

化学工学Ⅱ

以下の5問題全てについて解答せよ。なお、各問題ごとに別々の解答用紙を用い、問題番号を明記すること。

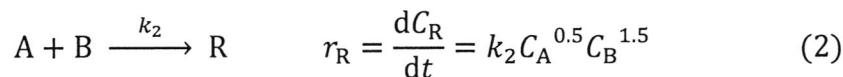
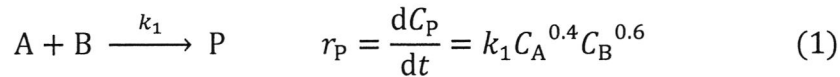
問題1

水平に配置された2枚の滑らかな無限平行平板に挟まれた、粘度 μ の非圧縮性ニュートン流体の強制対流について考える。平板間の距離 h が十分に小さく、流れが十分に発達したとき、流れは二次元粘性流れとなり、速度分布は放物線状となる。なお系は等温に保たれている。

- (a) 両平板が静止しているときの流れ方向 x の速度分布 $u(y)$ を下面からの距離 y 、平板間距離 h 、流れの最大速度 u_{\max} を用いて表せ。
- (b) 上記(a)において流体中の微小区間内の力のつり合いを考える。
- (b-1) 流れ方向の圧力勾配 dp/dx をせん断応力 τ を用いて表せ。
- (b-2) $u(y)$ を dp/dx を用いて表せ。
- (b-3) u_{\max} を dp/dx を用いて表せ。
- (c) 次に下板を固定したまま、上板を流れと同方向に、流れが定常に達するまで速度 $U (< u_{\max})$ で動かし続けた。
- (c-1) $u(y)$ を dp/dx を用いて表せ。
- (c-2) 流速が最大となる y を求めよ。
- (c-3) 流量 Q を求めよ。

問題2

ある液相並列反応における目的生成物 P と副生成物 R の生成速度は、それぞれ、式 (1) と (2) で表される。なお、 C_i ($i=A, B, P, R$) は各成分の濃度であり、 k_1, k_2 は反応速度定数である。



反応器に供給される原料は成分 A、B を等モル含んでおり、生成物 P、R を含まない。なお、反応器は一定温度に保たれている。また、反応による体積変化は無視する。

成分 A の微小反応量のうち、目的成分 P に転化した A の割合は微分選択率 S_d と定義され、式 (3) で与えられる。

$$S_d = \frac{dC_P}{-dC_A} = \frac{r_P}{r_P + r_R} \quad (3)$$

反応器入口、出口における成分 A の濃度をそれぞれ C_{A0} 、 C_{Af} とする。反応器出口において、成分 A の全反応量のうち目的成分 P に転化した A の割合は総括選択率 (S_0) と定義される。また、供給された成分 A の全量のうち目的成分 P に転化した割合は収率 (Y) と定義される。

- (a) 流通管型反応器および流通槽型反応器により操作を行った。それぞれの場合の総括選択率 (S_0) を、 k_1, k_2, C_{A0}, C_{Af} を用いて示せ。
- (b) 成分 A の濃度と S_d の関係を図示し、この図を用いて流通管型反応器および流通槽型反応器における目的成分 P の収率 (Y) を算出する方法の概略を説明せよ。なお、図中には、 C_{A0}, C_{Af} および反応器出口における微分選択率 S_{df} を書き入れること。
- (c) 反応器入口における成分 A の濃度 $C_{A0} = 1.0 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-3}$ 、反応速度定数 $k_1 = 1.0 \text{ h}^{-1}$ 、 $k_2 = 1.0 \text{ m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ で運転する。なお、反応器出口での成分 A の転化率は 50% である。
- (c-1) 流通管型反応器あるいは流通槽型反応器のいずれで操作した場合に収率が高くなるか、理由を付して答えよ。
- (c-2) 問 (c-1) で選んだ反応器の容積を求めよ。ただし、反応器入口における供給液流量は $1.0 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ である。