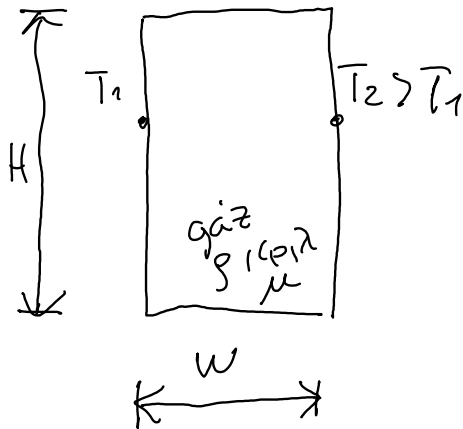




alap dimenziók:		
hossz:	L	$[m]$
idő:	t	$[s]$
hőmé.	T	$[K]$
tömeg	M	$[kg]$
hő:	Q	$[J]$

$$q_{conv} = h_{conv} \cdot \underbrace{(T_2 - T_1)}_{\Delta T}$$

$$h = ? = Q t^{-1} L^{-2} T^{-1} \quad h = f(w, H, \rho, c_p, \lambda, \mu, \Delta T)$$

$$W = L$$

$$H = L$$

$$\rho = M \cdot L^{-3}$$

$$c_p =$$

$$\lambda = Q t^{-1} L^{-1} T^{-1}$$

$$\mu :$$

$$\Delta T$$

$$\cancel{\beta} \approx \frac{1}{T}$$

$$\cancel{g}$$

Buckingham Π -elvét

$k = 8$ változó

$n = 4$ független dimenzió

$\rightarrow k - n = 8 - 4$ független

dimenziótlanc csoportok
(vérték)

$$h = f(w, H, \rho, c_p, \lambda, \mu, \Delta T)$$

$$\rightarrow \Pi_1 = f(\Pi_2, \Pi_3, \Pi_4) \quad \leftarrow \text{ezekből képződnek}$$

Nusselt szám

$$Nu = \frac{\text{konvektív hőátad. tényező}}{\text{konduktív " "}} = \frac{h_{conv}}{h_{cond}} = \frac{h_{conv}}{\frac{1}{R}} = \frac{h_{conv}}{\frac{\lambda}{w}}$$

$$q_{cond} = h_{cond} \cdot \Delta T = \Delta T \cdot \frac{\lambda}{w} =$$

azaz h. a.

$$\gamma_{\text{cond}} = n_{\text{cond}} \cdot \Delta l = \Delta l \cdot \frac{1}{w} =$$

(mértéki
egységnyi térfogat)

$$Nu = 1 \dots > 1$$

$$\rightarrow h_{\text{conv}} = Nu \cdot h_{\text{cond}} = \underline{\underline{Nu \cdot \frac{\lambda(T)}{w}}}$$

↓
geometria

Pécsett szám

$$Pr = \frac{\text{viszkózus diffúzió}}{\text{termelés diffúzió}} = \frac{\text{sebesség lefolytatás utj.}}{\text{hővezetéklet}} =$$

$$= \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\nu}{\frac{\lambda}{\rho \cdot c_p}} = [-]$$

← kinematikai viszkózitás

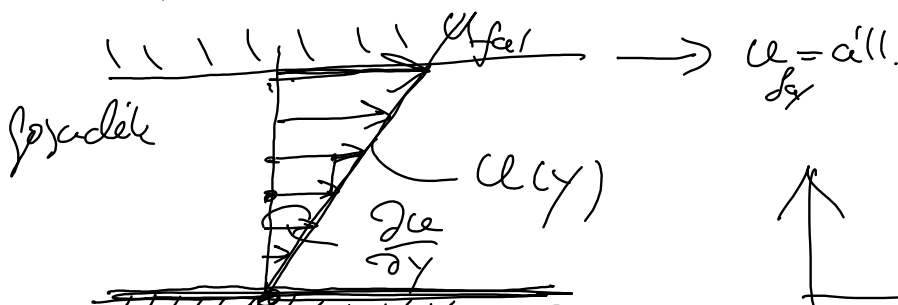
↑
hőm. vezetési tényező

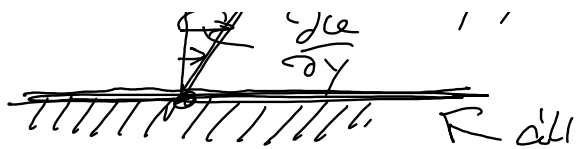
ideális gázoknál
szobahőmérsékleten
 $\sim \alpha u, \sim 0,71$

