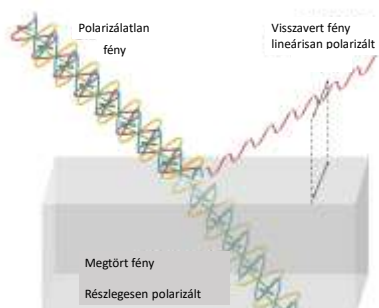
emelkedett metabolizmus érzékenyen kimutatható  
(gyulladás, rák stb)



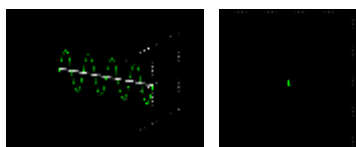
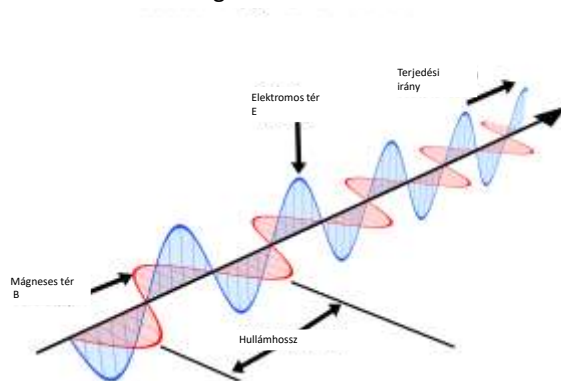
Thermograms of the denture after its removal from the oral cavity



## Polarizáció



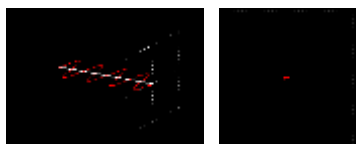
## Elektromágneses hullám



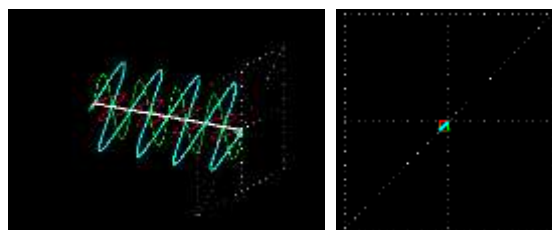
Általában csak az E-teret rajzoljuk be, DE mindig odaképzeli a mágneses teret is!

A polarizációs irány az elektromos tér (E) vektor iránya (azaz az E-vel párhuzamos egyenes)

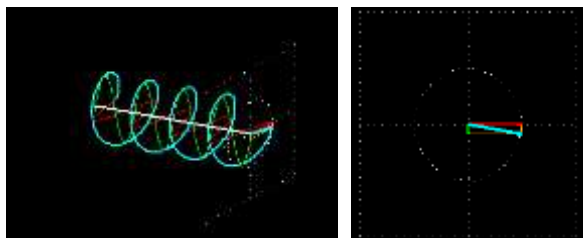
Lineárisan polrizált fény: csak egy adott irányba mutató polarizációja van.



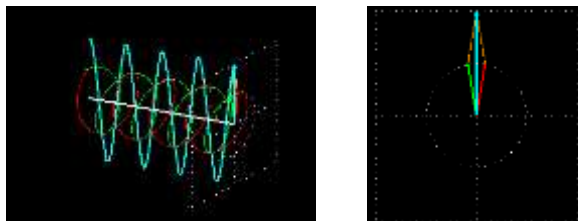
<https://cddemo.szialab.org/>



Szuperpozíció elve: az E-vektorok összeadhatók minden pontban, az **eredő E-vektor megszerkeszthető mint vektorok összege.**

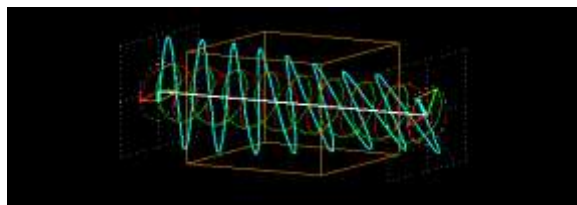


Cirkulárisan polarizált fény kieleverhető két merőleges lineárisan polarizált fényből, ha a két hullám fázisban egymáshoz képest el van tolva.

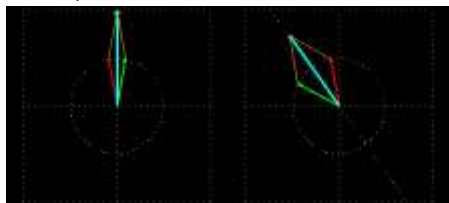


De a lineárisan polarizált fény is kieleverhető két cirkulárisan polarizált fényből.

