

平成29年度 編入学・転入学者選抜 専門試験
機械工学科 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. 計測系プログラムと、機構系・エネルギー系プログラムでは、選択科目が異なります。第1志望のプログラムが指定する選択科目から、3科目を選択し解答してください。選択可能な問題は各プログラムで以下の○印の科目です。その中から3科目を選び、解答しなさい。

科目番号・科目名	機械工学科 教育プログラム名		
	計測系	機構系	エネルギー系
[1] 力学	○		
[2] 流体力学(1)	○		
[3] 応用数学	○		
[4] 電気工学	○		
[5] 制御工学	○	○	○
[6] 材料力学		○	○
[7] 熱力学		○	○
[8] 流体力学(2)		○	○

3. この冊子には問題用紙が8枚、下書き用紙が2枚あります。用紙の脱落等気づいたときには、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」「志望教育プログラム名」「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] 力学

計測系プログラム選択問題

重力加速度を g として、問1、問2に答えよ。

解答に必要な量が問題文で与えられていない場合は、適宜、解答中で定義して用いること。

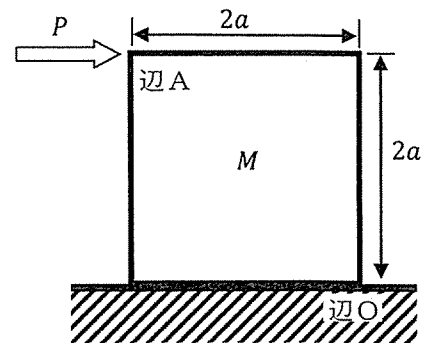
問1 質量 m の質点を時刻0に初速0で落下させたところ、質点は速度に比例する空気抵抗(係数 c)を受けながら1次元運動をした。

- (1) 適宜座標系を設定し、質点の運動方程式を書き下せ。
- (2) 十分に時間が経過した後は、質点は等速度運動をする。このときの速さを求めよ。
- (3) 質点の速度を時刻の関数として求めよ。
- (4) 空気抵抗が働かない場合について、質点の速度を時刻の関数として求めよ。
- (5) 空気抵抗が働く場合と働かない場合の速度を比較し、どのような場合に空気抵抗を無視しうるかを簡潔に述べよ。指数関数の展開式

$$e^x = 1 + x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{6}x^3 + \dots$$

を使ってよい。

問2 摩擦のある床の上に質量 M 、一辺の長さ $2a$ の一様な立方体の物体が置かれている(右図)。この物体の左上の位置の奥行き方向の辺(辺A)の midpoint を大きさ P の力で図のように水平方向右向きに押す。力 P が小さければ物体は静止したままだが、大きくなると右下の位置の奥行き方向の辺(辺O)を回転軸として回転して倒れる。



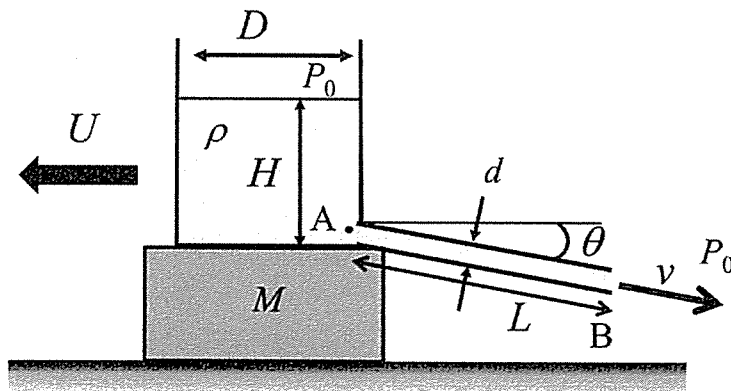
- (1) 物体が静止しているとして、垂直抗力、および、床との間の摩擦力の大きさを答えよ。
- (2) 物体が静止しているとして、辺Oまわりの垂直抗力のトルクを求めよ。
- (3) 力 P を大きくしていったとき、回転を始めるまで物体が床上をすべらないために、物体と床の間の静止摩擦係数 μ が満たすべき条件を求めよ。
- (4) 辺Oまわりの物体の慣性モーメントを求めよ。
- (5) 床上をすべることなく辺Oまわりに物体が回転しているとする。回転している間も辺Aの midpoint に同じ大きさの力 P を水平方向右向きにかけ続けるとして、物体が元の位置から角 θ 傾いたときの回転の運動方程式を書き下せ。慣性モーメントは I とすること。

[2] 流 体 力 学 (1)

計 測 系 プ ロ グ ラ ム 選 択 問 題

問1 下図のように、水深 H の水を入れた直径 D の円筒形のタンクが質量 M の台の上に固定され、水平な台の上におかれている。側壁の底部 (Aとする) には小さな穴があげられており、これに内径が d ($\ll D$) のまっすぐな長さ L の円管が水平と角度 θ だけ傾けて取り付けられている。重力加速度を g 、水の密度を ρ 、大気圧を P_0 として以下の問いに答えよ。ただし、円管内の摩擦やタンクへの取り付け部分での損失、タンクと円管の質量、台と水平面との間の摩擦は無視できるものとし、管内の流れは定常であるとする。

- (1) 点Aでの圧力 P_A を求めよ。
- (2) 角度 θ が 0 のとき、円管の出口Bでの流速を求めよ。
- (3) 角度 θ が $-\pi/2 < \theta < \pi/2$ のとき、出口Bに相対的な流出速さを求めよ。
- (4) 台とタンクは速度 U で運動する。この速度 U を θ の関数として求めよ。