μ - dinamikus viszkózitás
[Pa·s] v. [Ns/m²]

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \text{ [m}^2/\text{s]}$$

$$\tau = \mu \cdot \frac{\partial u}{\partial y}$$





$$Pr \gg 1$$

0.71
 $\uparrow$
 víz $Pr = 7 [-]$
 gépek 100 - 20000 [-]

$$Pr = \frac{c_p \mu}{\lambda}$$

keletkezett viszkozitás $\rightarrow$ kell Pr szám

Grashof szám

$$Gr = \frac{\text{felhajtóerő}}{\text{viszk. erő}}$$

$$= \frac{g \cdot \beta \cdot (T - T_\infty) \cdot L^3}{\nu^2} \quad [-]$$

↑
karakterisztikus hossz

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot \Delta T \cdot w^3}{\nu^2} \quad [-]$$

$$Gr \gg 1$$

szabad áramlás van

$$Gr \ll 1$$

$\rightarrow$ (erős kötés)
 & szabad áramlás

Rayleigh

$$Ra = \underbrace{\frac{g \cdot \rho^2 \beta \cdot \Delta T \cdot L^3 \cdot c_p}{\mu \cdot \lambda}}_{Pr \cdot Gr} \quad [^-]$$

Karcszász

$$Ar = \frac{H}{w} \quad [^-]$$

$$h = f(w, H, \rho, \beta, c_p, \mu, \Delta T)$$

$$\Pi_1 = f(\Pi_2, \Pi_3, \Pi_4)$$

$$Nu = f(Pr, Gr, Ar)$$

$$Nu = f(Ra, Ar)$$

Nusselt szám korreláció

minden : • adott situációna
• érvényességi tartomány
 Ar, Ra

180 15099

Wright

$$\begin{aligned}
 Nu_1 &= 0.0605 \cdot Ra^{1/3} \\
 Nu_2 &= \left[1 + \left(\frac{0.105 \cdot Ra^{0.193}}{1 + \left(\frac{6310}{Ra} \right)^{1.36}} \right)^3 \right]^{1/3} \\
 Nu_3 &= 0.252 \cdot \left(\frac{Ra}{Ar} \right)^{0.272} \\
 Nu &= \max \begin{cases} Nu_1 \\ Nu_2 \\ Nu_3 \end{cases}
 \end{aligned}$$

$$h_{conv} = Nu \cdot \frac{\lambda}{W} \quad \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$



lejtő

karakterisztikus hossz: $L = (H)$

$$Ra_H = \frac{g^2 H^3 \rho \cdot \beta \cdot |T_\infty - T_s|}{\mu \cdot \lambda}$$

