

## 移動速度論 問題

### 1. 移動速度式と境膜の速度式

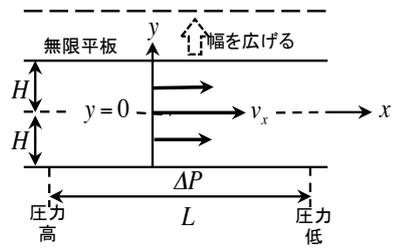
- ① 解答用紙に従って移動速度式の基本構成を完成させた上で、熱移動に関する移動速度式を示せ。(構成要素等は語群から選んでもよい。∇はベクトル演算子でGradient(勾配)を表す)
- ② 電磁気学の分野で移動速度式で表現できる式を1つ示せ。(構成要素等は語群から選んでもよい)
- ③ 境膜内の物質移動に関する速度式を完成せよ。(構成要素等は資料4から選ぶこと)

(語群：熱力学の第一法則、熱力学の第二法則、Fickの第一法則、Fickの第二法則、オームの法則、ニュートンの式、ファラデーの法則、アンペールの法則、慣性の法則、フーリエの式、勾配、物性値、時間、移動係数、流束、面積、駆動力、移動し易さ、移動し難さ、 $q$ :熱流束、 $D$ :拡散係数、 $\sigma$ :電気伝導度、 $\nabla v$ :速度勾配、 $\mu$ :粘性係数、 $N$ :物質流束、 $\lambda$ :熱伝導度、 $\nabla C$  濃度勾配、 $\tau$ :粘性せん断力、 $J$ :電流密度、 $\nabla T$ :温度勾配、 $\nabla \phi$ :電位勾配、 $\rho$ :比抵抗、 $I$ :電流、 $\nabla P$ :圧力勾配)

### 2. 定常問題と非定常の現象

2Hの距離を隔てて2枚の無限平板がある。この平板の間に圧力をかけてx方向に流体を流している。流速の成分はx方向のみで、平板内ではy方向に変化している。

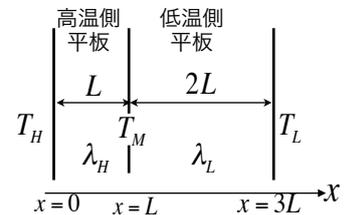
- ① 流れは定常で、x方向に距離Lで $\Delta P$ の圧力が減少していた( $\Delta P$ は正の値)平板内の流速 $v_x$ のy方向の分布を求めよ。各項の名称については下の語群から選ぶこと。
- ② ①の状態から上の平板の位置を突然変え、上流側の圧力は変化させずに間隔を広げた。新たに定常状態になるまでの流速を記述する方程式の1つとして①の基礎式の最終的な方程式を書き下し、どのように変化するかを模式的に示せ。項の名称は下の語群から選ぶこと。



### 3. 定常問題

熱伝導度と厚さの異なる2枚の無限平板を貼り合わせ、その両側をそれぞれ高温 $T_H$ と低温 $T_L$ で一定になるようにしたところ平板内の温度分布は定常状態となった。

- ① 定常状態における高温側の平板内の温度分布を導出せよ。ただし、接触面での温度を $T_M$ とする。
- ② 低温側の平板内の温度分布も同様で、接触面での熱収支を考慮してその温度 $T_M$ を導出せよ。また、高温側の熱伝導度 $\lambda_H$ が低温側の熱伝導度 $\lambda_L$ の1/4であるとして、2枚の平板内の温度分布を描け。



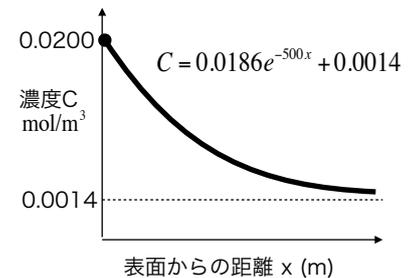
### 4. 境膜導入の条件

濃度  $0.0014 \text{ mol/m}^3$  の攪拌流体中に固体があり、その表面濃度が  $0.0200 \text{ mol/m}^3$  で一定に保たれている。表面近傍の濃度を詳細に測定したところ、次式のような分布であった。右にそのグラフを模式的に示す。

$$C = 0.0186e^{-500x} + 0.0014$$

C: 液体の濃度(mol/m<sup>3</sup>), x: 表面からの距離(m)

- ① ここで、あえて境膜を設定するとして、解答用紙の文章を完成させながら、その境膜厚さを計算して下さい。(下の語群から選ぶこと)  
(語群：非定常、定常、表面、境界層、境膜、直線、放物線、勾配、均一、一致)
- ② 境膜を設定した場合の濃度分布と実際の濃度分布を併せてグラフ上に描いて下さい。(その際、境膜導入の条件が明解であるように留意すること)



### 5. 擬定常問題

右に示すように円柱形状の発熱体により水槽内の水を加熱している。発熱体は角速度 $\omega$ で回転しており、水槽内は十分攪拌されている。電流は発熱体の表面温度 $T_S$ が一定になるようにコントロールされている。円柱表面に境膜が設定できるとする。

- ① 十分攪拌されていることから境膜内熱伝達率として収支式を構築せよ。
- ② バルク温度 $T$ は時間とともに上昇すると考えられる。境膜内熱伝達を考慮した熱収支から微分方程式を構築し、バルク温度 $T$ を時間 $t$ の関数として導出せよ。水槽の初期温度を $T_i$ とする。
- ③ 具体的な数値を入れるとして、熱伝達係数 $h$ を求める無次元相関式を選んだ上で、具体的な計算をして、温度が $60^\circ\text{C}$ になるまでの時間を求めよ。



$$d=0.030 \text{ m}, L=0.60\text{m}, \omega=24 \text{ rad/s}, V=0.18\text{m}^3$$

$$\nu = 1.2 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}, \lambda = 0.60 \text{ J/K m s}, C_p = 4200 \text{ J/K kg}, \rho = 1000\text{kg/m}^3, T_S = 90^\circ\text{C}, T_i = 15^\circ\text{C},$$

各項の名称の語群：

拡散項、発熱項、粘性項、定常項、非定常項、対流項、慣性項、発生項、圧力項、伝導項、外力項