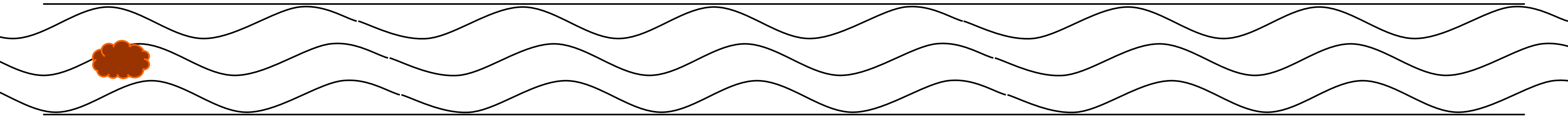
Sdílení hmoty
v jedné fázi



Sdílení hmoty
v jedné fázi

$$\dot{n} = \dot{n}_{konvekce} + \dot{n}_{difúze}$$

$$\frac{\dot{n}}{S} \rightarrow \qquad j_{iz} = x_i\, c_T \upsilon_z - D_{ik} \frac{\partial c_i}{\partial z}$$

intentita toku
(tok jednotkovou plochou)

složky ***i*** ve směru *z*

Sdílení hmoty
v jedné fázi

$$j_{iz} = x_i\, c_T \upsilon_z - D_{ik} \frac{\partial c_i}{\partial z}$$

Sdílení hmoty
v jedné fázi

$$\left[\frac{mol_i}{m^2 s}\right] \qquad j_{iz} = x_i\, j_{Tz} + J^{r}_{iz} = \overset{c_i}{x_i c_T}\, \upsilon_z - D_{ik}\frac{\partial c_i}{\partial z}$$

$$\left[\frac{mol_i}{mol_T}\right] \quad \left[\frac{mol_T}{m^2 s}\right] \qquad \left[\frac{mol_i}{mol_T}\right] \quad \left[\frac{mol_T}{m^3}\right] \quad \left[\frac{m}{s}\right]$$

Sdílení hmoty
v jedné fázi

$$j_{iz} = x_i\, j_{Tz} + J_{iz}^{r} = c_i \upsilon_z - D_{ik}\frac{\partial c_i}{\partial z}$$

$$\left(c_i = \frac{n_i}{V} = \frac{m\, w_i / M_i}{V} = \rho\, w_i / M_i \right) \qquad \cdot M_i$$

$$\frac{\partial c_i}{\partial z} \quad || \quad c_T D_{ik} \frac{\partial x_i}{\partial z} \qquad \left[\frac{mol_i}{m^2 s}\right]$$

kdy lze c_T považovat za konstantní?

$$\mathrm{j}_{iz} = w_i\, \mathrm{j}_{Tz} + \mathrm{J}_{iz}^{\mathrm{r}} = w_i \rho \upsilon_z - \rho D_{ik}\frac{\partial w_i}{\partial z} \qquad \left[\frac{kg_i}{m^2 s}\right]$$

hmotnostní koncentrace $\qquad \rho \cdot w_i = \rho_i \qquad \left[\frac{kg_i}{m^3_T}\right]$

hmotnost složky na objem celku

kdy lze ρ považovat za konstantní? viz dále...