$$Nu \approx 0.56 \cdot Ra_H^{1/4}$$

$$Nu \approx 0.56 \cdot Ra^{1/4}$$

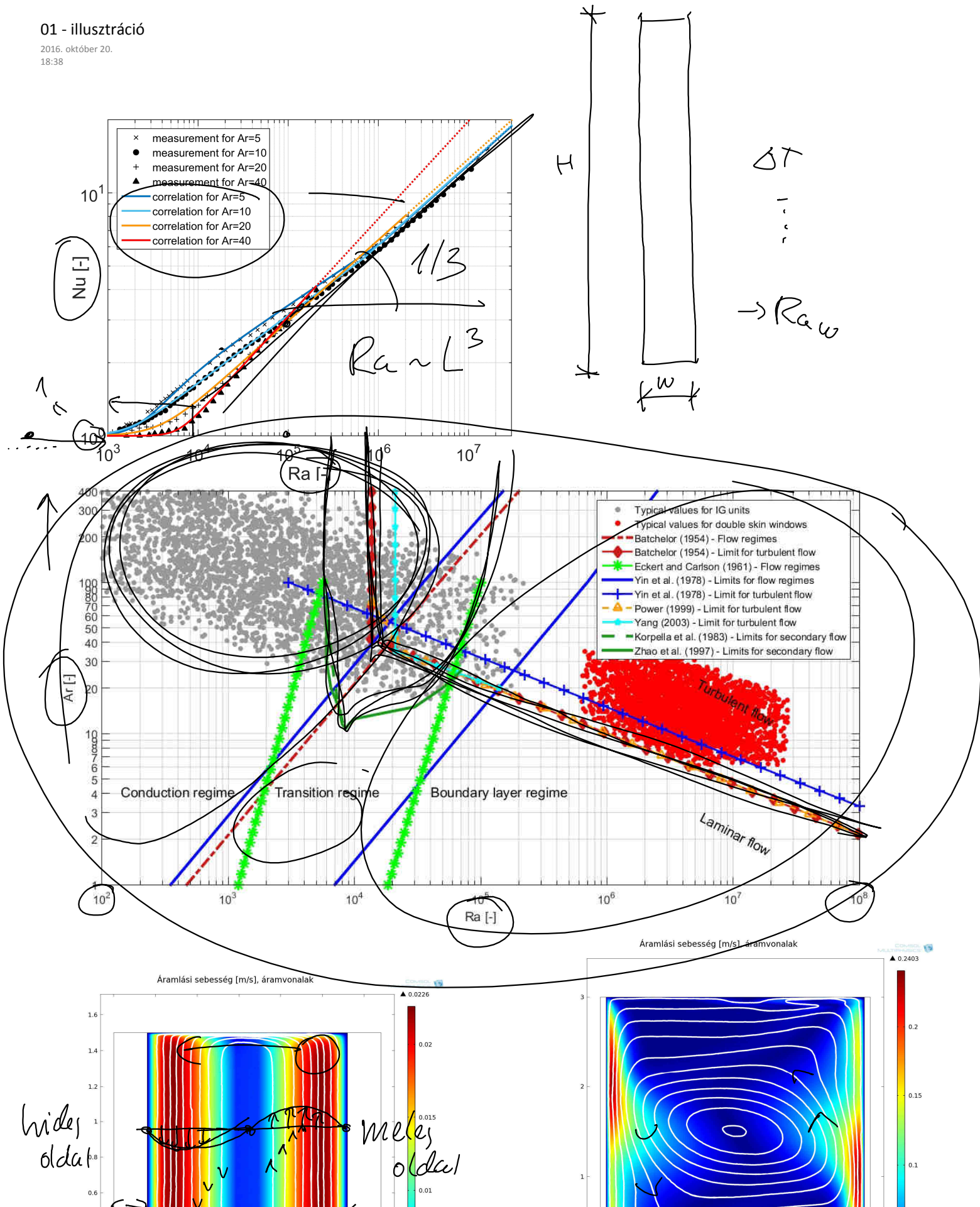
gas	c_p	ρ	λ	μ	$T = 283.15 \text{ K}$
lewis ⁹¹	1006	1,217	0,0258	$1.77e^{-5}$	
argon	521,93	1,72	0,0168	$2,1655e^{-5}$	
krypton	248,09	3,607	0,00896	$2,323e^{-5}$	
xenon	158,35	5,1651	0,00533	$2,2e^{-5}$	

