マヒモ(mahemo)
- mass 質量
- heat 熱
- momentum 運動量

$$流束 = \frac{ある物理量}{(面積)\times(時間)}$$

flux（フラックス）

$= 濃度 \times 速度$

- 質量流束 $\left[\frac{kg}{m^2 s}\right]$
- 熱流束 $\left[\frac{J}{m^2 s}\right]$
- 運動量流束 $\left[\frac{kg\frac{m}{s}}{m^2 s}\right] = \left[\frac{kg\frac{m}{s^2}}{m^2}\right] = \left[\frac{N}{m^2}\right]$ 圧力

ジワジワ　　ドヤドヤ

全質量流束＝（質量の拡散流束）＋（質量の対流流束）

$$N_{Az} = J_{Az} + C_A v_z$$

A成分の流束、C_Aは濃度、vは速度

$$N_{Az} = -D_A \frac{\partial C_A}{\partial z} + C_A v_z$$

D_A:拡散係数

出典 「社会人のための化学工学入門」（著者：斎藤恭一　発行所：朝倉書店）

全熱流束＝（熱の拡散流束）＋（熱の対流流束）

$$H_z = q_z + (\text{熱濃度})v_z$$

$$\left[\frac{J}{m^3}\right]$$

$$\rho C_p T$$

$$H_z = q_z + \rho C_p T v_z$$

$$[°C] \times \left[\frac{J}{kg°C}\right] = \left[\frac{J}{kg}\right]$$

$$T \times C_p$$

定圧比熱

$$\left[\frac{J}{kg}\right] \times \left[\frac{kg}{m^3}\right] = \left[\frac{J}{m^3}\right]$$

$$T \times C_p \times \rho \qquad \rho C_p T$$

密度

3次元では $\boldsymbol{q} = \left(-k\frac{\partial T}{\partial x}, -k\frac{\partial T}{\partial y}, -k\frac{\partial T}{\partial z}\right)$

$$\boldsymbol{q} = -k\boldsymbol{\nabla}T = -k\ \boldsymbol{grad}\ T$$

全運動量束＝（運動量の拡散流束）＋（運動量の対流流束）

$$M_{xz} = \boxed{\tau_{xz}} + \boxed{(\text{運動量濃度})v_z}$$

$$\left[\frac{kgm/s}{m^3}\right] \longrightarrow \left[\frac{kgm/s}{m^3}\right] = \left[\frac{m}{s}\right] \times \left[\frac{kg}{m^3}\right]$$

x成分速度v_x　密度ρ

$$\boldsymbol{v} = (v_x, v_y, v_z)$$

ρv_xの流束は　$\rho v_x \boldsymbol{v} = (\rho v_x v_x, \rho v_x v_y, \rho v_x v_z)$

ρv_yの流束は　$\rho v_y \boldsymbol{v} = (\rho v_y v_x, \rho v_y v_y, \rho v_y v_z)$

ρv_zの流束は　$\rho v_z \boldsymbol{v} = (\rho v_z v_x, \rho v_z v_y, \rho v_z v_z)$

$$\rho \boldsymbol{v}\boldsymbol{v} = \begin{pmatrix} \rho v_x v_x & \rho v_x v_y & \rho v_x v_z \\ \rho v_y v_x & \rho v_y v_y & \rho v_y v_z \\ \rho v_z v_x & \rho v_z v_y & \rho v_z v_z \end{pmatrix} \qquad \tau = \begin{pmatrix} \tau_{xx} & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \tau_{yy} & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \tau_{zz} \end{pmatrix}$$

$$\boldsymbol{M} = \boldsymbol{\tau} + \rho \boldsymbol{v}\boldsymbol{v}$$

フィックの法則	$J_{Az} = -D_A \dfrac{\partial C_A}{\partial z}$	拡散流束＝ −(拡散係数D_A)×(濃度勾配) $\dfrac{\left[\frac{kg}{m^3 s}\right]}{\left[\frac{kg}{m^3}\frac{1}{m}\right]} = \left[\dfrac{m^2}{s}\right]$
フーリエの法則	$q_z = -k \dfrac{\partial T}{\partial z}$	拡散流束＝ −(熱伝導度k)×(温度勾配) $\dfrac{\left[\frac{J}{m^2 s}\right]}{\left[℃\frac{1}{m}\right]} = \left[\dfrac{J}{ms℃}\right]$
ニュートンの法則	$\tau_{xz} = -\mu \dfrac{\partial v_x}{\partial z}$	拡散流束＝ −(粘度 μ)×(速度勾配) $\dfrac{\left[\frac{kgm}{s}\frac{1}{m^2 s}\right]}{\left[\frac{m}{s}\frac{1}{m}\right]} = \left[\dfrac{kg}{ms}\right] = [P_a s]$

拡散係数D_A

希薄ショ糖水溶液	0.52×10^{-9}	m²/s(25℃)
Nacl	1.6×10^{-9}	m²/s(25℃)
空気中の水素	6.3×10^{-5}	m²/s(20℃)
水	2.4×10^{-5}	m²/s(20℃)

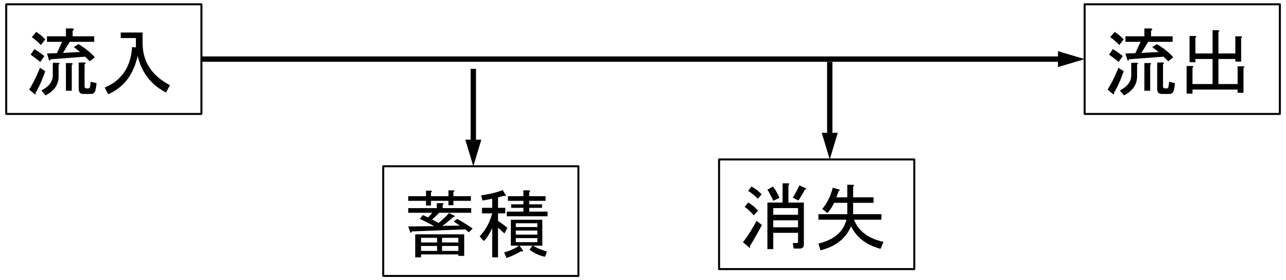
熱伝導度k

松	0.11 J/ms ℃
アルミニウム	200
銀	420
水	0.59
空気	0.026

粘度μ

水	1.52mPas	（5 ℃）
	1.00	（20 ℃）
	0.72	（35 ℃）
大気	0.018	（20 ℃

物質収支



入金 − 貯金 − 紛失 = 出費

定常状態　時間が経過しても変わらない

$$\frac{\partial C_A}{\partial t} = 0 \qquad \frac{\partial V}{\partial t} = 0 \qquad \frac{\partial T}{\partial t} = 0$$

非定常状態　時間と共に変化する