

平成30年度 編入学・転入学者選抜 専門試験  
電気・機械工学科（機械工学分野）

問題冊子（解答時間120分）

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、配布された冊子を開いてはいけません。
2. 以下の4つの選択科目から、3科目を選択し解答してください。

科目番号・科目名
[1] 材料力学
[2] 熱力学
[3] 流体力学
[4] 制御工学

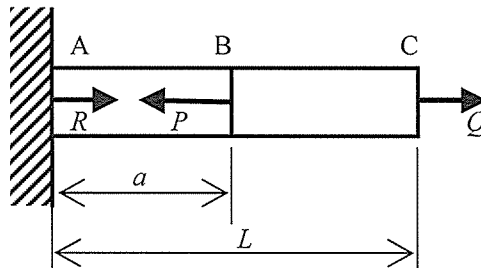
3. この冊子には問題用紙が4枚、下書き用紙が2枚あります。用紙の脱落等に気づいたときには、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 問題用紙の余白や下書き用紙は、計算などに適宜使用して構いません。
5. 別冊子の解答用紙冊子には、解答用紙が3枚あります。用紙の脱落等に気づいたときには、手を挙げて監督者に知らせてください。3枚すべての解答用紙の該当欄に、「科目番号」「科目名」「受験番号」を記入してください。
6. 時計のアラーム（時計機能以外の機能を含む）は、使用しないでください。
7. コンパス及び定規等は使用できません。
8. 携帯電話、PHS等は、電源を切って、カバン等に入れてください。
9. 試験終了まで退室できません。試験時間中に用がある場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
10. 試験終了後に解答用紙は回収します。問題用紙および下書き用紙は持ち帰ってください。

## [ 1 ] 材 料 力 学

## 選 択 問 題

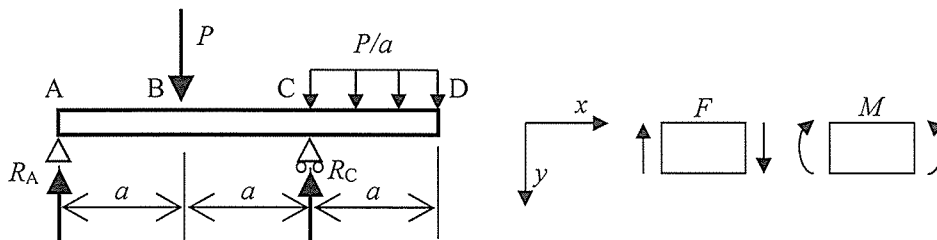
問1 図に示す真直な長さ $L$ 、断面積 $S$ 、縦弾性係数 $E$ の棒ACを考える。棒の左端Aが剛体壁に固定され、左端からの距離 $a$ の断面Bに大きさ $P$ の軸力が左向きに作用している。右端Cに大きさ $Q$ の軸力を右向きに作用させて、棒AC全体の伸びを0とした。

- (1) 固定端での反力 $R$  (右向き正) を $P, Q$  を用いて表せ。
- (2) AB間の棒のひずみ $\varepsilon_a$  を $P, Q, S, E$  を用いて表せ。
- (3)  $Q$  を  $P, L, a$  を用いて表せ。



問2 図に示す長さ $3a$ の真直なはりADを考える。はりに沿って右向きに $x$ 軸を、下向きに $y$ 軸をとる。左端Aと、左端から $2a$ の断面Cを支持する。左端から $a$ の断面Bに大きさ $P$ の集中荷重が下向きに作用し、CD間を単位長さあたりの大きさ $P/a$ の均布荷重が下向きに作用する。

- (1) 支点A, C の支点反力を $R_A, R_C$  (上向き正) として、 $y$  軸方向の力のつり合い式を示せ。
- (2) 支点Aでのモーメントのつり合い式を示せ。
- (3) 支点Aの反力 $R_A$ を、 $R_C$ を用いず $P$ を用いて表せ。
- (4) せん断力図 (SFD) を描け。ただし、せん断力 $F$ は図に示す方向を正とする。
- (5) 曲げモーメント図 (BMD) を描け。曲げモーメント $M$ は図に示す方向を正とする。



