

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) 化学工学分野で扱われる現象の数式モデルを講義で取りあげた例以外に1つ挙げよ。ただし、何を知るためのモデルであるかを記述するとともに、分布定数系か集中定数系かの区別もしておくこと。
 - (2) 化学工学分野で最適化に分類される具体的な事例を考えよ。このとき、目的関数とパラメータはそれぞれ何に対応するかも記述せよ。
 - (3) 方程式系の自由度とは何かを定義し、自由度が0でない場合、どんな工夫が必要となるかを論じよ。

2 常微分方程式の数値解法について次の問に答えよ。

- (1) オイラー法の手順を、図を用いて簡潔に説明せよ。
- (2) 厳密解として $y^2 = 4Cx$ なる関数系がある (C は定数)。
定数を消去して微分方程式を作れ。
- (3) その微分方程式を、オイラー法で数値的に解き、
厳密解と比較せよ。解答は表例に従って示せ。
ただし、 $1.0 \leq x \leq 3.0$ の範囲内で $x = 1.0$ のとき $y = 4.0$ とする。きざみ幅は 0.4 とせよ。
- (4) 数値解と厳密解との差が、なぜ、きざみ幅に依存するのか、その理由を記述せよ。

Step	x	オイラー法	厳密解
0	1.0		
1	1.4		
...	...		
5	3.0		

3 エタノール(A)–ヘプタン(B)系の圧力 $P = 101.3 \text{ kPa}$ で露点計算 (y_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。

$$\ln P_A^0 = 18.42 - 4852.5/T \quad \text{エタノールの沸点は } 351.5\text{K、ヘプタンの沸点は } 371.6\text{K とする。}$$

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

- (1) この問題を解くための全ての「方程式」を定義し、「構造行列」を示せ。
- (2) 露点計算をする場合、この方程式系の解き出し方(手順)の一つを示せ。
- (3) 気相組成 y_A が 0.4 モル分率のとき、平衡温度 T と液相組成 x_A を求めよ。

4 ここに、半回分式の反応装置があり、装置内では $A \rightarrow R$ の液相反応が

$$r_A = -0.35 \cdot C_A \quad [\text{mol}/(\ell \cdot \text{min})]$$

いま原料濃度 $0.1 \text{ mol}/\ell$ の反応液を $1.5 \ell/\text{min}$ で供給する。初期条件は $t = 0$ で溶液量 $V = 10.0 \ell$ (初期 A 成分濃度 $C_A = 0.0$) である。このとき、次の問に答えよ。

- (1) A 成分の濃度 C_A の経時変化を示す微分方程式を求めよ。
- (2) 微分方程式を $t = 60 \text{ min}$ まで数値的に解き、 C_A の経時変化を求め、そのグラフの概略を示せ。
ただし、そのグラフの特徴的な数値は記載しておくこと。

5 ここに冷たいジュースのカップ式自販機がある、その自販機には冷凍機が入っており、冷凍機中のパイプをジュースが流れることで、冷えたジュースがカップに注がれる。そのパイプ内ジュースの長さ方向の温度分布を調べたい。ただし、連続定常問題として解くことにする。流量を w [g/s]、ジュースの比熱 C_p [J/(g·K)]、パイプの直径 D [m]、ジュースの初期温度(パイプ入口温度) t_0 [°C]、冷凍機の温度 t_c [°C]、熱交換機としてのパイプの総括伝熱係数を U [W/(m²·K)] とするとき、次の問いに答えよ。

- (1) 題意を図で示し、必要な箇所に変数を書き込め。
- (2) パイプの微小区間での熱収支からジュース温度 T の、パイプ長さ z 方向に対する変化を求めたい。モデル式を示せ。
- (3) $w = 200 \text{ g/s}$ 、 $C_p = 4.2 \text{ J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ 、 $D = 0.005 \text{ m}$ 、パイプ総長さ $Z = 5 \text{ m}$ 、 $t_0 = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $t_c = 4 \text{ }^\circ\text{C}$ 、 $U = 200 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ とし、微分方程式を数値的に解き、温度 T のパイプ長さ z 方向の変化の概略を解答用紙に示せ。

----- 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) 2008/7/14
- | | | | | | | | |
|---|-------|---|---|---|---|---|-----------|
| (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)今回の試験、大問1つを20点の100点満点としたとき、自分の予想点は何点? | | | | | | | _____点 |
| (6)「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。 | | | | | | | |