

令和4年度
機械設計技術者試験
3級 試験問題Ⅱ

第2時限 14：20～16：20（120分）

- 2. 材料力学
- 3. 機械力学
- 5. 熱工学
- 6. 制御工学
- 7. 工業材料

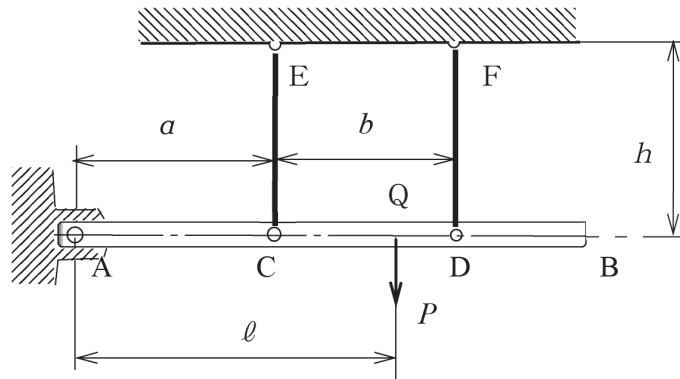
令和4年11月20日実施

主催：一般社団法人 日本機械設計工業会

〔2. 材料力学〕

1

下図は、剛性棒 A B が点 A で剛体壁にピン結合されている。また、部材 C E と部材 D F によって、水平に保持されている。棒 A B の点 Q に荷重 P が作用したとき、点 D の変位 λ_2 を求める。部材 C E と部材 D F の横断面積と縦弾性係数は、それぞれ A_1 、 E_1 および A_2 、 E_2 とする。下記の設問 (1) ～ (6) に答えよ。



(1) 部材 CE と部材 DF の伸びをそれぞれ λ_1 および λ_2 とする。幾何学的関係から λ_1 と λ_2 の関係式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{a}{a+b} & \textcircled{2} \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{a}{b+\ell} & \textcircled{3} \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{b}{a+b} \\ \textcircled{4} \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{a+\ell}{b} & \textcircled{5} \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{a}{b} & \end{array}$$

(2) 部材 CE に作用する張力を T_1 とする。張力 T_1 と伸び λ_1 の関係式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} \lambda_1 = \frac{T_1 E_1}{A_1 h} & \textcircled{2} \lambda_1 = \frac{T_1 h}{A_1 E_1} & \textcircled{3} \lambda_1 = \frac{A_1 E_1}{T_1 h} \\ \textcircled{4} \lambda_1 = \frac{T_1 A_1}{E_1 h} & \textcircled{5} \lambda_1 = \frac{T_1}{A_1 E_1} & \end{array}$$

- (3) 部材 DF に作用する張力を T_2 とする。張力 T_2 と伸び λ_2 の関係式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{lll} \textcircled{1} \lambda_2 = \frac{T_2 E}{A_2 h} & \textcircled{2} \lambda_2 = \frac{T_2}{A_2 E_2} & \textcircled{3} \lambda_2 = \frac{A_2 E_2}{T_2 h} \\ \textcircled{4} \lambda_2 = \frac{T_2 A_2}{E_2 h} & \textcircled{5} \lambda_2 = \frac{T_2 h}{A_2 E_2} & \end{array}$$

- (4) 点 A まわりの力のモーメントのつりあい式を下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{ll} \textcircled{1} P\ell = T_1 a + T_2 b & \textcircled{2} P\ell = T_1 b + T_2 \ell \\ \textcircled{3} P\ell = T_1 a + T_2 (a + \ell) & \textcircled{4} P\ell = T_1 b + T_2 (a + \ell) \\ \textcircled{5} P\ell = T_1 a + T_2 (a + b) & \end{array}$$

- (5) 前述の設問の解を用いると部材 CE に作用する張力 T_1 を求めることが出来る。 T_1 を表す式を、下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\begin{array}{ll} \textcircled{1} T_1 = \frac{a A_2 E_2 P \ell}{a^2 A_1 E_1 + (a + b)^2 A_2 E_2} & \textcircled{2} T_1 = \frac{b A_1 E_1 P \ell}{a^2 A_1 E_1 + (a + b)^2 A_2 E_2} \\ \textcircled{3} T_1 = \frac{a A_1 E_1 P \ell}{a^2 A_1 E_1 + (2 a^2 + 2 a b + b^2) A_2 E_2} & \\ \textcircled{4} T_1 = \frac{a A_1 E_1 P \ell}{a^2 A_1 E_1 + (a + b)^2 A_2 E_2} & \textcircled{5} T_1 = \frac{b A_1 E_2 P \ell}{a^2 A_1 E_1 + (a + b)^2 A_2 E_2} \end{array}$$

