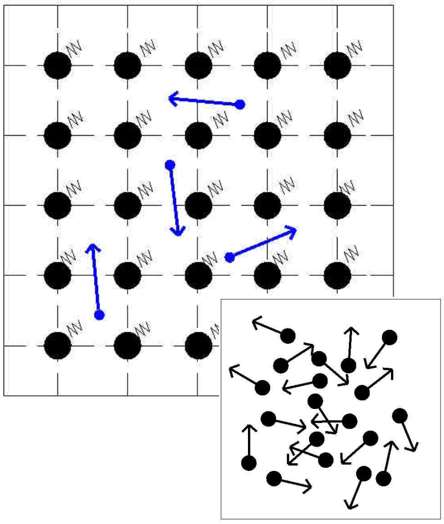
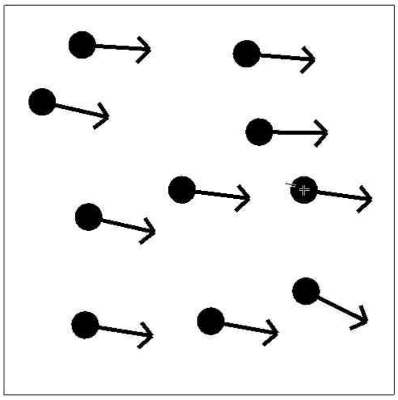
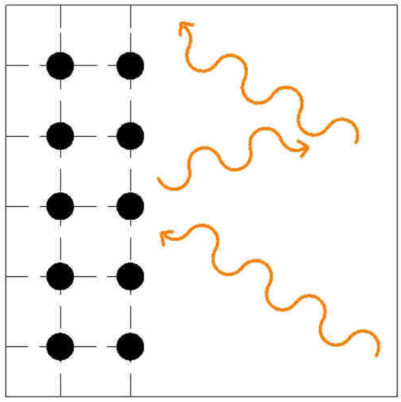
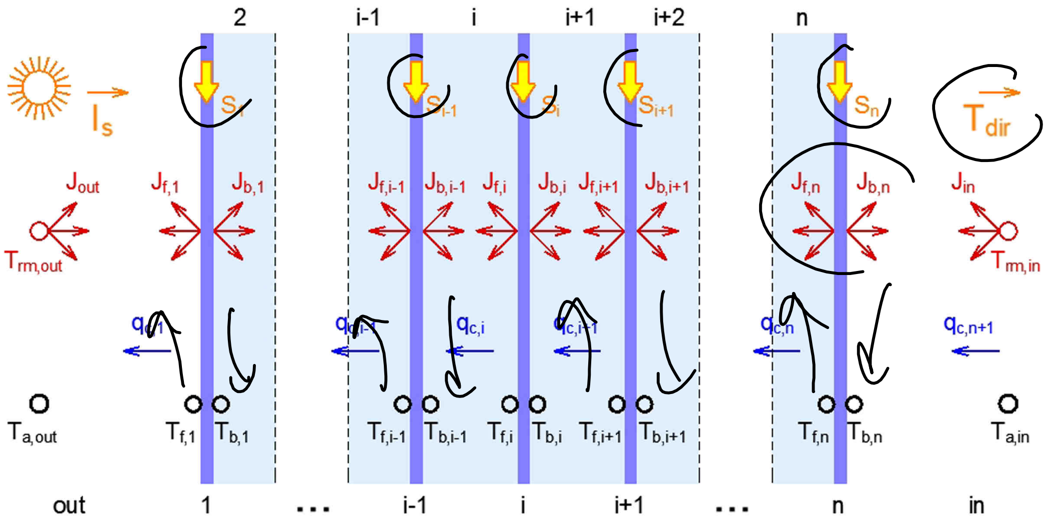
00 - Üvegek hőtechnikája