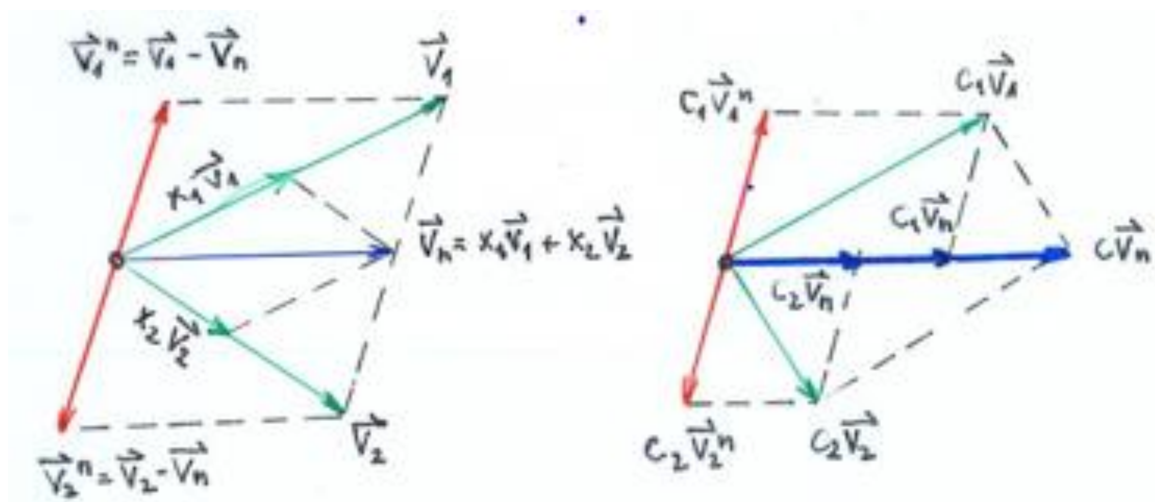
Intenzita toku složky

celkový $\quad \vec{j_i} = c_i\, \vec{v_i} = c_T\, x_i\, \vec{v_i} \qquad \vec{j_i} = \vec{J_i^r} + x_i\, \vec{j}_T$

konvektivní $\quad x_i\, \vec{j}_T = c_i \vec{v}_r$ střední rychlost toku směsi (obvykle v_n nebo v_m, tj. molárně či hmotnostně středovaná)

obvykle referenční

difúzní $\quad \vec{J_i^r} = c_i\, \vec{v_i^r}$ vztažená k referenční rychlosti



referenční rychlost (střední rychlost směsi)

$$\vec{v_r} = \sum b_i \, \vec{v_i}$$

rychlost odpovídá intenzitě objemového toku [m³/m²/s = m/s]

objemově střední

$$\vec{v_r} = \sum c_i \, \overline{V_{Ni}} \vec{v_i} = \sum c_i \, \overline{V_{Mi}} \vec{v_i}$$

$$\frac{mol_i}{m_T^3} \quad \frac{m_i^3}{mol_i} \qquad \frac{kg_i}{m_T^3} \quad \frac{m_i^3}{kg_i}$$

s čím lze intenzitu objemového toku směsi zhruba ztotožnit?

molárně střední

$$\vec{v_r} = \sum x_i \vec{v_i}$$

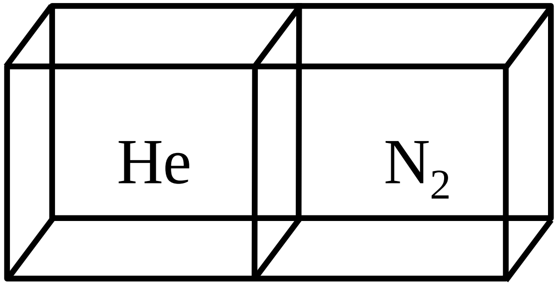
(plyny)

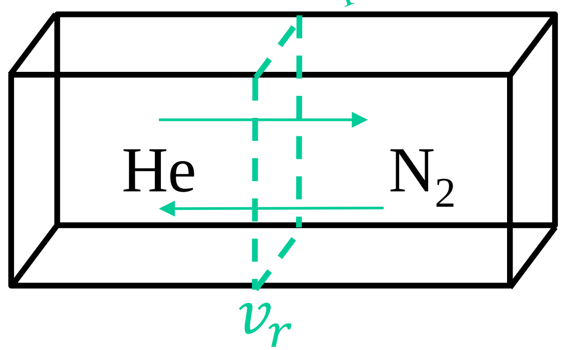
hmotnostně střední

$$\vec{v_r} = \sum w_i \vec{v_i}$$

(kapaliny)

