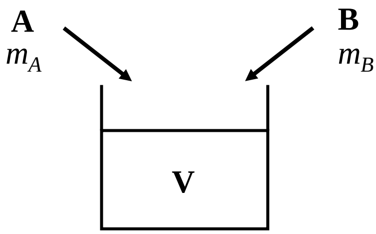
流れと反応

反応速度・時間と混合速度・時間



$$\mathrm{A} + \mathrm{B} \xrightarrow{k} \mathrm{D}$$

R_r：反応速度

$$\frac{dC_D}{dt} = R_r = kC_A C_B \,?$$

R_f：混合速度

$$R_f >> R_r \to \frac{dC_D}{dt} = R_r$$

$$R_r >> R_f \to \frac{dC_D}{dt} = R_f$$

$$\frac{R_r}{R_f} = \frac{t_f}{t_r} = D_a$$ ：第一ダムケラー数

乱流

$$C_A = \overline{C_A} + C'_A$$

$$C_B = \overline{C_B} + C'_B$$

一次反応

$$R_A = kC_A = k(\overline{C_A} + C'_A)$$

$$\overline{R_A} = k(\overline{C_A + C'_A}) = k\overline{C_A}$$

二次反応

$$R_A = kC_AC_B = k(\overline{C_A} + C'_A)(\overline{C_B} + C'_B)$$

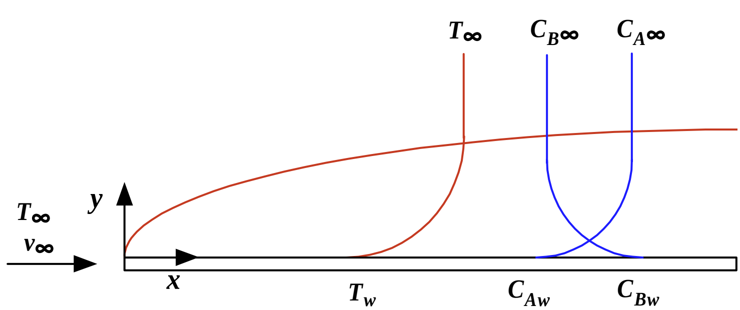
$$\overline{R_A} = k\overline{(\overline{C_A} + C'_A)(\overline{C_B} + C'_B)}$$

$$= k(\overline{\overline{C_A}\,\overline{C_B} + \overline{C_A}C'_B + C'_A\overline{C_B} + C'_AC'_B})$$

$$= k(\overline{C_A}\,\overline{C_B} + \overline{C_A}\,\overline{C'_B} + \overline{C'_A}\,\overline{C_B} + \overline{C'_AC'_B})$$

$$= k(\overline{C_A}\,\overline{C_B} + \overline{C'_AC'_B})$$

平板上境界層における反応



- 平板に達したAはすべて瞬時に反応
- 反応: $\mathrm{A} \rightarrow \mathrm{B}$
- 吸熱反応: $T_\infty > T_w$

$$R_A = kC_A = C_A A \exp\left(-\frac{E_A}{RT_w}\right)$$

$$R_A = D\left.\frac{dC_A}{dy}\right|_{y=0}$$

↓ 平板に達したAは瞬時に反応

$$C_{Aw} A \exp\left(-\frac{E_A}{RT_w}\right) = D\left.\frac{dC_A}{dy}\right|_{y=0} \qquad (1)$$

平板表面における温度と濃度の関係についての制約

$$\phi = \frac{C_A - C_{Aw}}{C_{A\infty} - C_{Aw}} \qquad \theta = \frac{T - T_w}{T_\infty - T_w}$$

物質移動について $2\phi'' + \mathrm{Sc} f\phi' = 0$ $\quad \eta = 0 \rightarrow \phi = 0$, $\eta = \infty \rightarrow \phi = 1$

熱移動について $2\theta'' + \Pr f\theta' = 0$ $\quad \eta = 0 \rightarrow \theta = 0$, $\eta = \infty \rightarrow \theta = 1$

上の式を説くとϕとθの分布が求まる

↓

実際の分布はT_w, C_{Aw}などがわからないと決定できない

T_wを仮定

↓

$$C_{Aw} A \exp\left(-\frac{E_A}{RT_w}\right) = D \left.\frac{dC_A}{dy}\right|_{y=0} \qquad (1)$$

によってC_{Aw}が求まる

(1)で

$$\frac{dC_A}{dy} = \frac{d(C_A - C_{Aw})}{dy} = (C_{A\infty} - C_{Aw})\frac{d\phi}{d\eta}\frac{d\eta}{dy}$$

$$\Big\downarrow \quad \frac{d\eta}{dy} = \sqrt{\frac{v_\infty}{\nu x}}$$

$$\frac{dC_A}{dy} = \frac{d(C_A - C_{Aw})}{dy} = (C_{A\infty} - C_{Aw})\sqrt{\frac{v_\infty}{\nu x}}\frac{d\phi}{dy}$$

$$C_{Aw} A \exp\left(-\frac{E_A}{RT_w}\right) = D \left.\frac{dC_A}{dy}\right|_{y=0}$$

$$= D(C_{A\infty} - C_{Aw})\sqrt{\frac{v_\infty}{\nu x}}\left.\frac{d\phi}{d\eta}\right|_{\eta=0}$$

$$C_{Aw} = \frac{DC_{A\infty}\sqrt{\frac{v_\infty}{\nu x}}\left.\frac{d\phi}{d\eta}\right|_{\eta=0}}{A\exp\left(-\frac{E_A}{RT_w}\right) + D\sqrt{\frac{v_\infty}{\nu x}}\left.\frac{d\phi}{d\eta}\right|_{\eta=0}} \qquad (2)$$

速度場 $2f''' + ff'' = 0$

↓

濃度場 $2\phi'' + \mathrm{Sc} f\phi' = 0$

温度場 $2\theta'' + \mathrm{Pr}\ f\theta' = 0$

↓

T_w**を仮定**

$$C_{Aw} = \frac{DC_{A\infty}\sqrt{\dfrac{v_\infty}{\nu x}}\left.\dfrac{d\phi}{d\eta}\right|_{\eta=0}}{A\exp\left(-\dfrac{E_A}{RT_w}\right) + D\sqrt{\dfrac{v_\infty}{\nu x}}\left.\dfrac{d\phi}{d\eta}\right|_{\eta=0}} \qquad (2)$$

によりC_{Aw}**がわかり，温度濃度分布が決定**