(6) 前述の設問の解を用いると部材 DF の伸び λ_2 が求められる。 λ_2 を表す式を、下記の〔数式群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【F】にマークせよ。

〔数式群〕

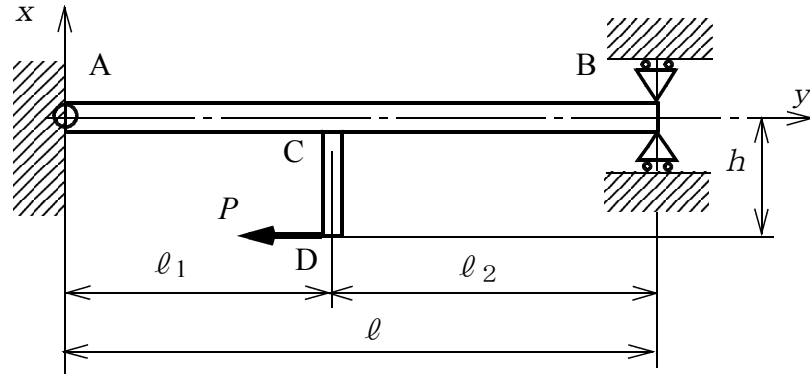
$$\textcircled{1} \lambda_2 = \frac{a h P \ell}{a^2 A_1 E_1 + (a + b)^2 A_2 E_2} \quad \textcircled{2} \lambda_2 = \frac{(a + b) h P \ell}{a^2 A_2 E_2 + (a + b)^2 A_1 E_1}$$

$$\textcircled{3} \lambda_2 = \frac{(a + b) h P \ell}{a^2 A_1 E_1 + (a + b)^2 A_2 E_2}$$

$$\textcircled{4} \lambda_2 = \frac{b h P \ell}{a^2 A_2 E_2 + (a + b)^2 A_1 E_1} \quad \textcircled{5} \lambda_2 = \frac{b h P \ell}{a^2 A_1 E_1 + (a + b)^2 A_2 E_2}$$

2

下図に示すような長さ ℓ のはり AB 上の点 C に直角に結合された腕 CD の先端 D に水平荷重 P が作用している。支点 A は回転支点であり、支点 B は水平方向に移動可能な回転支点である。腕 CD の先端 D に荷重 $P = 1.5 \text{ kN}$ を受けている。はりの長さ $\ell = 3.0 \text{ m}$ 、 $\ell_1 = 1.3 \text{ m}$ 、 $\ell_2 = 1.7 \text{ m}$ 、 $h = 0.8 \text{ m}$ である。ただし、支点反力は上向きを正（+）とし、下向きを負（-）とする。また、軸力は引張りを正（+）とし、圧縮を負（-）とする。下記の設問（1）～（4）に答えよ。



- （1）AC 間に作用する軸力を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：kN

- ① -0.8 ② -1.2 ③ -1.3 ④ -1.5 ⑤ -1.8

- （2）支点 A の垂直方向反力 R_A を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：kN

- ① -0.3 ② -0.4 ③ -0.5 ④ -0.6 ⑤ -0.8

- （3）支点 B の垂直方向反力 R_B を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：kN

- ① -0.4 ② -0.2 ③ 0.2 ④ 0.3 ⑤ 0.4

- （4）はり AB に生ずる最大曲げモーメント $M_{\max}$ を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

