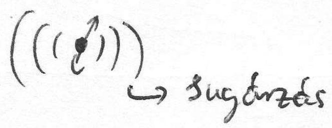
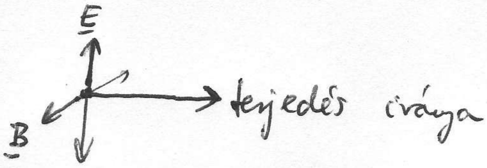
Hősugárzás:

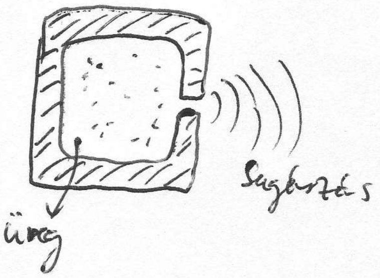
elektromágneses sugárzás

mikroszkópikusan: részecskék mozgása, rezgése: kis „antennák"



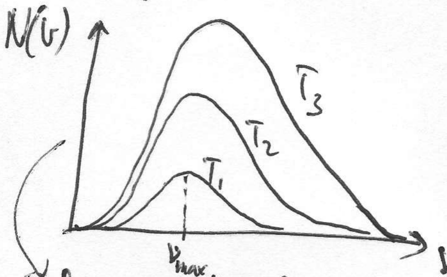


fekete test:



energiaspektrum: Planck-görbe

hány foton érkezik a frekvencia függvényében



$T_1 < T_2 < T_3$

$$\rightarrow \sim \frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

kisugárzott teljesítmény

A maximum T-től függ: $\nu_{max} \sim T$

$$\nu_{max} = \left(5{,}88 \cdot 10^{10}\,\frac{Hz}{K}\right) \cdot T$$

hullámhossz:

$$\lambda_{max} = \frac{2{,}9 \cdot 10^{-3}\,mK}{T}$$

pl. Nap (6000K) sugárzásánál a maximum a látható fény tartományában van: 500nm.

Wien-féle eltolódási törvények

Stefan-Boltzmann törvény:

$$\frac{\Delta E}{A \cdot \Delta t} = \sigma T^4 \qquad \sigma = 56{,}7 \, \frac{nW}{m^2 K^4} = 56{,}7 \cdot 10^{-9} \, \frac{J}{s m^2 K^4}$$

A: sugárzó felület nagysága

ΔE: kisugárzott energia (Δt idő alatt)

ΔE/Δt: kisugárzott teljesítmény [W]

σT^4: kisugárzott intenzitás [W/m²]

Szobahőmérsékleten (300K): $\sigma T^4 = 460 \, W/m^2$

—o—

Mekkora a levegő (N_2) molekuláinak átlagsebessége?

Ekvipartíció: $\underbrace{\left\langle \frac{1}{2} m v^2 \right\rangle}_{\text{átlagolás}} = \frac{3}{2} kT$

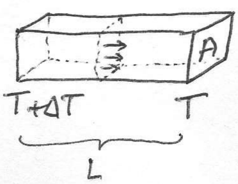
$$\hookrightarrow \sqrt{\langle v^2 \rangle} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1{,}36 \cdot 10^{-23} \, \frac{J}{K} \cdot 300K}{0{,}028 kg / 6 \cdot 10^{23}}} = 512 \, \frac{m}{s}.$$

—o—

Hővezetés és diffúzió egyenletei hasonlóak:

Hővezetés: $\boxed{\frac{\Delta Q}{A \cdot \Delta t} = k \cdot \frac{\Delta T}{L}}$ = adott felületen időegységenként átáramló hő

A: felület; k: termikus vezetőképesség [W/mK] anyagtól függ; L: hossz



$\frac{\Delta T}{L}$ pontosabban: $-\frac{\partial T}{\partial x}$ a hőmérséklet hely szerinti deriváltja.

3 dimenziós térben: gradiens (vektor): $\left(\frac{\partial T}{\partial x}; \frac{\partial T}{\partial y}; \frac{\partial T}{\partial z}\right) \equiv \left(\frac{\partial}{\partial x}; \frac{\partial}{\partial y}; \frac{\partial}{\partial z}\right) T \equiv$

a hő a $-$gradT vektor irányába áramlik. $\equiv \mathrm{grad}\, T$

Diffúziós törvény:

$\boxed{\frac{\Delta m}{A \Delta t} = D \frac{\Delta c}{L}}$ = egységnyi felületen időegységenként átáramló anyag tömege