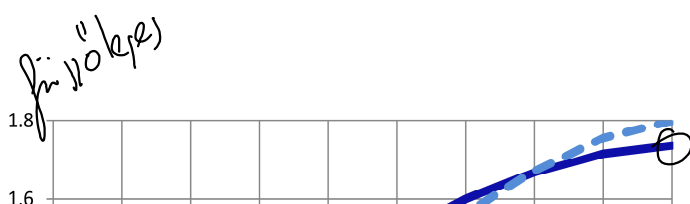
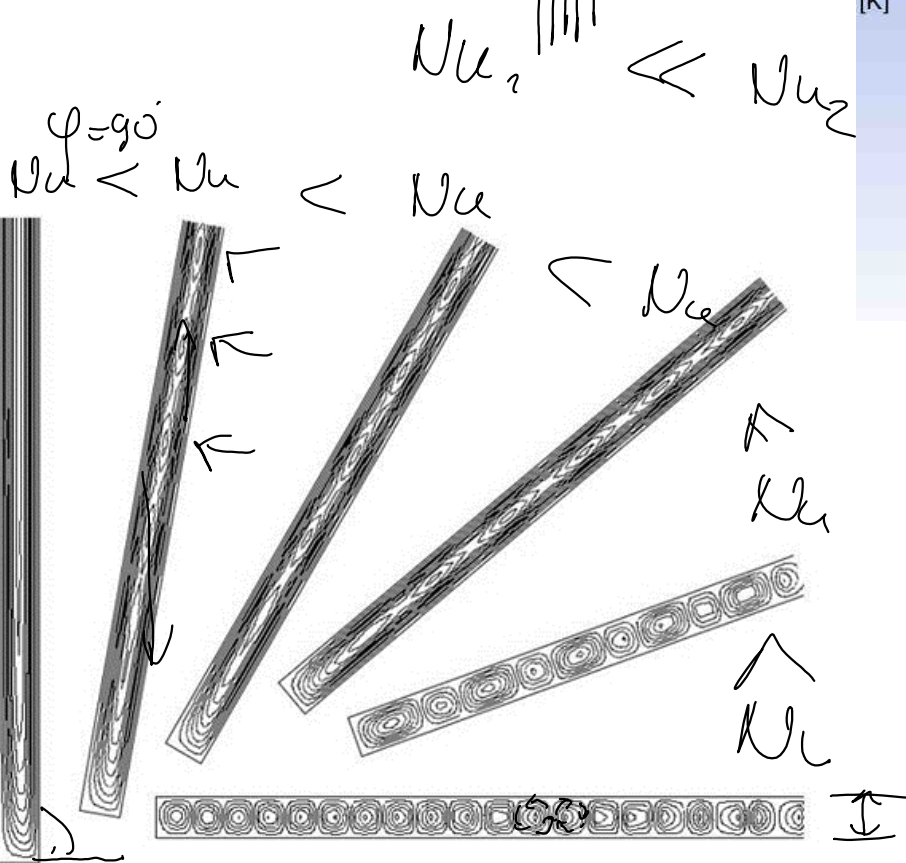
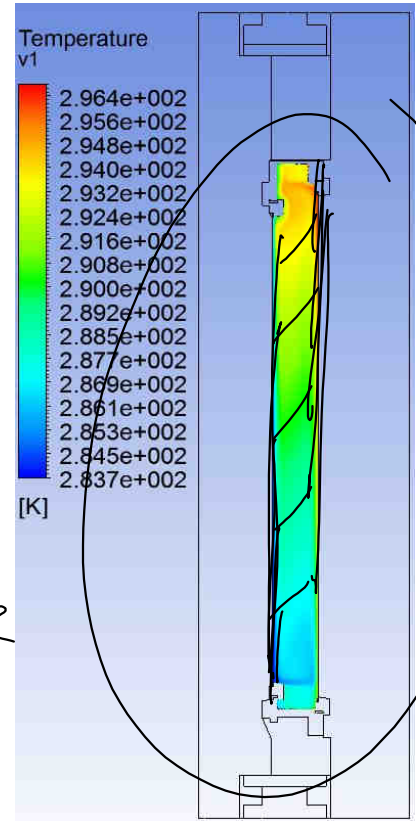
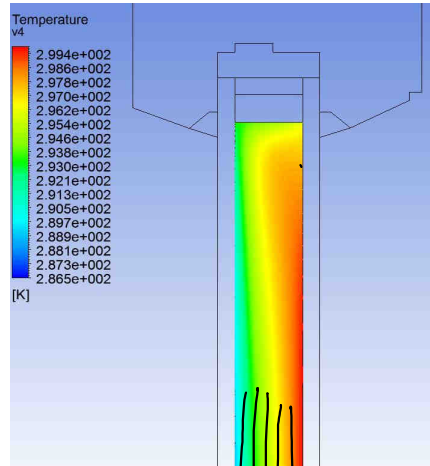
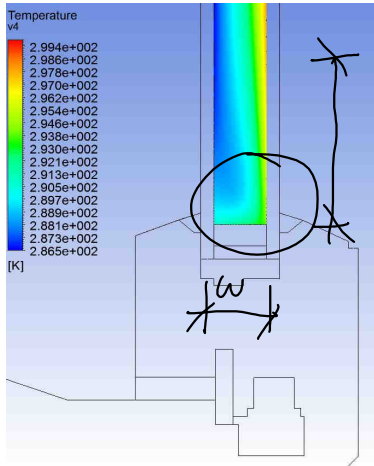
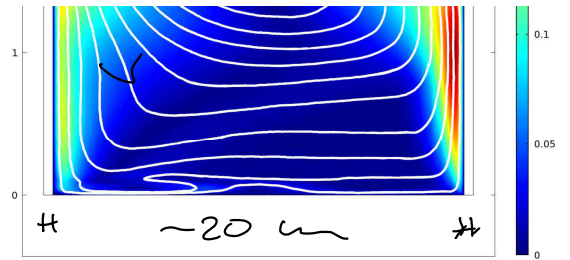
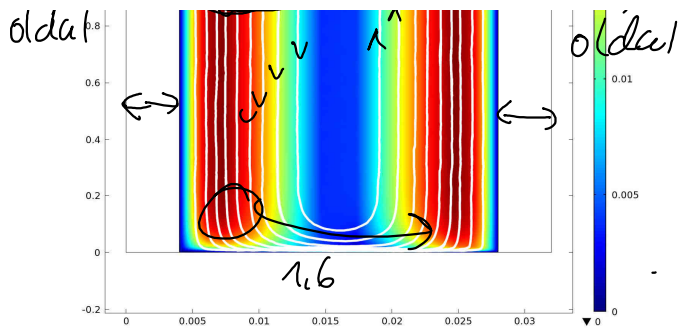
$$h_{cor} = Nu \cdot \frac{\lambda}{w}$$