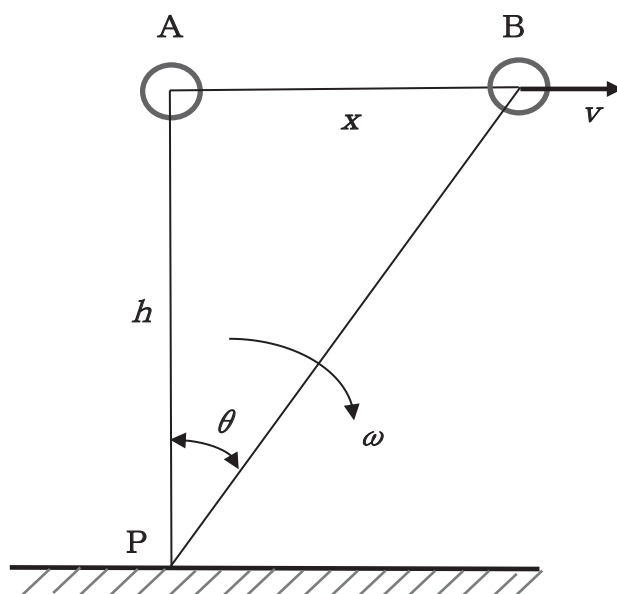
〔数値群〕 単位：kN・m

- ① 0.42 ② 0.52 ③ 0.68 ④ 0.83 ⑤ 1.2

〔3. 機械力学〕

1

図に示すように、物体が地上にあるP点の真上A点より水平に一定の速度 v で移動している。物体がA点より距離 x だけ離れたB点に達した。P点からA点までの視線をPA、B点までの視線をPBとする。PAの距離を h 、視線PAからPBまでの角度を θ として、以下の設問(1)～(3)に答えよ。



- (1) $v = \dot{x}$ であることより、水平方向の速度 v を θ を使って表す式を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。ただし、 $\dot{x}$ は $\frac{dx}{dt}$ (距離の時間による一階微分)を示す。同様に、 $\dot{\theta}$ は $\frac{d\theta}{dt}$ (角度の時間による一階微分)を示す。

〔数式群〕

- ① $h\dot{\theta}\sin\theta$ ② $h\dot{\theta}\sec^2\theta$ ③ $h\dot{\theta}\operatorname{cosec}^2\theta$ ④ $h\dot{\theta}\tan\theta$ ⑤ $h\dot{\theta}\cos^2\theta$

- (2) 視線PBの角速度 ω を表わす式を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

- ① $\frac{v}{h}\sin\theta$ ② $\frac{v}{h}\sin^2\theta$ ③ $\frac{v}{h}\cos\theta$ ④ $\frac{v}{h}\cos^2\theta$ ⑤ $\frac{v}{h}\tan^2\theta$

(3) 視線 P B の角加速度 α を表わす式を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\textcircled{1} -\frac{v}{h} \sin 2\theta \quad \textcircled{2} -\frac{v}{h} \cos 2\theta \cos^2 \theta \quad \textcircled{3} -\frac{v}{h} \sin 2\theta \cos^2 \theta$$

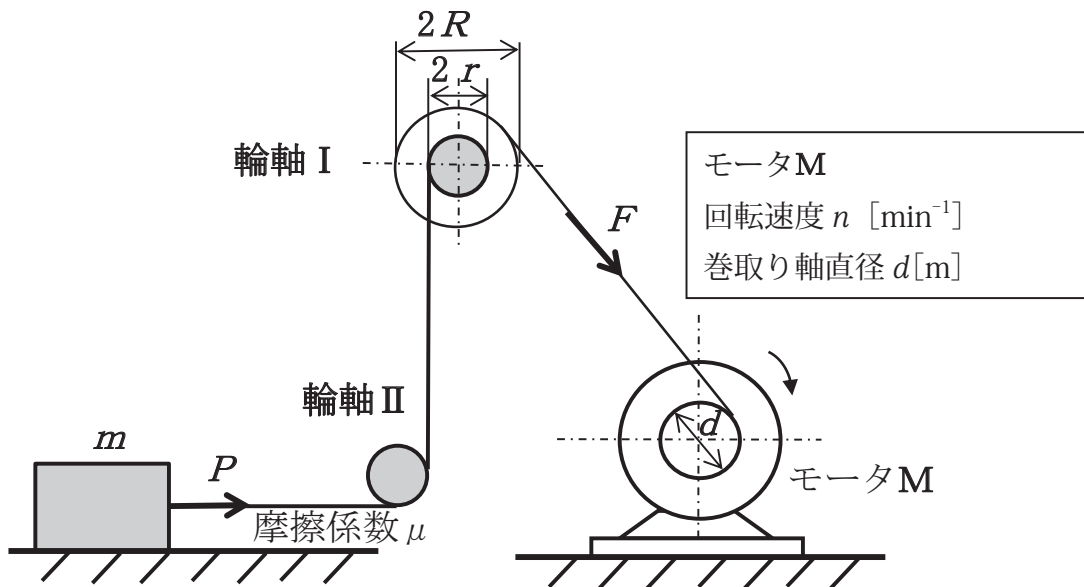
$$\textcircled{4} -\frac{v^2}{h^2} \cos \theta \cos^2 \theta \quad \textcircled{5} -\frac{v^2}{h^2} \sin 2\theta \cos^2 \theta$$