$\tau = 0$



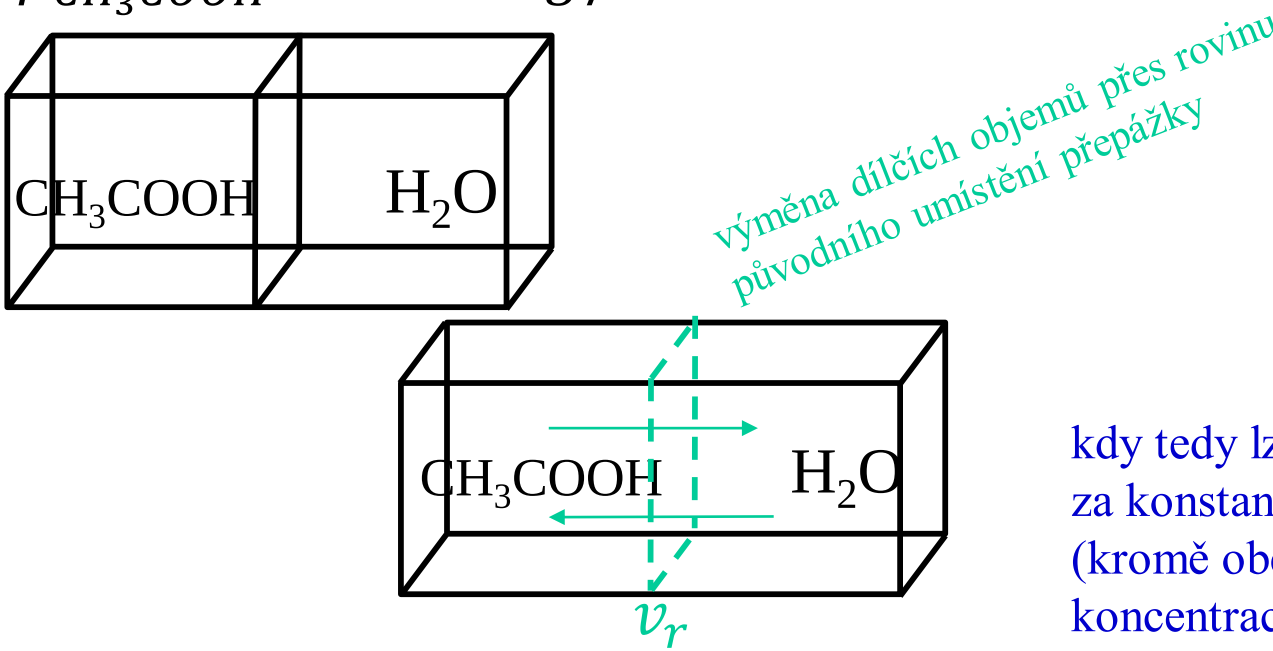


molárně střední $\quad v_r = v_n = x_{N_2} v_{N_2} + x_{He} v_{He} \cong 0$

hmotnostně střední $\quad v_r = v_m = \underbrace{w_{N_2}}_{\frac{28}{28+4}} v_{N_2} + \underbrace{w_{He}}_{\frac{4}{28+4}} v_{He} \neq 0$

$$\rho_{CH_3COOH} = 1050\ kg/m^3$$

$\tau = 0$



kdy tedy lze považovat za konstantní c_T a kdy ρ ?
(kromě obecného případu nízké koncentrace difundující složky)

hmotnostně střední $\quad v_r = v_m = w_{CH_3COOH} v_{CH_3COOH} + w_{H_2O} v_{H_2O} \cong 0$

molárně střední $\quad v_r = v_n = \underbrace{x_{CH_3COOH}}_{\frac{1/60}{1/60+1/18}} v_{CH_3COOH} + \underbrace{x_{H_2O}}_{\frac{1/18}{1/60+1/18}} v_{H_2O} \neq 0$

Molekulární difúze

$$\frac{d\mu_i}{dz} = -f_{ik}c_k(v_i - v_k)$$

ztráta chemického potenciálu složky i jejím pohybem mezi molekulami k

$\boxed{\text{Fickův zákon}}$

Stefan – Maxwellova rovnice

$$\vec{J_i^r} = -D_{ik}\frac{dc_i}{dz} = -c_T D_{ik}\frac{dx_i}{dz}$$

$$D_{ik} = \underbrace{\frac{RT}{c_T f_{ik}}}_{Đ}\underbrace{\left(1 + \frac{\partial ln\gamma_i}{\partial lnx_i}\right)}_{\alpha_{cT}}$$

neidealita směsi zahrnuta v difúzním koeficientu

α_{cT} termodynamický korekční faktor

$$\frac{1}{RT}\frac{d\mu_i}{dz} = \frac{\partial lna_i}{\partial c_i}\frac{dc_i}{dz} = \frac{1}{\gamma_i x_i}\frac{\partial(\gamma_i x_i)}{\partial(c_T x_i)}\frac{dc_i}{dz} = \frac{1}{c_T x_i}\left(1 + \frac{x_i \partial\gamma_i}{\gamma_i \partial x_i}\right)\frac{dc_i}{dz} = \frac{1}{c_i}\left(1 + \frac{\partial ln\gamma_i}{\partial lnx_i}\right)\frac{dc_i}{dz}$$

$$\frac{1}{\gamma_i x_i}\frac{\partial(\gamma_i x_i)}{\partial(c_T x_i)}\frac{dc_i}{dz} = \frac{1}{\gamma_i x_i c_T}\frac{\partial(\gamma_i x_i)}{\partial x_i}\frac{dc_i}{dz} = \frac{1}{\gamma_i x_i c_T}\left(x_i\frac{\partial\gamma_i}{\partial x_i} + \gamma_i\underbrace{\frac{\partial x_i}{\partial x_i}}_{=1}\right)\frac{dc_i}{dz} =$$

