

化学工学

【問1】以下の文を読み、設問1)～4)に答えよ。

反応物 A と反応物 B が反応して目的生成物 C と副生成物 D が生成する式(1)の気相均相反応を考える。



図1のプロセスフローに示すように、反応器からは生成物 C, D のほかに未反応の A, B も流出する(図中のストリーム①)。このうち目的生成物 C は分離器1において分離され(②)、残りの A, B, D が分離器2に送られる(③)。分離器2では副生成物 D が, A と B とともに分離され(④)、分離されなかった A, B (⑤) がリサイクル原料として, 新しい原料 A, B (⑥) とともに反応器に供給される(⑦)。

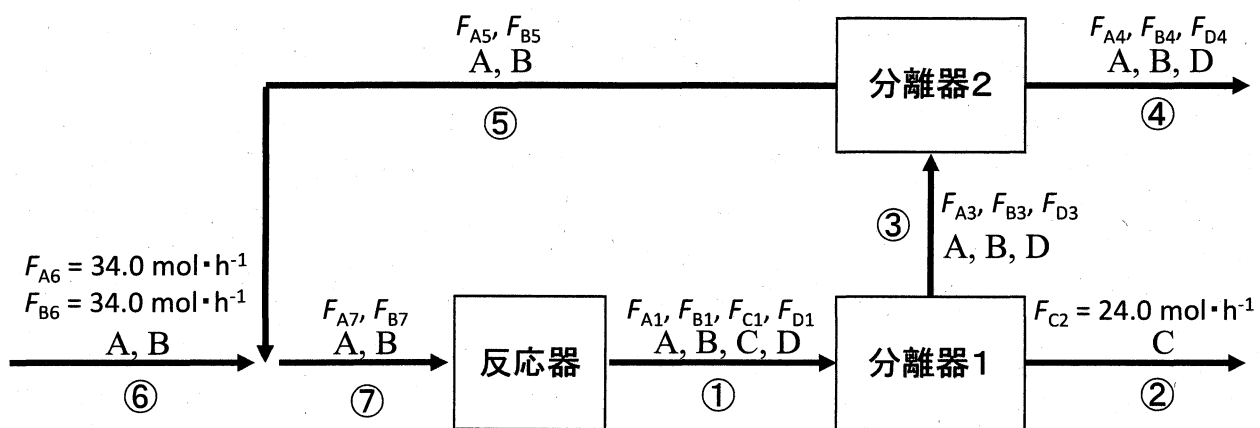


図1 プロセスフロー

外部から供給される A, B のモル流量をそれぞれ $F_{A6} = F_{B6} = 34.0 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$ と設定し, 本プロセスを運転したところ, 分離器1からの生成物 C のモル流量が $F_{C2} = 24.0 \text{ mol} \cdot \text{h}^{-1}$ となった。このとき反応器での A の転化率は 60.0%であった。また分離器2において副生成物 D とともに分離される A に対する B の比率 (F_{B4} / F_{A4}) は, リサイクル原料として使用される A に対する B の比率 (F_{B5} / F_{A5}) に等しかった。

- 1) 反応器入口での A のモル流量に対する, 分離器1から得られる生成物 C のモル流量の比 (F_{C2} / F_{A7}) を求めよ。
- 2) 分離器2から取り出される副生成物 D のモル流量 [$\text{mol} \cdot \text{h}^{-1}$] を求めよ。
- 3) リサイクル原料として用いられる A のモル流量に対する, B のモル流量の比 ($= F_{B5} / F_{A5}$) を求めよ。
- 4) リサイクル原料として用いられる A と B のモル流量 (F_{A5}, F_{B5}) をそれぞれ求めよ。

【問2】2つの流体間の熱交換を行う場合に用いられるものに熱交換器がある。このことに関して、以下の文章中の空欄 ~ に入れるべき語句や数値を答えよ。

- 1) 熱交換器は一般的に、高温流体と低温流体の混合を防ぐために、隔壁(隔板)によって遮断されている。熱交換器における2つの流体の流通方式には、 型、向流型および直交流型熱交換器に大別される。向流型熱交換器の場合、両流体間の温度差を大きくとることができ、伝熱面積を小さくすることができる。
- 2) 熱交換器の熱交換の性能を表す指標として、総括伝熱係数(熱通過率) U が用いられる。熱交換器における2流体間の伝熱量 Q は式(1)で表される。

$$Q = UA\Delta T_{av} \quad (1)$$

ここで A は2流体が隔壁をはさんで接する伝熱面積である。 ΔT_{av} は熱交換器内における2流体間の であり、熱交換器内での総括伝熱係数を一定と仮定することにより、算出することができる。

- 3) 向流型熱交換器を用いて高温の油(質量流量 $3.00 \text{ ton}\cdot\text{h}^{-1}$ 、定圧比熱 $2.00 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)と低温の水(質量流量 $1.50 \text{ ton}\cdot\text{h}^{-1}$ 、定圧比熱 $4.18 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$)の間で熱交換を行い、温水を得た。温度を計測したところ、熱交換器に流入する油の温度は 110°C 、流出する油の温度は 65.0°C 、水の入口温度は 10.0°C でそれぞれ一定であった。定圧比熱の温度依存性はなく、熱交換器からの熱損失はないものとする、この熱交換器で交換される伝熱量 Q は kW と求まる。

また、熱交換で得られる温水の温度は であり、本熱交換操作における ΔT_{av} は、熱交換器内での総括伝熱係数を一定と仮定することにより、 $^\circ\text{C}$ と求まる。

- 4) 3) で得られた向流型熱交換器と総括伝熱係数が等しい 型熱交換器があったとする。この 型熱交換器が3)の向流型熱交換器と同じ伝熱量を示す場合、 型熱交換器の伝熱面積は、向流型熱交換器の 倍となる。