2

図は、質量 m の物体を輪軸を使って、モータ M により引き寄せる機構を示している。質量 m の物体と床との間の摩擦係数を μ とする。輪軸 I の外側円柱の直径を $2R$ 、内側円柱の直径を $2r$ とする。ただし、輪軸 I と II の円柱とロープとの摩擦は、すべて無視できるとし、重力加速度は $g[\text{m}/\text{sec}^2]$ とする。

モータ M の仕様は、回転速度 $n[\text{min}^{-1}]$ 、巻取り軸直径 $d[\text{m}]$ である。

以下の設問 (1) ～ (5) に答えよ。



(1) 摩擦係数 μ の床の上に置かれた物体 m を引き寄せるための力 P を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\textcircled{1} P = \frac{mg}{\mu} \quad \textcircled{2} P = mg \cdot \mu^2 \quad \textcircled{3} P = \frac{\mu}{mg} \quad \textcircled{4} P = mg \cdot \mu \quad \textcircled{5} P = mg^2 \cdot \mu$$

- (2) 輪軸を使って物体を引き寄せる力 F を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\textcircled{1} F = P \frac{R}{r} \quad \textcircled{2} F = \frac{r}{P \cdot R} \quad \textcircled{3} F = P \frac{r}{R} \quad \textcircled{4} F = \frac{R}{P \cdot r} \quad \textcircled{5} F = \frac{P}{R \cdot r}$$

- (3) モータの巻取り軸 d に生ずるトルク T を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\textcircled{1} T = \frac{2F}{d} \quad \textcircled{2} T = \frac{F}{2d} \quad \textcircled{3} T = \frac{4}{Fd} \quad \textcircled{4} T = \frac{Fd}{2} \quad \textcircled{5} T = \frac{Fd}{4}$$

- (4) この時のモータの巻取り軸 d の周速度 v を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\textcircled{1} v = \frac{n}{60 \cdot \pi \cdot d} \quad \textcircled{2} v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \quad \textcircled{3} v = \frac{60 \cdot n}{\pi \cdot d} \quad \textcircled{4} v = \frac{60}{\pi \cdot d \cdot n} \quad \textcircled{5} v = \frac{60 \cdot \pi \cdot d}{n}$$

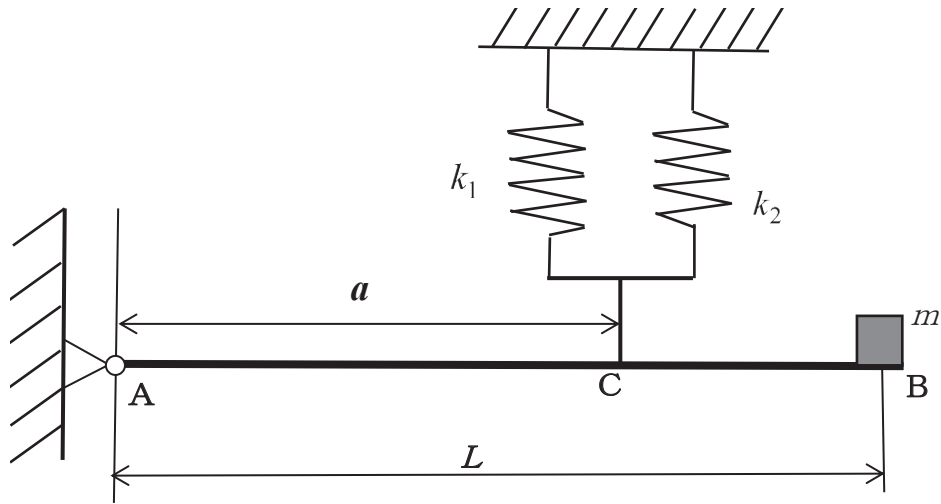
- (5) 巻き上げるために必要とするモータの動力 L [W] を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\textcircled{1} L = \frac{30 \cdot \pi \cdot T}{n} \quad \textcircled{2} L = \frac{T}{30 \cdot \pi \cdot n} \quad \textcircled{3} L = \frac{30}{\pi \cdot T \cdot n}$$
$$\textcircled{4} L = \frac{30 \cdot \pi \cdot n}{T} \quad \textcircled{5} L = \frac{\pi \cdot T \cdot n}{30}$$

3

図に示すような、A点を回転自由に支持され、質量を無視した片持ちはりABがある。そのC点部は、ばね定数 k_1 、 k_2 の並列結合されているばねで支えられている。今、はりの先端部B点に質量 m の物体を載せた。重力加速度を g とする。以下の設問（１）～（５）に答えよ。



- （１）C点を支えている２個の並列に置かれているばねの合成ばね定数 k を、 k_1 と k_2 を使って表す式を、下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。問（２）以降は、合成ばね定数 k を使用する。