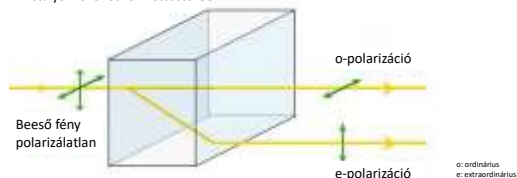
Játék a vektorokkal ☺



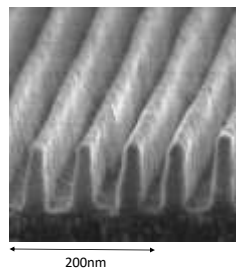
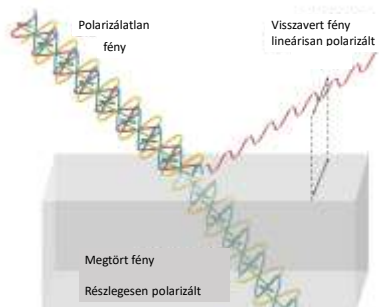
Királis molekuláknak kétfajta törésmutatójuk is van:  $n_{\text{jobb}} \neq n_{\text{bal}}$  **cirkuláris kettőtörés**  
Ez a polarizációs irány elfordulását okozza.



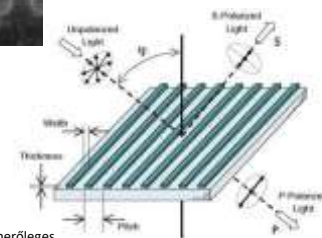
Kristályok is lehetnek kettőtörőek



### Polarizáció reflexióval (Brewster-szög)

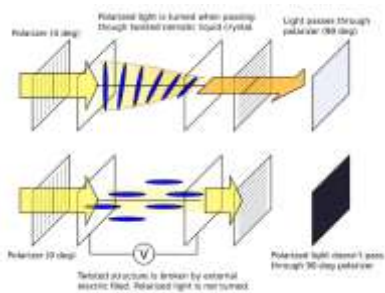


Dróthálós polarizátor  
(nanotechnológia)

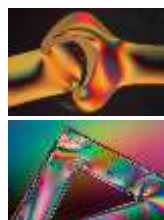
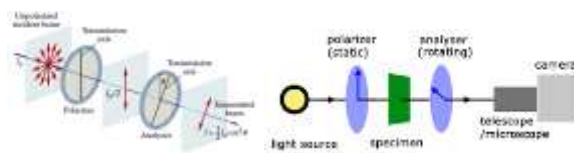


p: parallel, s: senkrech az az merőleges

### LCD: Liquid Crystal Display: folyadékkristályos kijelző

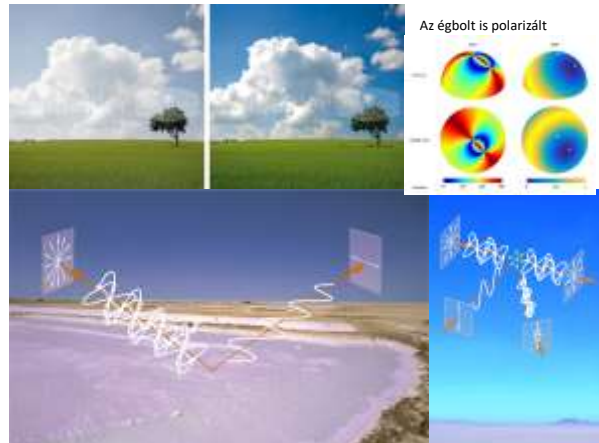
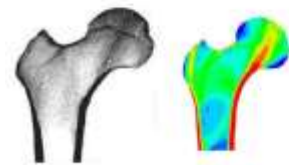
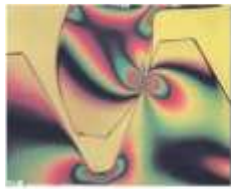


Van ám ebből színes is!

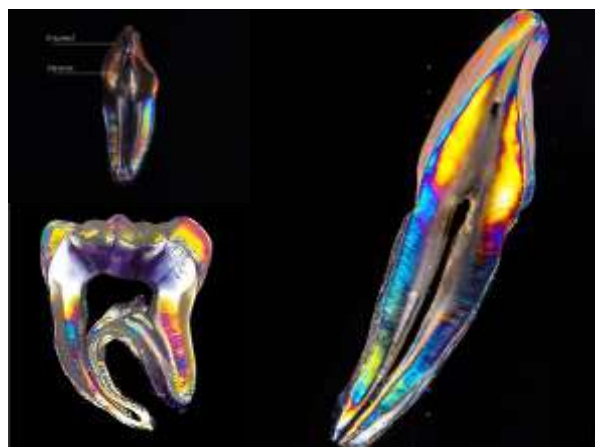


Polarizációs mechanikai feszültségmérés





Az égbolt is polarizált



Polarizációs fogászati fényképezés

Fogpótlások színegyeztetése