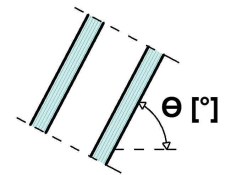
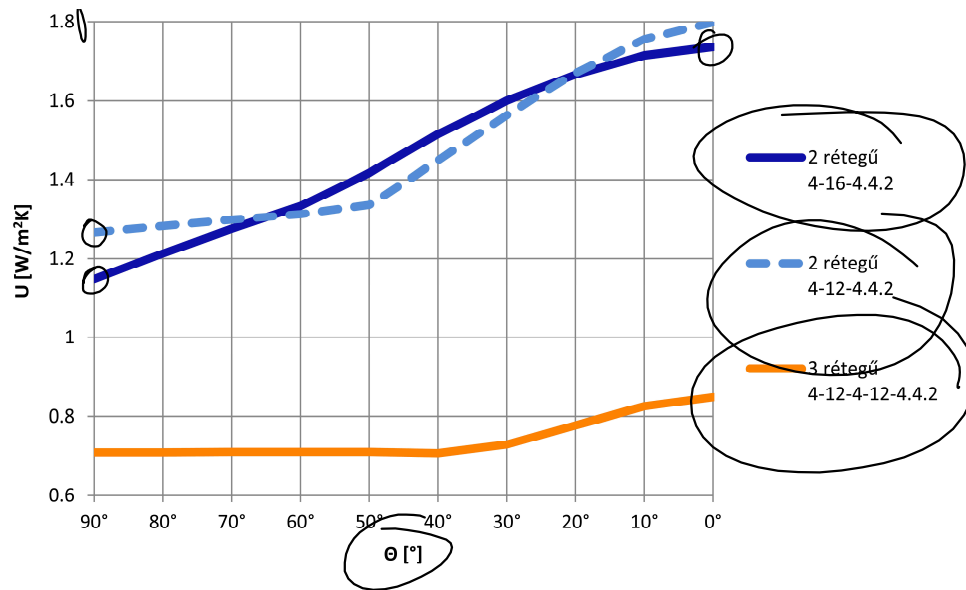
$\uparrow$ $\uparrow$
 all all