〔数式群〕

① $\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$ ② $\frac{1}{k_1 + k_2}$ ③ $\frac{k_1 + k_2}{k_1 \cdot k_2}$ ④ $k_1 + k_2$ ⑤ $\frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$

- （２）はりのB点に質量 m の物体を載せた時、C点に作用する荷重を表す式を下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。ただし、質量 m の物体が作用する荷重を、 $P (= mg)$ とする。

〔数式群〕

① $\frac{a^2 P}{L^2}$ ② $\frac{a P}{L}$ ③ $\frac{L P}{a}$ ④ $\frac{L^2 P}{a}$ ⑤ $\frac{P L^2}{a^2}$

(3) はりの C 点の変位量を表す式を下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\textcircled{1} \frac{a^2 P}{L^2 k} \quad \textcircled{2} \frac{L^2 P}{a^2 k} \quad \textcircled{3} \frac{L P^2}{a k^2} \quad \textcircled{4} \frac{a^2 k}{L^2 P} \quad \textcircled{5} \frac{PL}{ak}$$

(4) はり A B のばね定数 K を表す式を下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\textcircled{1} \frac{L^2}{a^2 k} \quad \textcircled{2} \frac{L}{ak} \quad \textcircled{3} \frac{L^2 k}{a^2} \quad \textcircled{4} \frac{a^2 k}{L^2} \quad \textcircled{5} \frac{a}{Lk}$$

(5) 上記の図で示す状態でのはり A B の固有振動数を表す式を下記の〔数式群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔数式群〕

$$\textcircled{1} \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{mL^2}{a^2 k}} \quad \textcircled{2} \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{L^2 a}{mk^2}} \quad \textcircled{3} \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{ma^2 k}{L^2}} \\ \textcircled{4} \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{L^2 k}{ma^2}} \quad \textcircled{5} \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a^2 k}{mL^2}}$$

〔5. 熱工学〕

1

次の設問（１）～（５）は熱工学関連について記述したものである。各設問の答えとして最も適切な番号を解答用紙の解答欄【Ａ】～【Ｅ】にマークせよ。

（１）次のうち状態量でないものを下記の〔語句群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【Ａ】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① 圧力 ② 体積 ③ 仕事 ④ エンタルピー ⑤ エントロピー

（２）以下の単位のうちで圧力の単位でないものを下記の〔選択群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【Ｂ】にマークせよ。

〔選択群〕

- ① bar ② kgf/cm² ③ mmAq ④ mmHg ⑤ PS

（３）窒素の気体定数が 296.8 J/(kg・K)、比熱比が 1.40 であるとき、窒素の定容比熱の値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【Ｃ】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：kJ/(kg・K)

- ① 0.742 ② 7.42 ③ 74.2 ④ 742 ⑤ 7420

（４）エアコンで部屋を暖めている。そのエアコンの消費電力が 1.0 kW、成績係数は 5.0 であるとき、1 時間あたりに部屋に供給できる熱量を下記の〔選択群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【Ｄ】にマークせよ。

〔選択群〕

- ① 5.0 kJ ② 50 kJ ③ 300 kJ ④ 1.8 MJ ⑤ 18 MJ

（５）容器の中に空気が封じられている。この容器の安全弁は圧力が 0.2 MPa になると作動する。空気を理想気体と考え、最初の温度は 300 K、圧力は 0.1 MPa である。空気を加熱し始めてから、安全弁が作動する空気の温度を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【Ｅ】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：K

- ① 400 ② 500 ③ 600 ④ 700 ⑤ 800

2

温度 20 °C、圧力 0.20 MPa、体積 0.16 m^3 の空気を圧縮比が 3.0 になるまで等温圧縮したとき、以下の設問 (1) ～ (5) に答えよ。ただし、空気のガス定数は $0.2872 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。

- (1) 空気の質量として最も近い値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：kg

- ① 0.0380 ② 0.380 ③ 3.80 ④ 38.0 ⑤ 380

- (2) 圧縮後の圧力を下記の〔選択群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。

〔選択群〕

- ① 60 Pa ② 600 Pa ③ 6 kPa ④ 60 kPa ⑤ 600 kPa

- (3) 空気が圧縮するまでに空気がした仕事として最も近い答えを下記の〔選択群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。

〔選択群〕

- ① -35.2 kJ ② -352 J ③ 35.2 J ④ 352 J ⑤ 35.2 kJ

- (4) 空気が圧縮するまでの熱量の変化として最も近い答えを下記の〔選択群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔選択群〕