2016. október 13.
17:47









szolár-optikai jellemzők

hosszúhullámú IR sugárzás

konvektív hőátadás

hővezetés az üvegben

~~(hőtárolás)~~

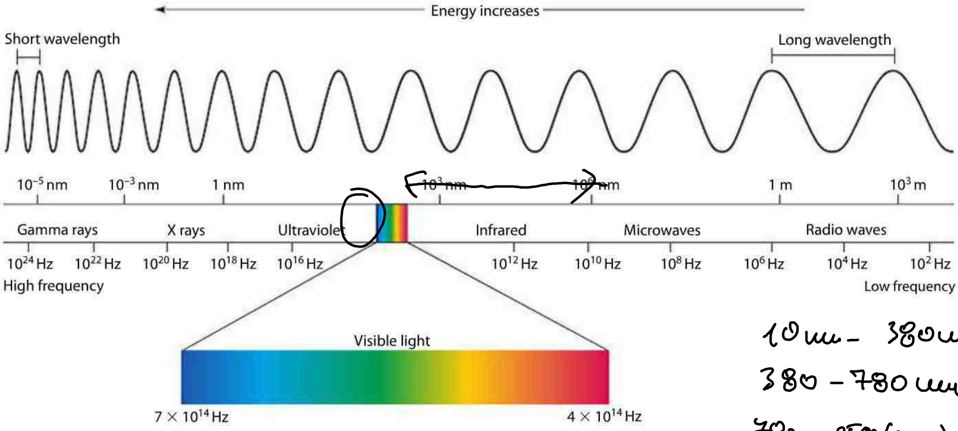
(légrés átszellőzése)

UV

látható fény

01 - Elektromágneses sugárzás

2016. október 13.
17:21



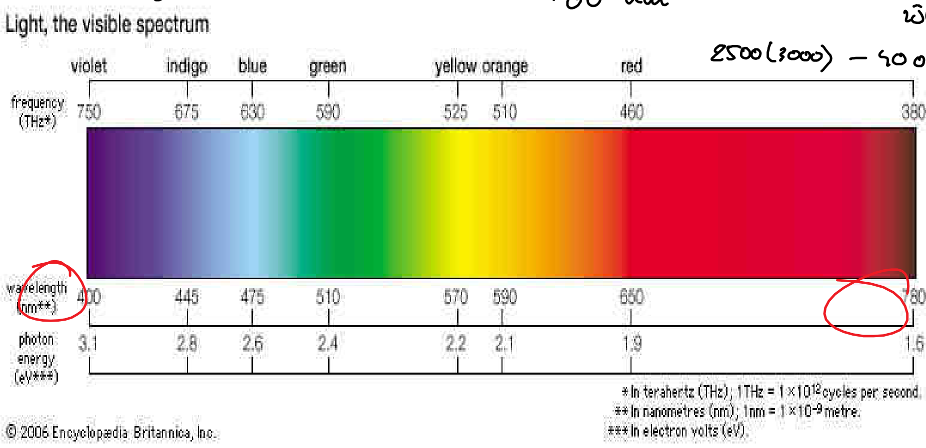
380 780 nm

10nm – 380nm UV

380 – 780 nm látható fény

780 – 2500 (3000) nm szoláris v. rövidhullámú IR

2500 (3000) – 40 000 hosszúhullámú IR



ISO 10527:2007 (CIE S 014-1/E:2006)
CIE standard colorimetric observers

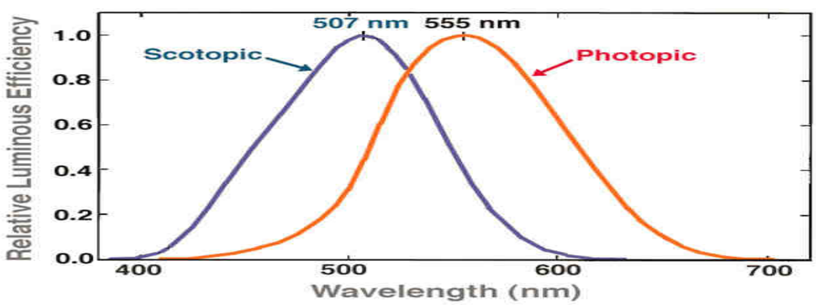


Figure 10. The scotopic and the photopic curves of relative spectral luminous efficiency as specified by the CIE (normalised values).

hullámhossz

frekvencia

$$c = \lambda \cdot f$$

fénysebesség vákuumban $\approx 2{,}98e^{8}$ [m/s]

energia $\sim f$

planck állandó

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \cancel{\ldots}$$

---

abszolút fekete test

- tökéletesen elnyelő
- minden λ-on sugároz a T-fv.-ében

abszolút fekete test

- Tökéletesen elnyelő
- minden λ-on sugároz a T-fg.-ében

Planck törvény

$$I_{b(\lambda)} = \frac{\pi \cdot 2 \cdot h \cdot c^2}{\lambda^5 \left(e^{h \cdot c / (\lambda \cdot k \cdot T)} - 1 \right)}$$