Fickův zákon

$$\overrightarrow{J_i^V} = -D_{ik} \nabla c_i$$

$$\left[\frac{mol_i}{m^2 s}\right] \leftrightarrow \left[\frac{kg_i}{m^2 s}\right] \quad [?] \quad \left[\frac{1}{m}\right]\left[\frac{mol_i}{m^3}\right] \leftrightarrow \left[\frac{kg_i}{m^3}\right]$$

ideální plyn: $\overrightarrow{J_i^V} = \overrightarrow{J_i^N}$

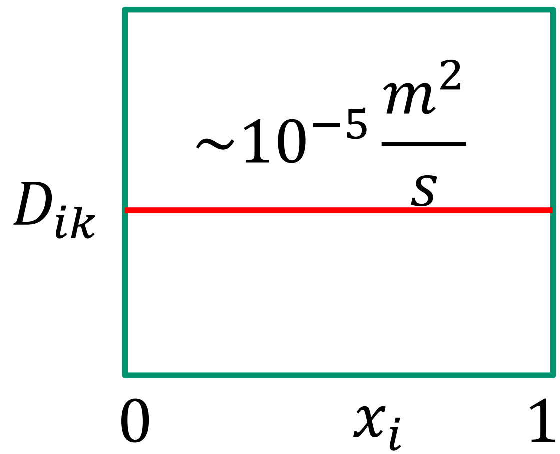
$$c_i + c_k = c_T = konst$$

$$\overline{V_{Ni}} = \overline{V_{Nk}}$$

$$\nabla c_i + \nabla c_k = 0$$

$$D_{ik} \nabla c_i + D_{ki} \nabla c_k = 0$$

$$D_{ik} = D_{ki}$$

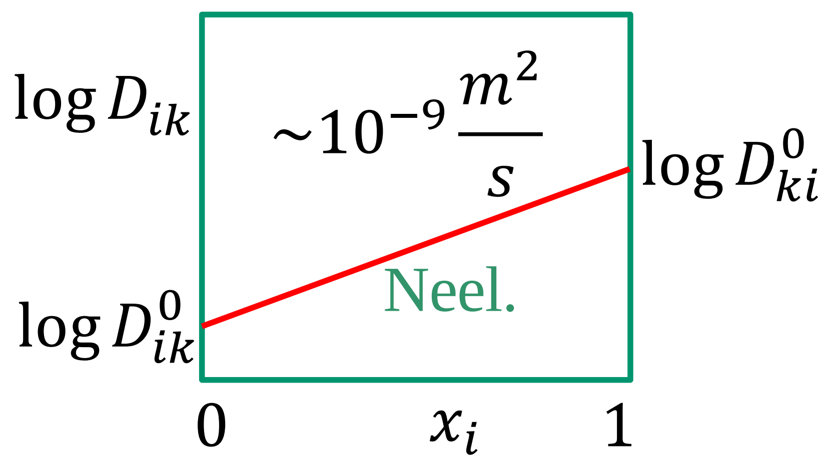