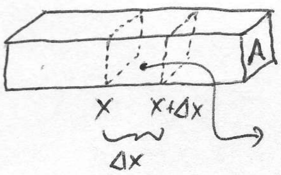
Δc: koncentráció-különbség [kg/m³]

D: diffúziós állandó [m²/s]

$\frac{\Delta c}{L}$ pontosabban: $-\frac{\partial c}{\partial x}$ (3 dimenzióban: $-$grad c)

az áramlás a kisebb koncentrációjú hely felé történik

Diffúziós egyenlet:



→ a koncentráció változását a ki- és beáramló tömeg adja:

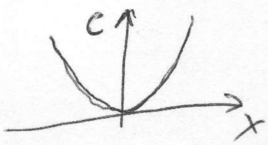
$V = A \cdot \Delta x$

$c = \frac{m}{A \cdot \Delta x}$ → $\frac{\Delta c}{\Delta t} = \frac{1}{A\cdot\Delta x}\left[\frac{\Delta m}{\Delta t}(x+\Delta x) - \frac{\Delta m}{\Delta t}(x)\right] =$ (ezen a helyen)

$= \frac{1}{A\cdot\Delta x}\left[A\cdot D\cdot\left(+\frac{\partial c}{\partial x}(x+\Delta x) - \frac{\partial c}{\partial x}(x)\right)\right] = D\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$

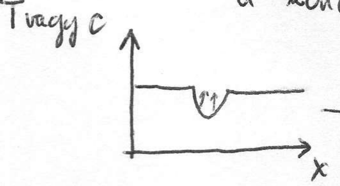
Tehát: $\boxed{\frac{\partial c}{\partial t} = D\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}}$ 3 dimenzióban: $\frac{\partial c}{\partial t} = D\left(\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2}\right)$

pl. hosszú egyenes csőben egy adott pillanatban: $c(x) = a\cdot x^2$

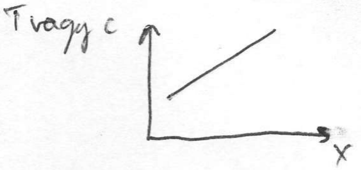


$\frac{\partial c}{\partial t} = D\frac{\partial^2(ax^2)}{\partial x^2} = D\frac{\partial}{\partial x}(2ax) = 2aD$

a koncentráció mindenhol növekszik.



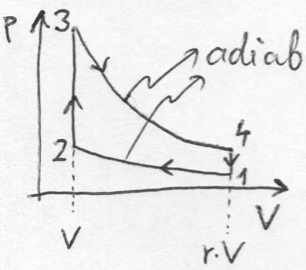
→ a koncentráció-hiányos rész „betelik"



$c(x) = b\cdot x$ ⇒ $\frac{\partial c}{\partial t} = D\frac{\partial^2(b\cdot x)}{\partial x^2} = 0$

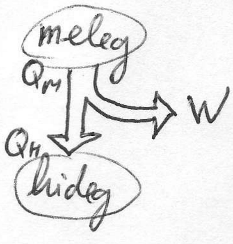
a koncentráció időben állandó (egyenletes áramlás)

Otto-ciklus hatásfoka



adiabatikus: $TV^{\gamma-1} = \text{áll.}$ $(\gamma \equiv c_p/c_v)$

hatásfok: $\eta = \frac{W}{Q_M} = \frac{Q_H + Q_M}{Q_M}$ $(Q_H < 0)$



a 2→3 és 4→1 folyamatokban $V = \text{áll.}$:

$Q_H = nc_v(T_1 - T_4)$ és $Q_M = nc_v(T_3 - T_2)$

$\Rightarrow \eta = \frac{T_1 - T_4 + T_3 - T_2}{T_3 - T_2}$.   Az 1→2 és 3→4 folyamat adiabatikus: $TV^{\gamma-1} = \text{áll.}$:

$T_2 V^{\gamma-1} = T_1 (rV)^{\gamma-1}$ és $T_3 V^{\gamma-1} = T_4 (rV)^{\gamma-1}$

$\Rightarrow T_2 = T_1 r^{\gamma-1}$ és $T_3 = T_4 r^{\gamma-1}$

$\Rightarrow \eta = \frac{T_1 - T_4 + T_4 r^{\gamma-1} - T_1 r^{\gamma-1}}{T_4 r^{\gamma-1} - T_1 r^{\gamma-1}} = \frac{(T_4 - T_1)(r^{\gamma-1} - 1)}{(T_4 - T_1) r^{\gamma-1}} = \frac{r^{\gamma-1} - 1}{r^{\gamma-1}} = \underline{\underline{1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}}}$

pl. $r = 8$
$\gamma = 1.4$
⇓
$\eta = 0.56$