T – abszolút hőmérséklet $[K]$

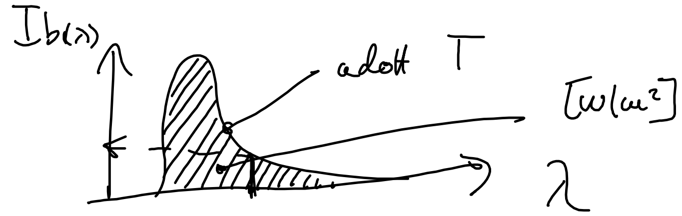
c – fénysebesség

h – Planck állandó $6{,}625\,e^{-34}$ $[Js]$

k – Boltzmann állandó $1{,}38\,e^{-23}$ $[J/K]$

fekete test spektrális sugárzási képessége:
egységnyi felületen egységnyi idő alatt kibocsátott energia
egységnyi hullámhossz sávban

$$\left[\frac{J}{m^2 \, s \, m} \right] = \left[\frac{W}{m^3} \right]$$



Wien féle eltolódási törvény

$$\lambda_{max} \cdot T = 2898 \, [\mu m K]$$

$$I_b = \int_{\lambda_0}^{\lambda_\infty} I_{b(\lambda)} \, d\lambda = \sigma \cdot T^4 \quad \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

I_b: fekete test sugárzási képessége

σ: Stefan-Boltzmann állandó $5{,}669\,e^{-10}$ $[W/m^2K^4]$

szürke testek

emissziviási tényező

szürke testek

emisszivitási tényező

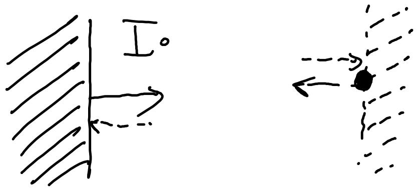
$$\frac{I_{grey}(\lambda)}{I_b(\lambda)} = \varepsilon(\lambda) < 1$$

$$\varepsilon = \frac{\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \varepsilon(\lambda)\, d\lambda}{\int d\lambda}$$

$$I_{grey} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \qquad [W/m^2]$$

IR tartományban

- legtöbb építőanyag ~ 0.9 [-] ... 0.99
- low-e bevonat 0.17 — 0.035 ... 0.025
- normál float üveg ~ 0.837
  0.84
- fémes felületek 0.1 - 0.2



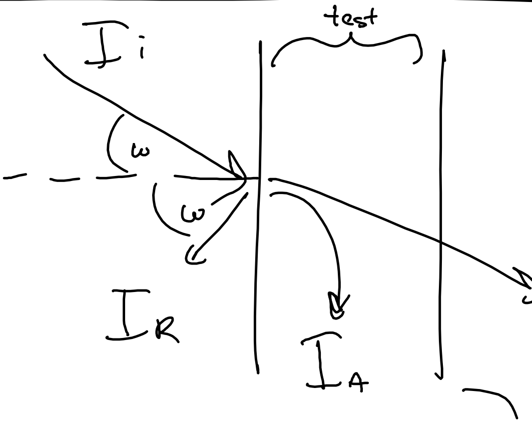
$\varepsilon = 1$ $\qquad\qquad$ ε_1

$T_0 \longrightarrow T_1 = T_0 \longrightarrow$ egyensúlyban vannak

$$\underbrace{\alpha \cdot I_0}_{\text{bejövő sug. elnyelt hányada}} - \underbrace{I}_{\text{kimenő sugárzás}} = \emptyset$$

$$\alpha \cdot \sigma \cdot T_0^4 - \varepsilon_1 \sigma \cdot T_0^4 = \emptyset$$

$$\Rightarrow \boxed{\alpha = \varepsilon}$$



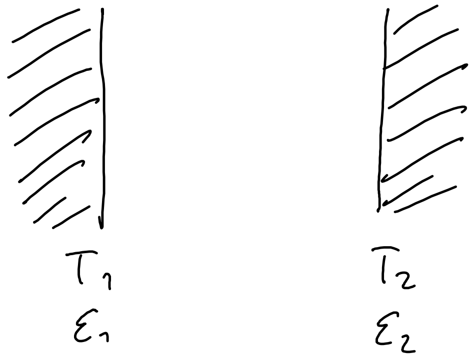
$$I_i = I_R + I_A + I_T \quad / I_i$$

$$1 = \frac{I_R}{I_i} + \frac{I_A}{I_i} + \frac{I_T}{I_i}$$

$$1 = \rho + \alpha + \tau$$

reflexiós tényező — abszorbciós tényező — transzmissziós tényező

$$1 = \rho(\omega,\lambda) + \alpha(\omega,\lambda) + \tau(\omega,\lambda)$$



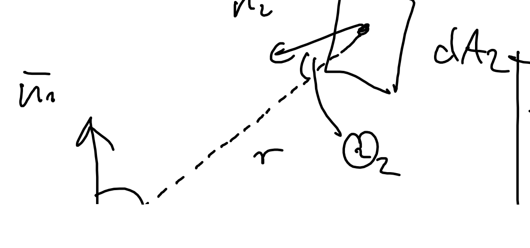
$$q = \varepsilon_{1\to2}\,\sigma\left(T_1^4 - T_2^4\right)$$