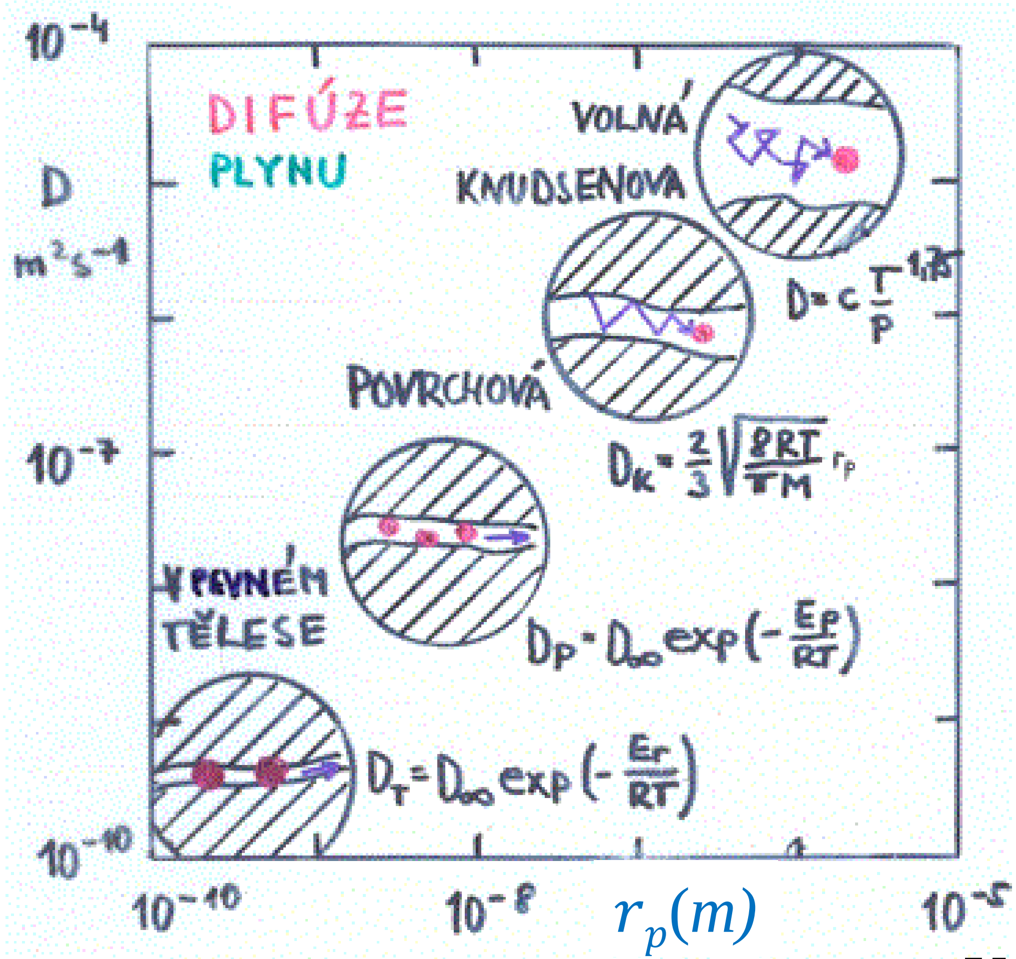
nestlačitelná kapalina: $\overrightarrow{J_i^V} = \overrightarrow{J_i^M}$

$$D_{ik} = Đ_{ik}\, \alpha_{cT}$$

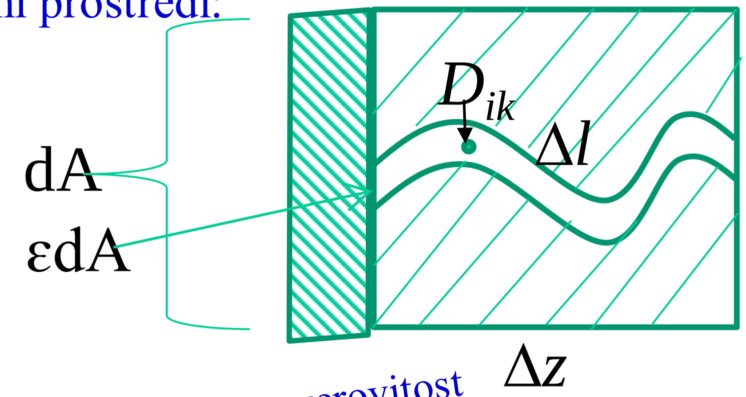
$$Đ_{ik} = (D_{ik}^0)^{x_k} (D_{ki}^0)^{x_i}$$

Vignesova rovnice





pórézní prostředí:



$$D_{ik}^{eff} = \frac{D_{ik}\varepsilon}{\theta}$$ mezerovitost

$$\theta = \frac{\Delta l}{\Delta z}$$ tortuosita

$$J_{iz} = \frac{d\dot{n}_i}{\varepsilon dA}$$

$$J_{iz}^{s} = \frac{d\dot{n}_i}{dA} \qquad J_{iz}^{s} = -D_{ik}^{eff}\frac{\partial c_i}{\partial z}$$

efektivní dif. koef. korigovaný na tortuositu a mezerovitost

Knudsen (G):