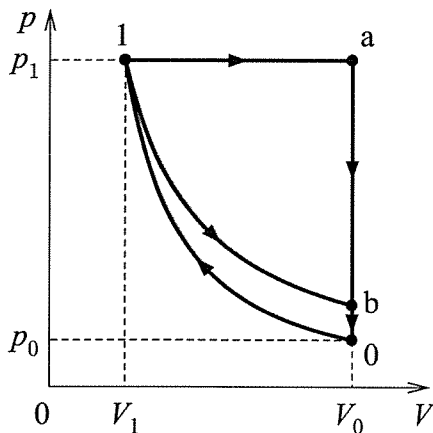
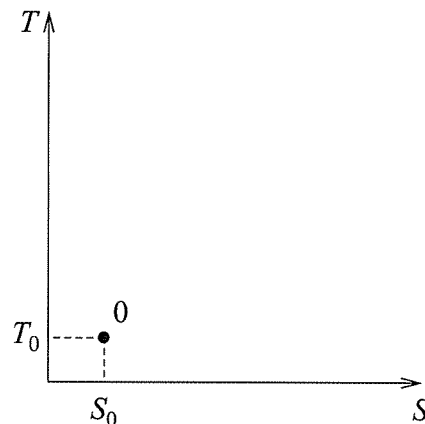
## [2] 熱力学

### 選択問題

閉じた系における比熱一定の理想気体（質量  $m$  [kg]，気体定数  $R$  [J/(kg·K)]，比熱比  $\kappa$ ）の状態変化（準静的過程）について考える。図1の  $p$ - $V$  線図（圧力-体積線図）に示すように、はじめにこの気体を状態0から状態1まで圧縮した後、二つの過程  $1 \rightarrow a \rightarrow 0$  または  $1 \rightarrow b \rightarrow 0$  で状態変化させて最初の状態0に戻す。過程  $0 \rightarrow 1$  は可逆断熱変化，過程  $1 \rightarrow a$  は等圧変化，過程  $1 \rightarrow b$  は等温変化であり，過程  $a \rightarrow 0$  と過程  $b \rightarrow 0$  はいずれも等積変化である。以下では，状態0, 1, a, bの状態量をそれぞれ添字0, 1, a, bを用いて表現し，状態変化  $1 \rightarrow a \rightarrow 0$  を「過程A」， $1 \rightarrow b \rightarrow 0$  を「過程B」とよぶ。

状態0の圧力と温度がそれぞれ  $p_0$  [Pa]， $T_0$  [K]であり，状態0の体積  $V_0$  [m<sup>3</sup>]と状態1の体積  $V_1$  [m<sup>3</sup>]の比（圧縮比）を  $\varepsilon = V_0/V_1$  とするとき，以下の問に答えよ。ただし，各設問の末尾で括弧  $\{ \}$  内に記号が指定されている場合には，その中から必要なものを用いて解答せよ。なお，熱の符号については，熱が系に入る場合を正，系から出る場合を負と定義し，仕事の符号については，系が仕事をする場合を正，仕事をされる場合を負と定義する。

