

I 次の2問題（I-1, I-2）について解答せよ。

I-1 次の6設問のうち3設問を選んで解答せよ。（設問ごとに答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、それぞれ1枚以内にまとめよ。）

I-1-1 通常の蒸留では分離が困難な混合物に対し、分離方法の一つとして、抽出蒸留がある。抽出蒸留について工業化されている例を挙げてその原理を述べ、抽出剤の選定に当たって考慮すべき事項を、3項目以上挙げて説明せよ。

I-1-2 図1は蒸留塔の塔底に設置する縦置きシェルアンドチューブ型サーモサイフォンリボイラーの図である。循環流量や気液比が適正であることを想定して、図中のA, B, C, D, E, Fの各点における温度・圧力の相対的關係を、横軸を圧力、縦軸を温度とする模式図に表し、図中にA～Fの記号を示せ。また、各点における流体の状態を説明せよ。

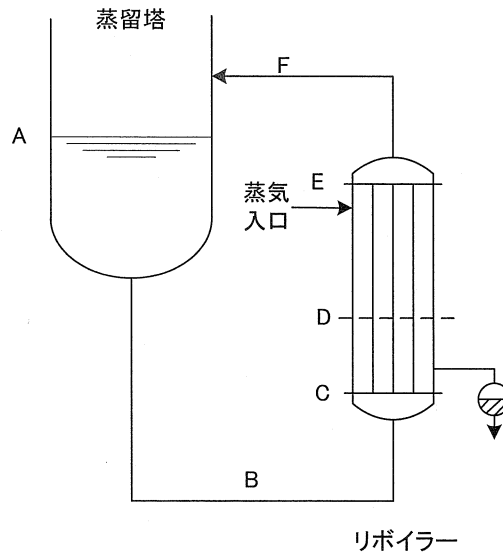


図1

ここで、 A：塔底液面， B：リボイラー流入管の最低部，
 C：リボイラー加熱部入口， D：顕熱加熱帯と蒸発帯との境界，
 E：リボイラー加熱部出口， F：リボイラーから蒸留塔への流入部

I-1-3 定常流れに関するベルヌーイの定理について、次の問いに答えよ。

(1) ベルヌーイの定理について簡潔に説明するとともに、同定理に基づくベルヌーイ式を適用して計算する際の留意点について、簡潔に述べよ。

(2) 以下の①, ②に示す例から1つずつを選び、①の例に対しては、同定理が流体力学上どのように応用されているかを説明せよ。②の例に対しては、同定理によればどのように理解されるかを説明せよ。

① ピトー流速計測管, オリフィス流量計測計, ポンプ所要動力の推算

② 野球の変化球(カーブあるいはシュート)が曲がる原理, 飛行機主翼が受ける揚力

I-1-4 石炭などの化石燃料を燃焼すると CO_2 が発生する。 CO_2 除去方法において、プレコンバッション方式とポストコンバッション方式があるが、それぞれのシステムについて簡単に図示し、その特徴について述べよ。

I-1-5 図2は、原水中の有機物を微生物で酸化処理するプロセスのフローを示したものである。曝気反応槽に空気を吹き込み、生物処理した後に沈殿槽で微生物を沈降分離する。上澄み液は処理水として排出する。沈殿槽で濃縮した微生物の一部を曝気反応槽へ返送して槽内の微生物濃度を一定に保つ。

