

以下の問いに答えよ。必要であれば実際にプログラムして解答せよ。

- 1** 次の問に答えよ。
- (1) 化学工学分野では数式を使ったモデル化が行われる。モデル化とは何かを、2行程度で説明せよ。
 - (2) 化学工学分野で、なぜ「モデル化」が重要で必要なのかを述べよ。
 - (3) 蒸留塔の概略図を示し、その運転状態を規定できるような変数を図に書き加えよ。
また、「操作変数」と「制御変数」を決めてみなさい。
 - (4) 次の記号の呼び名を記せ。 ① ; ② _ ③ @ ④ &

- 2** エタノール(A)–ヘプタン(B)系の圧力 $P=101.3\text{kPa}$ で沸点計算 (x_A を与えたときの温度) を行いたい。次の問に答えよ。ただし、理想系を仮定し、飽和蒸気圧はそれぞれ次式で与えられる。

$$\ln P_A^0 = 18.42 - 4852.5/T$$

$$\ln P_B^0 = 15.61 - 4084.3/T$$

エタノールの沸点は 351.5K、ヘプタンの沸点は 371.6K とする。

- (1) この問題を解くための全ての「方程式」を定義せよ。
 - (2) 「構造行列」を具体的に示せ。
 - (3) 沸点計算をする場合、この方程式系の解き出し方の一つを示せ。
 - (4) 液相組成 x_A が 0.2 モル分率のとき、平衡温度 T と気相組成 y_A を求めよ。
- 3** 常微分方程式の数値解法について次の問に答えよ。

- (1) 初期条件が $x = x_0$ 、 $y = y_0$ であるとき、 $dy/dx = f(x, y)$ を数値的に求める手法を1つ挙げて、その手順を図を用いて説明せよ。
- (2) 次の微分方程式をオイラー法で数値的に解き、厳密解と比較せよ。解答は例に従って示せ。

$$\frac{dy}{dx} = -x \cdot y \quad \text{ただし、} 0 \leq x \leq 3.0 \text{ の範囲内で } x = 0.0 \text{ のとき } y = 15.0 \text{ とする。}$$

きざみ幅は 0.5 とせよ。

- (3) この微分方程式を変形オイラー法で解き、数値の違いを考察せよ。出発値は適宜設定せよ。

Step	x	オイラー法	変形オイラー法	厳密解
0	0.0			
1	0.5			
...	...			
6	3.0			

- 4** $A + B \rightarrow R$ の定容系として進行する液相反応の速度が、ある温度で、
 $r_A = -k \cdot C_A \cdot C_B$ [kmol/(m³·min)] $k = 0.01$ と与えられる。
 いま、 $C_{A0} = 2.0$ kmol/m³、 $C_{B0} = 3.0$ kmol/m³、 $C_{R0} = 0.0$ を含む原料を用いて、この反応を回分操作で進行させる。次の問に答えよ。

- (1) 反応率 x_A の経時変化を示す微分方程式を、 x_A の関数として定義せよ。
- (2) 微分方程式を数値的に解き、 $\theta = 120\text{min}$ のときの液中の各成分の濃度を求めよ。

- 5** ここに断面積 A [m²]のタンクがあり、このタンクに流量 F [m³/s]で水が供給されている。タンクの下部には断面積 B [m²]のホースが付いており、ここから速度 v [m/s]で放水されている。タンクの水位を h [m] とすると、 $v = \sqrt{2gh}$ である。 g は重力加速度。タンクの水位の経時変化をモデル化したい。次の問に答えよ。

- (1) 題意を図で示し、必要な箇所に変数を書き込め。
- (2) 物質収支から水位の経時変化 dh/dt を表す微分方程式を導け。(モデル化せよ。)
- (3) $A = 10$ [m²]、 $B = 0.2$ [m²]、 $F = 0.5$ [m³/s]とし、また時間 $t = 0$ のとき $h = 5$ [m]であったとき、微分方程式を数値的に解き、水位の経時変化の概略を解答用紙に示せ。
($t = 50$ s, 100 s, 150 s のときの h は必ず記載しておくこと)

----- キリトリ -----

- 「化学プロセス数学」講義期末アンケート (5段階で評価してください)
- | | | | | | | | |
|---|-------|---|---|---|---|---|-----------|
| (1)前半講義、後半「お楽しみ」、どちらに興味がありましたか? | 前半の講義 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 後半の「お楽しみ」 |
| (2)前半の座学での講義の難易度はどの程度でしたか? | 難しかった | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 易しかった |
| (3)後半のプログラミングの難易度は? | 難しかった | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 易しかった |
| (4)講義のスピードはどうでしたか? | 早かった | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 遅かった |
| (5)「化学プロセス数学」について、私へのメッセージ、講義の感想など、自由な意見を書いてください。 | | | | | | | |