- (1) この理想気体の質量  $m$  を求めよ。  $\{ p_0, V_0, R, T_0 \}$
- (2) 定積比熱  $c_v$  [J/(kg·K)]と定圧比熱  $c_p$  [J/(kg·K)] を求めよ。  $\{ R, \kappa \}$
- (3) 状態1の圧力  $p_1$  と温度  $T_1$  を求めよ。  $\{ p_0, T_0, \varepsilon, \kappa \}$
- (4) 過程  $0 \rightarrow 1$  で気体が行う仕事  $L_{01}$  [J] を求めよ。  $\{ p_0, V_0, \varepsilon, \kappa \}$
- (5) 状態aの温度  $T_a$  を求めよ。  $\{ p_0, T_0, \varepsilon, \kappa \}$
- (6) 状態bの圧力  $p_b$  を求めよ。  $\{ p_0, T_0, \varepsilon, \kappa \}$
- (7) 過程Aで気体が行う仕事  $L_A$  [J] と気体に供給される熱  $Q_A$  [J] を求めよ。  $\{ p_0, V_0, \varepsilon, \kappa \}$
- (8) 過程Bで気体が行う仕事  $L_B$  [J] と気体に供給される熱  $Q_B$  [J] を求めよ。  $\{ p_0, V_0, \varepsilon, \kappa \}$
- (9) 過程  $1 \rightarrow a$  におけるエントロピー変化  $S_a - S_1$  [J/K] を求めよ。  $\{ p_0, V_0, T_0, \varepsilon, \kappa \}$
- (10) 過程  $1 \rightarrow b$  におけるエントロピー変化  $S_b - S_1$  [J/K] を求めよ。  $\{ p_0, V_0, T_0, \varepsilon, \kappa \}$
- (11) 過程Aと過程Bの  $T$ - $S$  線図（温度-エントロピー線図）の概略を，図2に示すように状態0から始めて，各状態点を実線で結びながら重ねて描け。ただし，各状態点（0, 1, a, b），温度（ $T_0, T_1, T_a, T_b$ ）とエントロピー（ $S_0, S_1, S_a, S_b$ ）も図中に示せ。

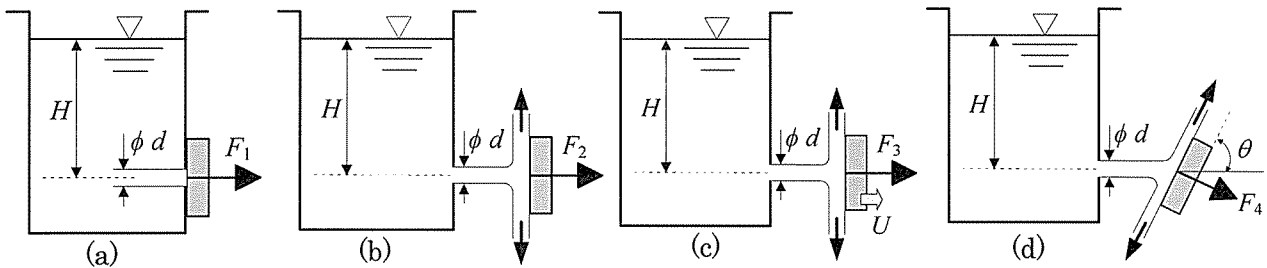
図1  $p$ - $V$  線図図2  $T$ - $S$  線図

## [ 3 ] 流 体 力 学

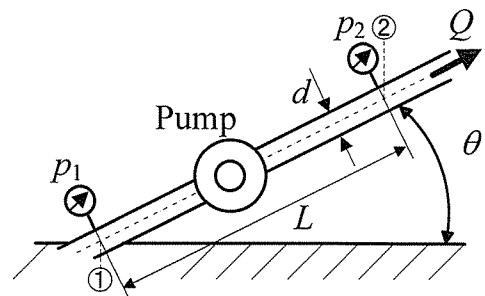
## 選 択 問 題

問1 図に示すように、水で満たされたタンクの側壁の深さ $H$ の位置に直径 $d$ の小穴が開いている。ただし、重力加速度を $g$ 、水の密度を $\rho$ とし、噴流は縮流せずに摩擦の影響は無視できるものとする。また、噴流流出後における重力の影響は無視できるものとする。このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 図(a)のように、小穴を板で塞いだ場合、板が受ける力 $F_1$ を求めよ。
- (2) 図(b)のように、板を小穴から離して静止させて置いた場合、板が噴流から受ける力 $F_2$ を求めよ。
- (3) 図(c)のように、板が噴流と同方向（右方向）に速度 $U$ で動く場合、板が噴流から受ける力 $F_3$ を求めよ。
- (4) 図(d)のように、板を小穴から離して静止させ、噴流に対して角度 $\theta$ だけ傾けて置いた場合、板が噴流から受ける力 $F_4$ を求めよ。さらに、 $F_4$ と $F_1$ とが等しくなるときの角度 $\theta$ を求めよ。