01 - illusztráció

2016. október 20.
18:38



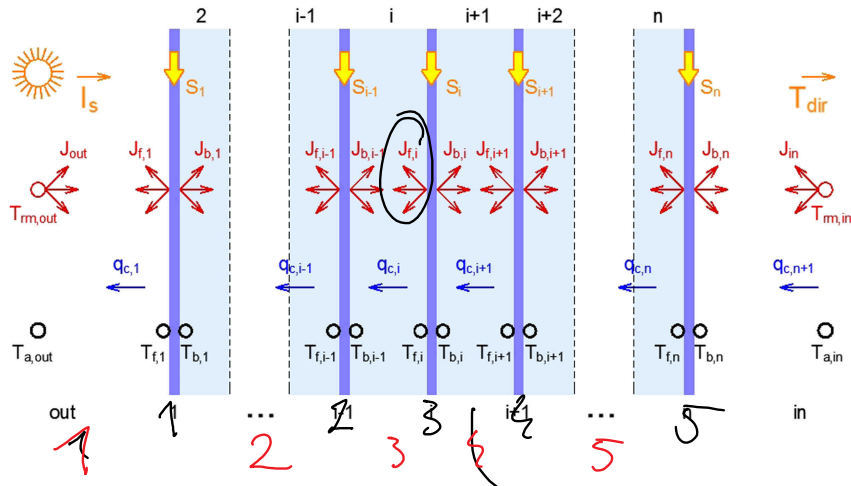




$$Nu = f(Ra, Ar, \gamma)$$

02 - mérlegegyenletek

2016. október 27.
16:33



q_i - az i -edik lépésen át haladó hőáram

$$q_i = h_{ci} [T_{fi} - T_{bi-1}] + J_{fi} - J_{bi-1}$$

$$q_{i+1} = h_{ci+1} [T_{fi+1} - T_{bi}] + J_{fi+1} - J_{bi}$$

① i -edik réteg f oldalának hőmérséklete

$$q_i = S_i + q_{i+1}$$

$$h_{ci} [T_{fi} - T_{bi-1}] + J_{fi} - J_{bi-1} = S_i + h_{ci+1} [T_{fi+1} - T_{bi}] + J_{fi+1} - J_{bi}$$

② i -edik réteg f oldalának kisug. energia

$$J_{fi} = \epsilon_i \cdot \sigma \cdot T_{fi}^4 + \zeta_i J_{fi+1} - \rho_{fi} J_{bi-1}$$

