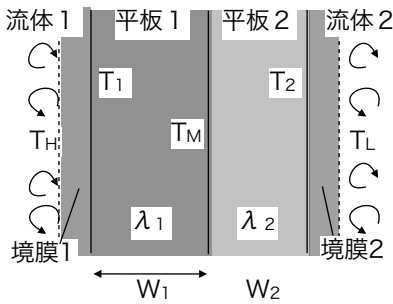


総括モデルと律速段階

伝熱の総括モデル (定常モデル)



熱移動の律速段階

1. 境膜1内の熱伝達
2. 平板1内の熱伝導
3. 平板2内の熱伝導
4. 境膜2内の熱伝達

速度式

$$q_{b1} = h_1(T_H - T_1) \quad h_1: \text{境膜1の熱伝達係数} \quad \frac{J}{K \cdot m^2 \cdot s}$$

$$q_{p1} = \frac{\lambda_1}{W_1}(T_1 - T_M) \quad \lambda_1: \text{平板1の熱伝導度} \quad \frac{J}{K \cdot m \cdot s}$$

$$q_{p2} = \frac{\lambda_2}{W_2}(T_M - T_2) \quad \lambda_2: \text{平板2の熱伝導度} \quad \frac{J}{K \cdot m \cdot s}$$

$$q_{b2} = h_2(T_2 - T_L) \quad h_2: \text{境膜2の熱伝達係数} \quad \frac{J}{K \cdot m^2 \cdot s}$$

境膜モデルなので定常とする。

$$q_{b1} = q_{p1} = q_{p2} = q_{b2} = q$$

総括の速度式 $q = \bar{h}(T_H - T_L)$

\bar{h} : 総括の熱伝達定数

$$\frac{1}{\bar{h}} = \frac{1}{h_1} + \frac{W_1}{\lambda_1} + \frac{W_2}{\lambda_2} + \frac{1}{h_2}$$

平板1の熱移動が極端に遅い

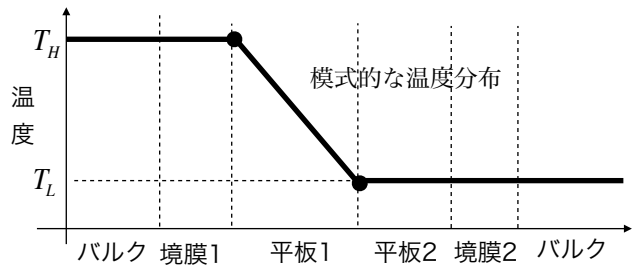
$$\lambda_1 \ll h_1, \lambda_2, h_2$$

平板1内熱伝導律速

$$\bar{h} = \frac{\lambda_1}{W_1} \quad q = \frac{\lambda_1}{W_1}(T_H - T_L)$$

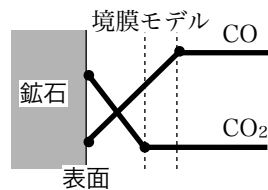
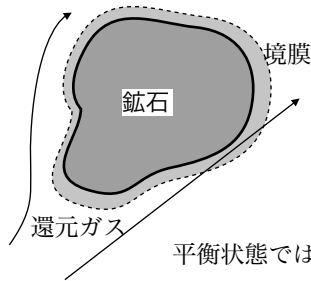
よって

$$T_1 = T_H \quad T_M = T_L$$



不均一反応の総括モデル

例えば, 鉄鉱石の還元反応 $FeO + CO = Fe + CO_2$



熱移動の律速段階

1. 境膜内のCOの移動
2. 表面での可逆反応
3. 境膜内のCO2の移動

速度式

$$N_{dCO} = k_{dCO}(C_{CO,0} - C_{CO,S}) \quad k_{dCO}: \text{COの境膜内物質移動速度定数(m/s)}$$

$$N_r = k_r C_{CO,S} - k_r' C_{CO_2,S} \quad k_r: \text{正反応の反応速度定数(m/s)}$$

$$k_r': \text{逆反応の反応速度定数(m/s)}$$

$$N_{dCO_2} = k_{dCO_2}(C_{CO_2,S} - C_{CO_2,0}) \quad k_{dCO_2}: \text{CO2の境膜内物質移動速度定数(m/s)}$$