問2 図に示すように、ポンプを用いて、地面に対して角度 $\theta$ で設置された円管内に水（密度 $\rho$ ）を体積流量 $Q$ で流している。断面①と②の間の距離は $L$ であり、断面①、②での圧力はそれぞれ $p_1$ 、 $p_2$ である。また、管直径を $d$ 、管摩擦係数を $\lambda$ 、重力加速度を $g$ とする。このとき、以下の問いに答えよ。



- (1) 断面平均流速 $V_m$ を求めよ。
- (2) 断面①を基準高さとするとき、断面①および②での全ヘッド $H_1$ および $H_2$ それぞれを求めよ。ただし、 $V_m$ は用いないこと。
- (3) 断面①と②の間の摩擦損失ヘッド $h_f$ を求めよ。ただし、 $V_m$ は用いないこと。
- (4) ポンプのヘッド $H_m$ を求めよ。ただし、 $V_m$ 、 $H_1$ 、 $H_2$ 、 $h_f$ は用いないこと。

# [ 4 ] 制 御 工 学

## 選 択 問 題

- I 図1に示す質量-バネ-ダッシュポット (ダンパ) 系において、質量を  $M[\text{kg}]$ 、バネ定数を  $K[\text{N/m}]$ 、粘性抵抗係数を  $B[\text{N}\cdot\text{s/m}]$  とし、図のように質量に力  $f(t)[\text{N}]$  を加えている。ただし運動は一直線上に拘束されているものとする。また両側の壁は図のように地上に固定されており、動かないものとする。
- (1) 図1の質量-バネ-ダッシュポット系の運動方程式を求めよ。
- (2) 入力  $f$  から変位  $x$  までの伝達関数を求めよ。

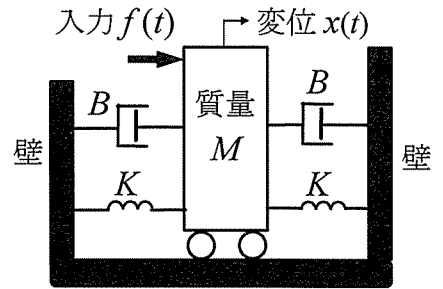


図1 質量-バネ-ダッシュポット系

- II 伝達関数  $G(s) = \frac{6}{s+4}$  で表される1次遅れ系を考える。
- (1) この系のゲイン定数と時定数を求めよ。
- (2) この系の単位ステップ応答を求めよ。
- III 図2のフィードバック制御系について考える。 $R(s), Y(s), E(s)$  は、それぞれ目標値、制御出力、偏差のラプラス変換を表す。図2において  $C(s) = \frac{K_I}{s}$  とおく ( $K_I$  は実数とする)。

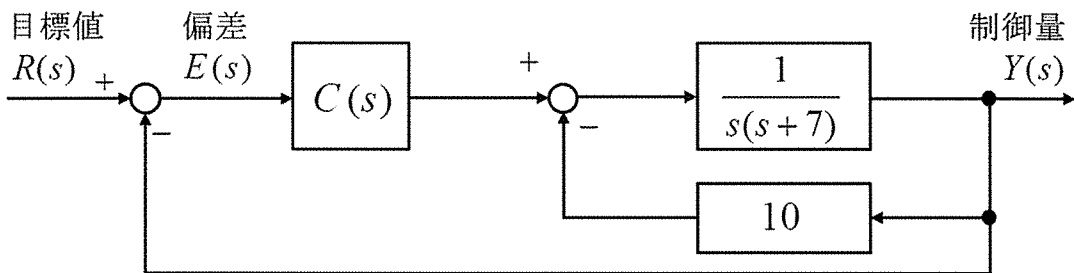


図2 フィードバック制御系

- (1) 図2の制御系を安定にする  $K_I$  の範囲を求めよ。
- (2)  $K_I = 20$  とおく。目標値に対する定常位置偏差と定常速度偏差の値をそれぞれ求めよ。