- ① -35.2 kJ ② -352 J ③ 35.2 J ④ 352 J ⑤ 35.2 kJ

- (5) 空気を圧縮した後、空気が抜けて同じ温度で、容積が最初の状態になった。このときの圧力が 0.1 MPa の場合、空気の抜けた質量として最も近い値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：kg

- ① 0.0190 ② 0.190 ③ 1.90 ④ 19.0 ⑤ 190

〔6. 制御工学〕

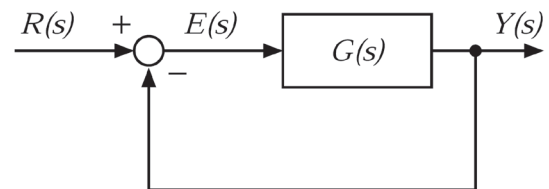
1

次の文章は制御系の「定常特性」について述べたものである。空欄【A】～【K】に最も適切な語句または数式を〔選択群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【K】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

制御系で最も望まれる特性は「安定性」であり、安定なシステムに入力信号を与えると、時間の経過とともに【A】状態から定常な状態へ収束する出力の応答を示す。これを定常応答という。定常状態に落ち着いた値は定常値という。

フィードバックシステムの目的は、【B】と制御量を一致するように制御することであるが、制御量が【B】と異なる定常値になる場合もある。このときの【B】と定常値の差を定常偏差といい、この値はできるだけ【C】方が望ましく、システムの精度を表す重要な要素である。

例として、右図に示す直接フィードバックシステムについて考えてみると

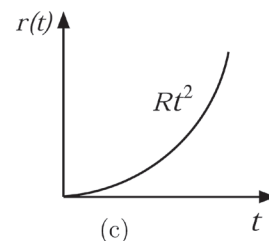
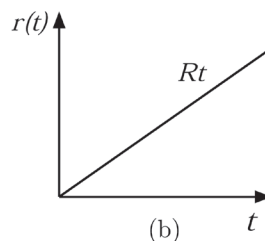
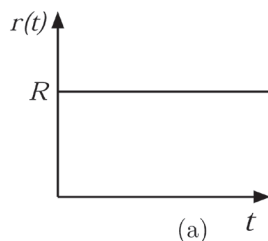


偏差 $E(s)$ は、 $E(s) = \frac{\text{【D】}}{1 + \text{【E】}}$ となる。

定常偏差 e_s は、【F】の定理を用いると

伝達関数のまま計算ができるので、 $e_s = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{\text{【H】}}{\text{【G】} + 1 + \text{【E】}}$ より算出できる。

フィードバックシステムの定常偏差を評価する場合、加えられる入力信号は、主に以下の(a)～(c)の3つの波形が用いられる。



- (a) の入力波形を与えた場合

$R(s) = \frac{R}{s}$ を代入して求める。この場合は定常【I】偏差という。

- (b) の入力波形を与えた場合

$R(s) = \frac{R}{s^2}$ を代入して求める。この場合は定常【J】偏差という。

- (c) の入力波形を与えた場合

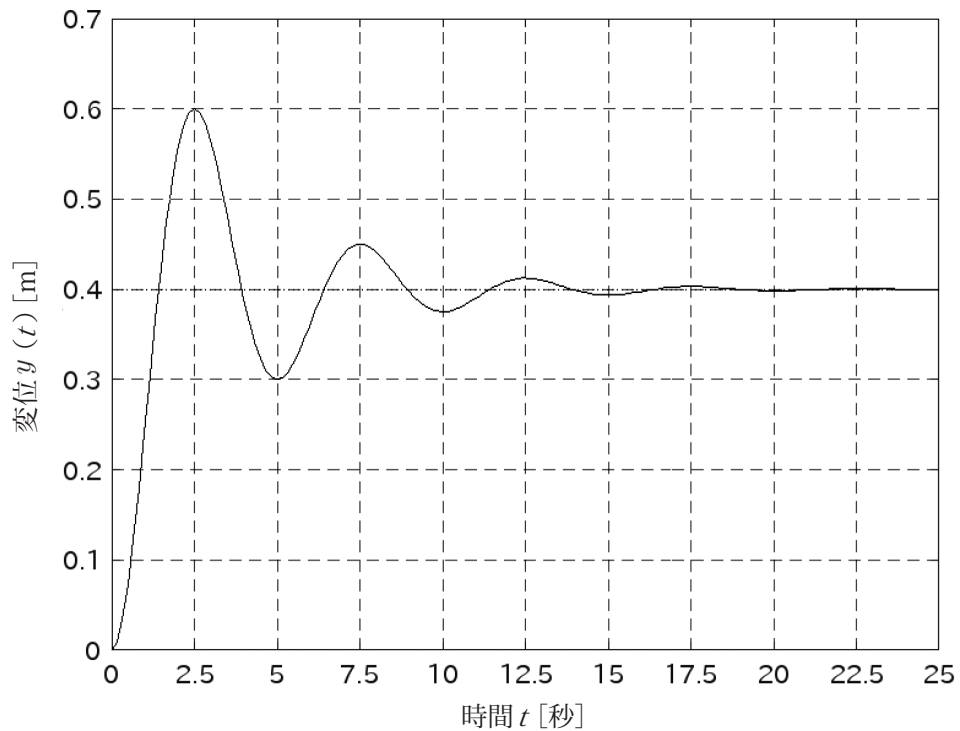
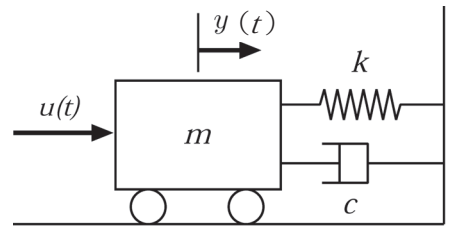
$R(s) = \frac{2R}{s^3}$ を代入して求める。この場合は定常【K】偏差という。