問2 2次元の速度場が以下のように与えられているとき、以下の問いに答えよ。

$$(u, v) = (-ay, bx) \quad a, b \text{ はともに正の定数}$$

- (1) この流れは非圧縮性流であるか。
- (2) この流れの渦度を求めよ。
- (3) 流線の方程式は $dx/u = dy/v$ で与えられる。これを上の流れについて解き、その概形を描け。
- (4) 流体粒子がこの流れと共に移動するとき、加速度ベクトルの各成分を (x, y) の関数として求め、加速度ベクトルと流線との幾何学的関係を論ぜよ。

[3] 応 用 数 学

計 測 系 プ ロ グ ラ ム 選 択 問 題

問 1 次の問に答えよ。

(1) 次の関数 $f(x)$ が $x=1$ で連続であるために、 a の値を求めよ。

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\ln[\cos(x-1)]}{1 - \sin\left(\frac{\pi}{2}x\right)} & (x \neq 1) \\ a & (x = 1). \end{cases}$$

(2) 行列 A の逆行列 $A^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 3 \end{bmatrix}$ に対して、

(i) 行列 A を求めよ。

(ii) 行列 A の余因子行列 \tilde{A} の逆行列 $(\tilde{A})^{-1}$ を求めよ。

問 2 常微分方程式 $(y + \sqrt{x^2 + y^2})dx - xdy = 0$ ($x > 0$) に対して、次の問に答えよ。

(1) 微分方程式の一般解を求めよ。

(2) $x=1$ のとき、 $y(x)=0$ の境界条件を満たす微分方程式の特殊解を求めよ。

[4] 電気工学

計測系プログラム選択問題

問1 図1に示す回路について以下の問いに答えよ。ここで、抵抗 R は可変であり、抵抗 r および容量 C は一定である。また、交流電圧源の電圧は E 、角周波数は ω である。

- (1) 抵抗 R を流れる電流 I_R の実効値 $|I_R|$ を交流電圧の実効値 $|E|$ 、 ω 、 r 、 R および C を用いて表せ。
- (2) 抵抗 R で消費される電力 P が最大となる時の R を求めよ。
なお、解答には導出過程も示すこと。

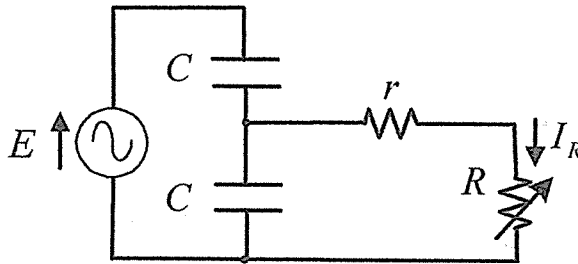


図1

問2 図2に示す回路について以下の問いに答えよ。ここで、抵抗 R および容量 C は一定であり、インダクタンス L は可変である。また、交流電圧源の電圧は E 、角周波数は ω である。

- (1) 端子 a-b から負荷側をみたときのインピーダンス Z を求めよ。
- (2) 電流 I の位相が E の位相と同相となるときの L を求めよ。
- (3) インダクタンス L の両端電圧 E_L の位相が電圧 E の位相より 45° 進んでいるときの L を求めよ。

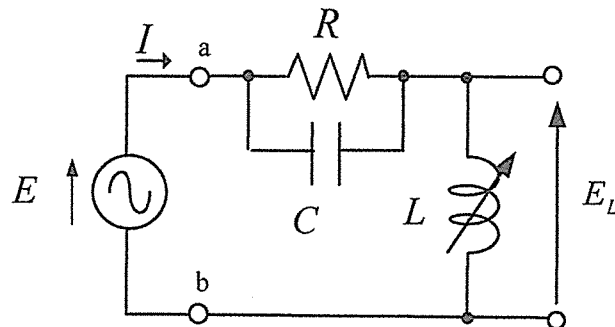


図2

[5] 制御工学

計測系, 機構系, エネルギー系プログラム 選択問題

問1

入力を $u(t)$, 出力を $y(t)$ とするシステムについて考える。入出力間には, T を正の定数とし $y(t) + T \frac{dy(t)}{dt} = 2u(t)$ の関係が成り立っている。以下の問に答えよ。

- (1) このシステムの伝達関数を求めよ。
- (2) $y(0) = 0$ であるとき, $u(t) = 1 \quad (t \geq 0)$ とした。このときの出力 $y(t)$ を求めよ。
- (3) ここで $T = 2$ とする。このシステムに入力 $u(t) = 5 \sin t$ を入れた。十分時間が経過したあとの出力 $y(t)$ の振幅を求めよ。

問2

伝達関数 $G(s) = \frac{6}{s^2 + 4s + 3}$ を持つ2次システムを考える。

- (1) このシステムのゲイン定数, 減衰係数および固有角周波数を求めよ。
- (2) このシステムの単位インパルス応答を求めよ。

問3

図1に示すシステムを考える。ただし a は定数とする。

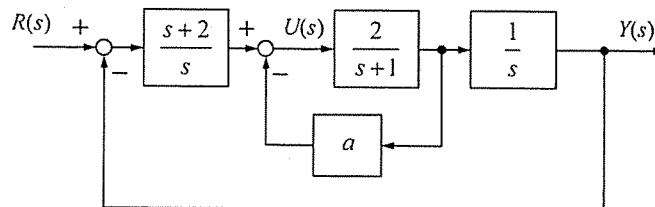


図1 システム

- (1) $R(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数を求めよ。
- (2) このシステムが安定となる定数 a の範囲を求めよ。