

平成15年度東北大学工学部編入学試験問題  
専門関連科目（機械）

【流体力学】

1. 以下の問に答えよ.

- (1) ベルヌーイの定理を用いて、少なくとも部分的に説明できる現象は多数ある。その中で3つの現象を選び、定性的に記述し、それらがベルヌーイの定理によりどのように理解できるかを簡潔に述べよ。
- (2) 空気中を速さ  $25 \text{ m/s}$  で飛ぶ物体のまわりの流れの様子を知りたい。この物体の5分の1の模型を作り、風洞内で実験をする。風洞内に流す空気の速さをいくらにしたらよいか。

2. 滑らかな内壁をもつ真直ぐな円管（半径  $a$ 、長さ  $L$ ）の両端に圧力差  $\Delta p$  を加えて、非圧縮性粘性流体を定常的に流す。管軸からの距離を  $r$ 、粘性係数を  $\eta$  として以下の問に答えよ。ただし重力の影響は無視できるとする。

- (1) 管内流体速度分布  $u(r)$  の従う方程式を求めよ。
- (2)  $u(r)$  を求めよ。
- (3) 管内を単位時間に流れる流体の体積  $Q$  はいくらか。
- (4) 半径  $r=0.5 \text{ mm}$ 、長さ  $L=2.00 \text{ m}$ 、圧力差  $\Delta p=0.05$  気圧として、ある流体を流したところ、20分間に体積  $Q=74.3 \text{ cm}^3$  が流れた。1気圧は  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  として、この流体の粘性係数を求めよ。

平成15年度東北大学工学部編入学試験問題  
専門関連科目（機械）

[機械材料学]

1. 固体における原子の一次元定常拡散を考える。下図に示すように、拡散物質の初期濃度が  $X=X_1$  において  $C=C_1$ 、 $X=X_2$  において  $C=C_2$  とし、その間の濃度は直線的に変化しているとする。この時、以下の問に答えよ。

- (1) 物質の拡散流束の向きを図を書いて示せ。
- (2) 単位時間、単位面積当たりの拡散量を  $|J|$  = 一定とする。拡散移動量がフィックの第1法則に従うとする時、拡散係数、 $D$  を  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $X_1$ 、 $X_2$  および  $|J|$  を用いて、式の形で記述せよ。

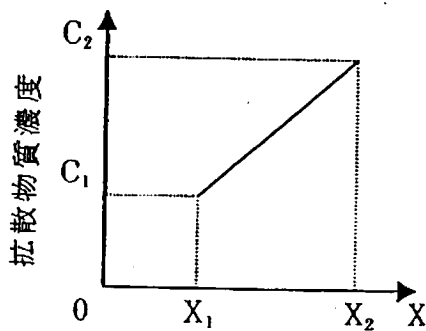


図1

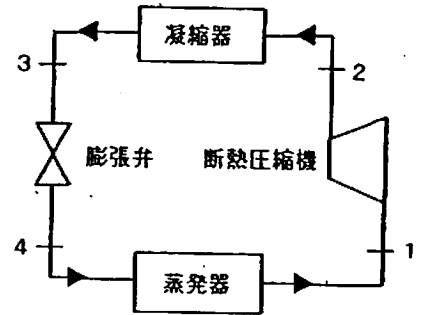
2. 炭素鋼の恒温変態において、下記の問に答えよ。
  - (1) 炭素鋼の恒温変態曲線を記述し、パーライト組織、ベーナイト組織が生じる温度範囲を図示せよ。
  - (2) 恒温変態曲線のパーライト組織、ベーナイト組織が生じるそれぞれの温度範囲において、引張強さ・降伏点・硬度は温度低下とともにどのように変化するか述べてよ。
3. 次の用語について簡潔に説明せよ。
  - (1) 溶体化処理
  - (2) 加工硬化
  - (3) クリープ曲線
  - (4) ヒューム・ロザリーの規則

平成15年度 東北大学工学部編入学試験問題  
 専門科目 (機械)

【熱力学】

1. 次の問に答えよ.