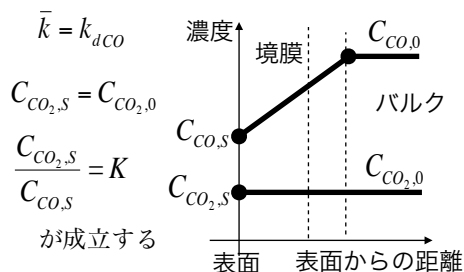
平衡状態では $k_r C_{CO,e} - k_r' C_{CO_2,e} = 0$

平衡定数Kを用いると, $k_r' = \frac{k_r}{K} \rightarrow N_r = k_r(C_{CO,S} - \frac{C_{CO_2,S}}{K})$

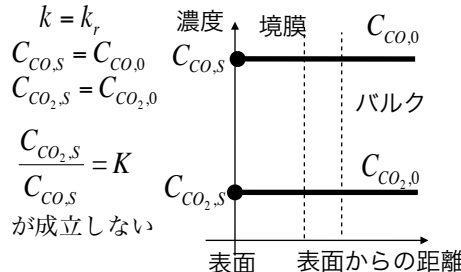
境膜モデルの総括モデルは定常! $N_{dCO} = N_r = N_{dCO_2} = N$

総括の速度式 $N = \bar{k}(C_{CO,0} - \frac{C_{CO_2,0}}{K})$ \bar{k} : 総括の反応速度定数 $\frac{1}{\bar{k}} = \frac{1}{k_{dCO}} + \frac{1}{k_r} + \frac{1}{Kk_{dCO_2}}$

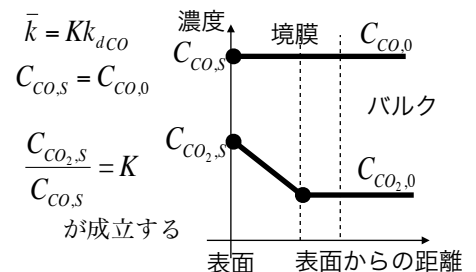
$k_{dCO} \ll k_r, k_{dCO_2}$ COガスの物質移動律速



$k_r \ll k_{dCO}, k_{dCO_2}$ 反応律速



$k_{dCO_2} \ll k_{dCO}, k_r$ COガスの物質移動律速



問題35 不均一反応が平衡反応である場合, 律速段階は大きく分けて3つ考えられる. それらを列挙して下さい.

問題36 鉄石をCO-CO₂ガス雰囲気中(全圧 1.0 x 10⁵ Pa)で還元した. COガスの移動律速であるとして, 全体の反応速度 N(mol/m²s)を算出して下さい. 設定条件は P_{CO2}/P_{CO}=0.01, 平衡定数K=0.1, 物質移動速度定数 k_{dCO}=0.003 m/s, 温度 T=1500K, 気体は理想気体と考えてよいとします. (圧力をPとすると濃度 C=P/RT, ガス定数 R=8.31J/K mol)

問題37 右に示す反応が固体表面で進行している. A(気体) + S(固体内) = B(気体)

気相側に境膜を設定して, 気体Bの物質移動律速の場合の気相側の濃度分布を模式的に示して下さい.

ただし, K=C_{B,e}/C_{A,e}>1 (適当に1.5ぐらいと考える), バルクでの濃度の比 C_{B,0}/C_{A,0}<1 とします.

k_{dA} : 気体Aの境膜A内物質移動速度定数 k_r, k_r' : 正反応および逆反応の反応速度定数
 k_{dB} : 気体Bの境膜B内物質移動速度定数

k_d や h は一般に理論的な導出が困難で実験により求められることが多い. → 3年前期 実験3で求める実験式の例 $\delta = 0.0121 \omega^{-0.52}$