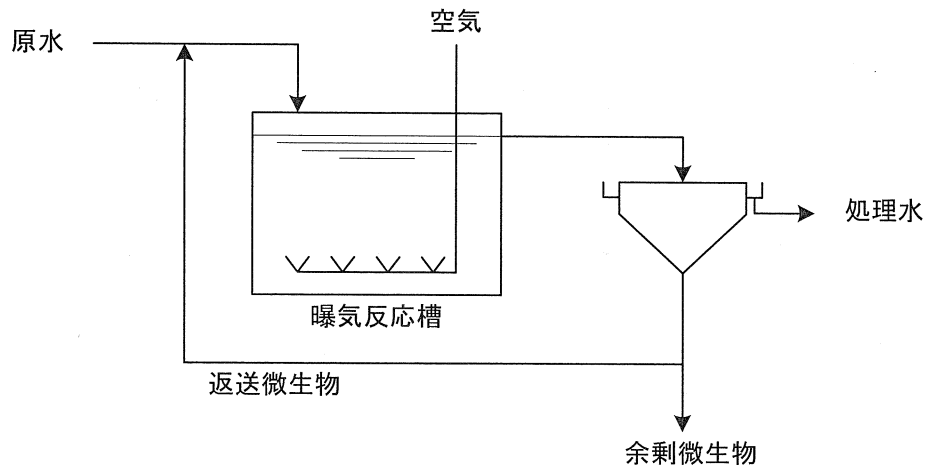


図2

このプロセスに関する次の(1)及び(2)の問いに答えよ。ただし、この装置は定常状態にあり、曝気反応槽内は完全混合と見なせるものとする。

(1) 曝気反応槽における酸素の物質収支に関して、以下の記号を用いて、①～③の3つの項を表せ。

- ① 空気からの酸素の吸収速度 $[\text{g-O}_2 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}]$
- ② 有機物酸化に要する酸素の消費速度 $[\text{g-O}_2 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}]$
- ③ 微生物の維持代謝に要する酸素の消費速度 $[\text{g-O}_2 \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}]$

記号

V : 曝気反応槽容積 $[\text{m}^3]$

F : 原水流量 $[\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$

S_0 : 原水有機物濃度 $[\text{g-有機物} \cdot \text{m}^{-3}]$

S : 処理水有機物濃度 $[\text{g-有機物} \cdot \text{m}^{-3}]$

X : 曝気反応槽内微生物濃度 $[\text{g-微生物} \cdot \text{m}^{-3}]$

C^* : 曝気反応槽内飽和酸素濃度 $[\text{g-O}_2 \cdot \text{m}^{-3}]$

C : 曝気反応槽内の実際の酸素濃度 $[\text{g-O}_2 \cdot \text{m}^{-3}]$

$k_L a$: 酸素溶解に関する総括物質移動容量係数 $[\text{h}^{-1}]$

a : 有機物酸化に要する酸素量 $[\text{g-O}_2 \cdot \text{g-有機物}^{-1}]$

b : 微生物の維持代謝に要する酸素量 $[\text{g-O}_2 \cdot \text{g-微生物}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$

- (2) 上記3項を用いて曝気反応槽における酸素の物質収支式を示せ。また、微生物の返送量を増やして反応槽内の微生物濃度を高め、上記反応槽での有機物分解効率を高める場合にとるべき手段を、物質収支式に基づいて説明せよ。なお、この場合、微生物の維持代謝に要する酸素量、及び必要とする水中溶存酸素濃度は不変であるものとする。

I-1-6 粉砕には、1) 圧縮粉砕、2) 衝撃粉砕、3) 摩擦粉砕、4) せん断粉砕の4つの機構が考えられる。次の問いに答えよ。

- (1) 各機構の原理につき簡潔に説明せよ。
- (2) 工業装置として使用されている粉砕機の例を以下から1つを選んで図示し、その粉砕機構の名称を示せ。
- ①ロールミル、②ボールミル、③ジョークラッシャー
- (3) 身の回りの粉砕現象の例を1つ挙げて図示し、その粉砕機構の名称を示せ。

I-2 次の2設問のうち1設問を選んで解答せよ。(答案用紙を替えて解答設問番号を明記し、3枚以内にまとめよ。)

I-2-1 ある化学プラントの建設を計画している。これに関して、次の問いに答えよ。

- (1) プロジェクトマネジメントで計画を立てる際に用いられるワークブレイクダウンストラクチャー (WBS) について説明し、その効用についてあなたの考えを述べよ。
- (2) プロジェクト実行のマトリックス組織について説明し、その利点と問題点について、あなたの考えを述べよ。
- (3) プロジェクトを進めるにあたり、考えられるリスク要因を3つ挙げ、そのうち1つについて、リスクの内容及びリスク回避策・低減策・受容策を述べよ。

I-2-2 化学装置を設計する際、近年、コンピュータによる数値流動解析を行い、その支援に使用することが増えてきた。しかし、留意すべきことも少なくない。次の問いに答えよ。

- (1) 層流状態では、レオロジーモデル (非ニュートン粘性) をどのように取り扱うかが、乱流状態では、乱流モデルをどのように取り扱うかがしばしば問題となる。そのいずれかについて、モデルの特徴とその適用範囲に関して簡潔に説明せよ。
- (2) 数値流動解析を行う場合、時間刻み (Δt) と空間刻み (Δx , Δy , Δz) をいかに適切に設定するかが問題となる。その留意点について説明せよ。次に、時間的あるいは空間的スケールアップを数値流動解析して検討する際、どのような工夫を要するか、具体例を挙げてあなたの考えを述べよ。
- (3) 数値流動解析は実験結果と組合せて用いることで、より有効な使用方法になるものと考えられる。これについて、流動を伴う化学装置の例を挙げてあなたの考えを述べよ。