〔選択群〕

- | | | | | | |
|----------|----------|--------------|-----------------|---------------------|--------------------------|
| ① 位置 | ② 大きい | ③ 加速度 | ④ 過渡 | ⑤ 共振 | ⑥ 最終値 |
| ⑦ 速度 | ⑧ 小さい | ⑨ フィードバック量 | ⑩ 目標値 | ⑪ $s \rightarrow 0$ | ⑫ $s \rightarrow \infty$ |
| ⑬ $G(s)$ | ⑭ $R(s)$ | ⑮ $G(s)R(s)$ | ⑯ $G(s) + R(s)$ | ⑰ $sG(s)$ | ⑱ $sR(s)$ |

2

右図のような質量 m 、ダンパの粘性係数 c 、ばね定数 k からなる系に外力 $u(t) = 1 \text{ N}$ を加えたときの変位 $y(t)$ を表す図が、以下のように得られた。次の設問 (1) ～ (5) に答えよ。



- (1) 以下の文章の空欄【A】～【D】に適切な数値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【D】にマークせよ。ただし、数値の重複使用は不可である。

時間応答における制御特性の速応性を表す指標として、立ち上がり時間 t_r と遅れ時間 t_d がある。それぞれの時間は、得られた図において、変位 $y(t)$ の値から読み取ることができる。

- ・立ち上がり時間 t_r は、変位 $y(t)$ の値が【A】から【B】までの時間である。
- ・遅れ時間 t_d は、変位 $y(t)$ の値が【C】から【D】までの時間である。

〔数値群〕 単位：m

- ① 0 ② 0.04 ③ 0.2 ④ 0.25 ⑤ 0.3 ⑥ 0.36 ⑦ 0.4 ⑧ 0.6

- (2) この系の運動方程式を求め、その後ラプラス変換して伝達関数 $G(s)$ を求めたとき、その伝達関数 $G(s)$ が表す制御系の要素として、最も適切なものを下記の〔語句群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① 遅れ時間要素 ② 積分要素 ③ 微分要素
④ 1 次遅れ要素 ⑤ 2 次遅れ要素

- (3) この系の減衰係数 ζ を計算し、最も近い値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【F】にマークせよ。

〔数値群〕

- ① 0.023 ② 0.124 ③ 0.216 ④ 0.355 ⑤ 0.496

- (4) 質量 m [kg] を計算し、最も近い値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【G】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：kg

- ① 0.88 ② 1.09 ③ 1.35 ④ 1.51 ⑤ 1.89

- (5) ダンパの粘性係数 c [Ns/m] を計算し、最も近い値を下記の〔数値群〕の中から選び、その番号を解答用紙の解答欄【H】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：Ns/m

- ① 0.66 ② 0.84 ③ 1.16 ④ 1.45 ⑤ 1.72

〔7. 工業材料〕

1

次に示す文章は、鉄鋼について記述したものである。文章中の空欄【 A 】～【 J 】に最適と思われる語句を〔語句群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【 A 】～【 J 】にマークせよ。ただし、重複使用は不可である。