- (1) ファンデルワールスの状態方程式を書き, それについて説明せよ.
- (2) 力学的サイクルの熱効率を説明せよ.
- (3) 右図に示すような理想蒸気圧縮冷凍サイクルの圧力-比エンタルピー線図を描き, 該当する図中番号及び仕事や熱の出入りを矢印で示せ. また, このサイクルの成績係数を比エンタルピーで表せ.

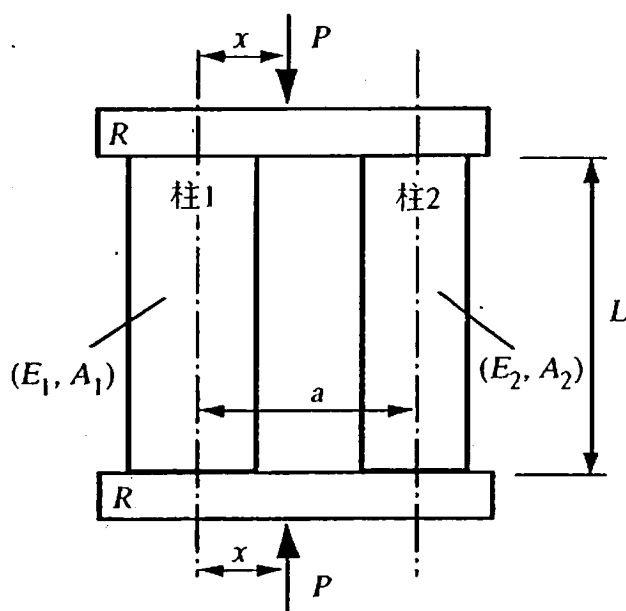


2. 温度が  $T_1$  及び  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ) で, 熱容量が共に  $C$  の2つの物体1及び2がある. ただし,  $C$  は温度に依存しない. このとき以下の問に答えよ.
  - (1) これらを互いに接触させ放置したときの全エントロピー変化から, それが不可逆過程であることを示せ.
  - (2) これらの物体を熱源として, 理想的な熱機関を, 両者の温度が同じになるまで運転した時に得られる仕事  $W$  を求めよ. ただし, 運転は高温物体から微小熱  $CdT$  を受け取り, その一部を低温の物体に捨てる熱サイクルの繰り返しによるものとする.

平成 15 年度東北大学工学部編入学試験問題  
 専門関連科目 (機械)

【材料力学】

1. 下図のように縦弾性係数  $E_1$ , 横断面積  $A_1$  の柱 1 と, 縦弾性係数  $E_2$ , 横断面積  $A_2$  の柱 2 の 2 本の柱を鉛直にならべて上下から剛体板  $R$  を当てる. 柱 1 と柱 2 の長さはいずれも  $L$  であり, 横断面形状は正方形であるものとする. 以下の間に答えよ.
- (1) 剛体板  $R$  が水平を保つように集中荷重  $P$  を作用させるとき, 柱 1 と柱 2 に生じる応力および縮み量を求めよ.
- (2) 柱 1 と柱 2 の中心間の距離が  $a$  であるとき, 剛体板  $R$  を水平に保つためには, 集中荷重  $P$  をどの位置に作用させればよいか, 柱 1 の中心からの距離  $x$  を求めることにより答えよ.



2. 下図のように A 端が固定され, B 端が単純支持された長さ  $L$  のはり AB が, B 端で曲げモーメント  $M_0$  を受ける. はりの縦弾性係数は  $E$ , 断面二次モーメントは  $I$  である. 以下の間に答えよ. なお, はりの自重は無視するものとする.
- (1) B 端におけるたわみ角 (傾斜) を求めよ.
- (2) 曲げモーメントの分布を図に示せ.
- (3) はりの断面形状が長方形であり, 高さが  $h$ , 幅が  $b$  である場合について, A 端に発生する最大の曲げ応力を求めよ.