redukált feketeségi fok
v. kölcsönös emissziótási tényező

∞ ∥ felületek

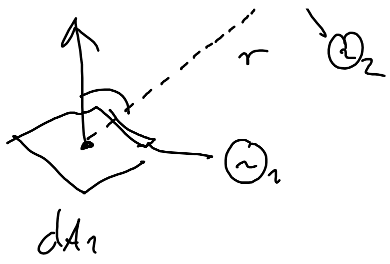
$$\varepsilon_{12} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \quad [-]$$

$$\left[\frac{W}{m^2}\right]$$



kölcsönös besugárzási tényező

$$\boxed{F_{1\to2} = \frac{1}{A_1}\iint \frac{\cos\Theta_1 \cos\Theta_2}{\pi r^2}\, dA_2\, dA_1}$$



$$\boxed{F_{1\to2} = \frac{1}{A_1}\int_{A_1}\int_{A_2} \frac{\cos\omega_1 \cos\omega_2}{\pi r^2}\, dA_2\, dA_1}$$

1-ből kibocs. sug. 2-be beeső hányada

$$q_{1\to2} = \frac{\sigma\left(T_1^4 - T_2^4\right)}{\frac{1-\varepsilon_1}{A_1\varepsilon_1} + \frac{1}{A_1 \boxed{F_{1\to2}}} + \frac{1-\varepsilon_2}{A_2\varepsilon_2}}$$

általános képlet

abszolút fekete testek

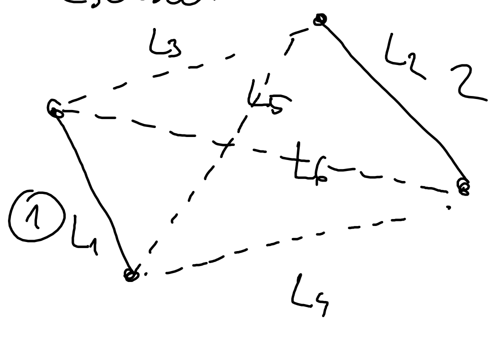
$$A_1 E_{b1} F_{1\to2} - A_2 E_{b2} F_{2\to1} = A_1 F_{1\to2}\,\sigma\left(T_1^4 - T_2^4\right)$$

$$F_{1\to2}\cdot A_1 = F_{2\to1}\cdot A_2$$

$$\sum_{i=1}^{n} F_{1\to i} = 1$$

$$F_{ii} = 0$$

2D esetben



$$F_{1\to2} = \frac{(L_5+L_6)-(L_3+L_4)}{2\cdot L_1}$$

$$\varepsilon_0 T_{MRT}^4 = \varepsilon_1 F_1 T_1^4 + \varepsilon_2 F_2 T_2^4 + \dots \varepsilon_n F_n T_n^4$$

$$T_{MRT}^4 \cong F_1 T_1^4 + F_2 T_2^4 + \dots F_i T_i^4$$

$$T_{MRT}^4 \cong F_1T_1^4 + F_2T_2^4 + \dots F_nT_n^4$$

$$T_{MRT}^4 \cong \frac{A_1T_1^4 + A_2T_2^4 + \dots A_nT_n^4}{\Sigma A}$$

$$T_{MRT} \cong \frac{A_1T_1 + A_2T_2 + \dots A_nT_n}{\Sigma A}$$

$\boxed{\text{kicsi } \Delta T!}$

$\Rightarrow q_r = \varepsilon_{12}\,\sigma\,(T_{surf}^4 - T_{MRT}^4)$

$\Rightarrow$ linearizálás

$$(T_1^4 - T_2^4) = (T_1 + T_2)(T_1^2 + T_2^2)(T_1 - T_2) \cong$$

$$4 \cdot T_n^3\,(T_1 - T_2) \qquad T_n \cong \frac{T_1 + T_2}{2}$$

$$\Rightarrow q_r = \varepsilon\sigma\,(T_s^4 - T_{MRT}^4) \cong \underbrace{4 \cdot \varepsilon\,\sigma \cdot T_n^3}\,(T_1 - T_2)$$

$$h_r = 4 \cdot \varepsilon_s \sigma T_n^3$$

$$T_n = \frac{T_s + T_{MRT}}{2}$$

$\boxed{\text{ha } \Delta T \text{ kicsi!}}$