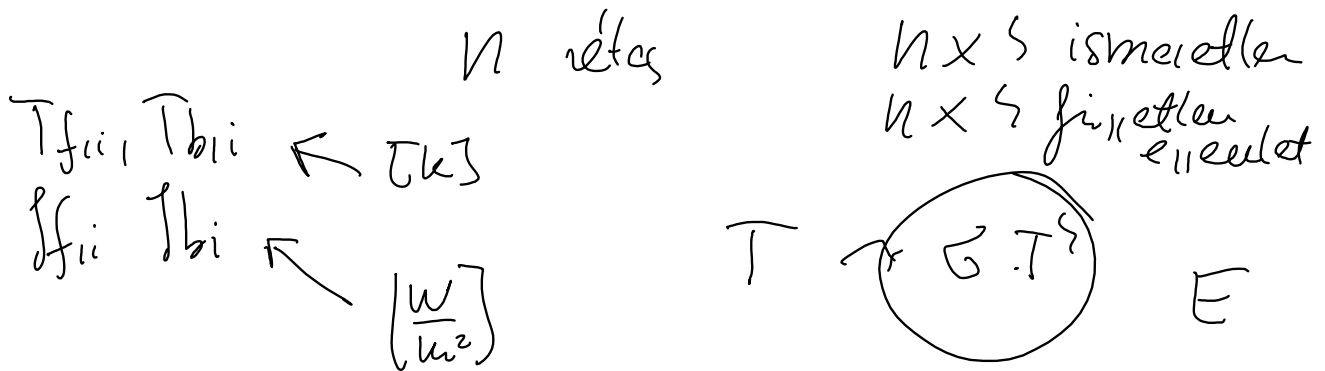
③ i -edik réteg b oldalának kisug. energiája

$$J_{bi} = \epsilon_b \cdot \sigma \cdot T_{bi}^4 + \zeta_i J_{bi-1} - \rho_{bi} J_{fi+1}$$

④ hőmérséklet dőlés az i -edik rétegben

④ hőmérséklet eloszlás az i -edik rétegben

$$T_{b,i} - T_{f,i} = \frac{q_i}{2\lambda_{q,i}} [2 \cdot q_{i+1} + S_i]$$

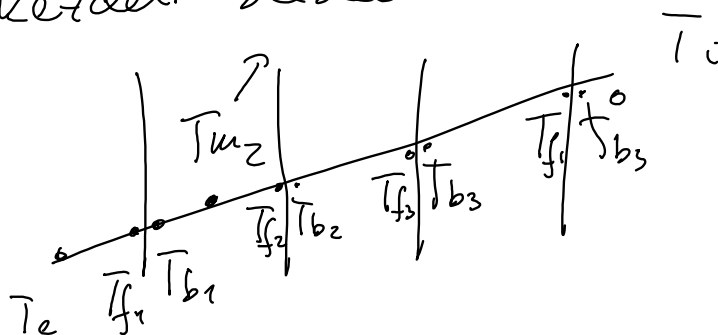


- geometria ✓ ... φ
- anyagtulajdonságok
 - üveg, $\lambda, \varepsilon \rightarrow \rho = 1 - \varepsilon - \kappa$
 - gáz $\rightarrow \lambda(T), \rho(T), c_p(T), \mu(T)$

- peremfeltételek: $T_i, T_e, T_{imr}, T_{emr}, I_s, A_0$
 $\uparrow$
 szórás

• számítás

① kezdeti becslés



→ konvektív hőátad. tényező

② optikai szállítás → S_1, S_2, S_3, S_4

③ nem lineáris ellenet jelölés

→ ④ új jobb becslés a hőmérsékletre

↳ újraszámítás minden T függő tényezőt
 $\lambda, \rho, \mu \dots R_a \dots N_a \dots h_{conv}$

↳ ellenet megoldom → még jobb becslés

↳

végredmény $T(x)$ hőmérséklet az üvegben

$$U_g = q_i / \Delta T = \frac{1}{\underbrace{(R_{sc} + \sum R_{gl} + \sum R_{cavt} R_{si})}_{\substack{\uparrow \\ \text{h}_{conv} + \text{h}_{rad}}}} \quad \underbrace{\frac{t_{gl}}{\lambda_{gl}}}_{\substack{\uparrow \\ \text{h}_{conv} + \text{h}_{rad}}}$$

$$U_g = f(T, \varphi)$$

„átszállagos hővezetés”

ny - j - i - j

másodlagos kölcsön

$$g = T_{tot}.$$

$$+ \frac{q_i(I_{sol}) - q_i(I_{sol}=\emptyset)}{I_{sol}}$$

$$= [-]$$