鉄鋼材料の主成分は鉄（Fe）であり、そのほかに必ず含まれる元素として、【 A 】、【 B 】、マンガン（Mn）、リン（P）およびイオウ（S）の 5 元素がある。【 A 】はとくに重要な元素であり、その含有量が鉄鋼材料を大分類する場合の基本になる。すなわち、【 A 】が 0.02% 以下は純鉄、0.02% を超えるものを【 C 】と呼ぶのが一般的である。

鉄鋼材料の基本である純鉄は、室温から昇温していくと、融点に至るまでに結晶構造が 2 回変化する。純鉄は、室温での結晶構造は【 D 】で、そのときの金属組織は α 鉄である。 α 鉄は一般には【 E 】と呼ばれており、室温から徐々に昇温していくと、はじめに現れるのが【 F 】で、この温度では結晶構造は変化しないが、強磁性体から常磁性体になるので、この現象は【 G 】と呼ばれている。すなわち、この温度までは磁石に付くが、これより高温では磁石に付かなくなる。

さらに昇温して【 H 】に達すると、結晶構造が【 I 】の γ 鉄に変化する。この γ 鉄は、一般には【 J 】とも呼ばれており、 α 鉄に比べて軟質で変形しやすい性質を持っている。

〔語句群〕

- | | | | | |
|------------|---------|-------------|-------------|-------------|
| ① 体心立方晶 | ② 面心立方晶 | ③ A_1 変態点 | ④ A_2 変態点 | ⑤ A_3 変態点 |
| ⑥ 磁気変態 | ⑦ 鑄鉄 | ⑧ 鋼（はがね） | ⑨ 炭素（C） | ⑩ クロム（Cr） |
| ⑪ シリコン（Si） | ⑫ パーライト | ⑬ フェライト | ⑭ オーステナイト | |

2

次に示す設問（1）～（10）は各種工業材料について記述したものである。各設問について最適と思われる語句を選び、その番号を解答用紙の解答欄【 A 】～【 J 】にマークせよ。

（1）次に示す工具材料のうち、もっとも耐熱性に優れているものを解答欄【 A 】にマークせよ。

- ① 超硬合金 ② ダイヤモンド ③ セラミックス ④ 高速度工具鋼

（2）次に示すセラミック材料のうち、導電率が高いので、電気炉の発熱体としてもよく利用されているものを解答欄【 B 】にマークせよ。

- ① 炭化ケイ素（SiC） ② 酸化アルミ（ Al_2O_3 ） ③ 酸化チタン（ TiO_2 ） ④ 窒化アルミ（AlN）

（3）次に示す樹脂材料のうち、熱可塑性樹脂でフィルムとして包装用や農業用、家具や自動車のシートなどに用いられているものを解答欄【 C 】にマークせよ。

- ① ポリ塩化ビニル ② ポリアミド ③ ポリカーボネート ④ ポリスチレン

(4) 一般にナイロンとよばれるもので、エンジニアリングプラスチックとしても重要なものである。歯車、ボルト、自動車部品や電気製品の部品などに用いられているものを解答欄【D】にマークせよ。

- ① ポリ塩化ビニル ② ポリアミド ③ ポリエチレン ④ ポリスチレン

(5) 酸やアルカリに溶けやすく、犠牲電極としてのめっき金属や乾電池の陰極に使用されている。トタンは、軟鋼板にこの金属をめっきしたもので、建築資材として大量に使用されているものを解答欄【E】にマークせよ。

- ① 銅 ② 錫（スズ） ③ 亜鉛 ④ ニッケル

(6) 銅の約半分の重さで、海水環境に対して優れた耐食性を有している。アルミニウムおよびバナジウムとの合金は、時効処理によって 1000MPa 以上の引張強度が得られるので、化学工業や機械工業などの構造部材に使用されているものを解答欄【F】にマークせよ。

- ① モリブデン ② ニッケル ③ クロム ④ チタン

(7) 次に示す非鉄金属のうち、密度がもっとも小さいものを解答欄【G】にマークせよ。

- ① チタン ② マグネシウム ③ ニッケル ④ アルミニウム

(8) 次に示す非鉄金属のうち、強磁性体（磁石に付くもの）を解答欄【H】にマークせよ。

- ① チタン ② 銅 ③ アルミニウム ④ ニッケル

(9) 次に示す合金元素のうち、快削鋼において、被削性を向上させるために添加されているものを解答欄【I】にマークせよ。

- ① クロム ② ニッケル ③ イオウ ④ モリブデン

(10) ステンレス鋼の JIS による鋼種記号を解答欄【J】にマークせよ。

- ① SUJ ② SUM ③ SUP ④ SUS