

令和1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1年11月17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

図1のように、長さ ℓ の棒が上端を剛体天井にA、Cで固定されており、下端B、Dが剛体板に接続されている。部材ABは、アルミニウム製であり、部材CDは、軟鋼製である。また、両者とも横断面積は 500mm^2 である。部材ABおよびCDの縦弾性係数は、それぞれ $E_A = 69\text{GPa}$ および $E_S = 206\text{GPa}$ とし、部材の長さ $\ell = 1.5\text{m}$ で両者の間隔 $a = 1.2\text{m}$ とする。荷重 $P = 40\text{kN}$ で、 $x = 40\text{cm}$ のとき、以下の設問(1)～(4)に答えよ。

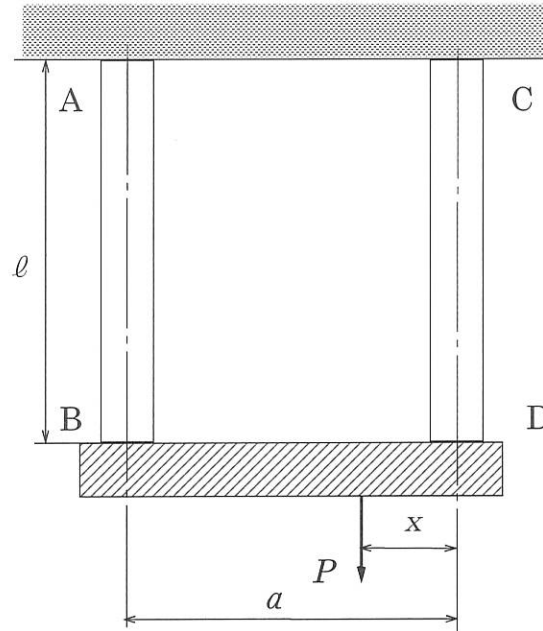


図1

- (1) 部材CDに作用する張力として最も近い値を下記の〔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 20 ② 24 ③ 27 ④ 30 ⑤ 34 ⑥ 36

- (2) 部材ABの伸び λ_A を計算し、その答に最も近い値を下記の〔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：mm

- ① 0.38 ② 0.49 ③ 0.51 ④ 0.58 ⑤ 0.62 ⑥ 0.69

- (3) 部材 CD の伸び λ_s を計算し、その答に最も近い値を下記の〔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：mm

- ① 0.29 ② 0.34 ③ 0.39 ④ 0.43 ⑤ 0.48 ⑥ 0.59

- (4) 荷重 P を加える位置によって、両部材の伸びは変化する。部材 AB の伸び λ_A と部材 CD の伸び λ_s が等しくなるような x の値を計算し、その答に最も近い値を下記の〔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：cm

- ① 30 ② 32 ③ 34 ④ 35 ⑤ 36 ⑥ 38

- 2 図2のような、ばね鋼材料で作られたコイルばねがある。ばねの素線径 $d = 20\text{mm}$ 、コイル平均半径 $R = 100\text{mm}$ 、有効巻数 $n = 6$ 、横弾性係数 $G = 83\text{GPa}$ である。つる巻角 α は微小とし、荷重 $P = 3.0\text{kN}$ を作用させたとき、下記の設問 (1) ~ (3) に答えよ。

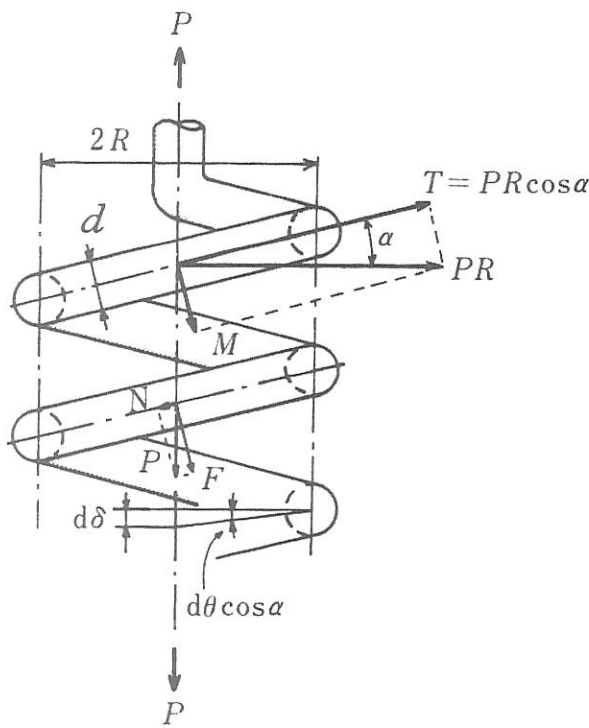


図 2

(参考) 素線の微小長さ $d\ell$ 部分のねじれによってコイル中心線上に生ずるばねの微小な伸び $d\delta$ は、次式で与えられる。

$$d\delta = R d\theta \cos \alpha \approx \frac{TR}{GI_p} d\ell$$

これをばねの全有効長 ℓ にわたって積分すれば、全体の伸び δ が得られる。

- (1) ばね素線に作用するねじりモーメント T として最も近い値を下記の〔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：N・m

- ① 260 ② 280 ③ 300 ④ 320 ⑤ 340 ⑥ 360

- (2) ねじりモーメント T により、ばねに発生する最大せん断応力 τ_{\max} として最も近い値を下記の〔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：MPa

- ① 125 ② 136 ③ 145 ④ 163 ⑤ 180 ⑥ 191

- (3) ばねの伸び δ を計算し、最も近い値を下記の〔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：mm

- ① 72 ② 87 ③ 92 ④ 95 ⑤ 97 ⑥ 102

3

図3に示すような、両端単純支持はり、集中荷重 $W_1 = 15\text{kN}$ 、 $W_2 = 8.0\text{kN}$ をうけている。
 はりの全長は $\ell = 2.0\text{m}$ であり、 $a = 80\text{cm}$ 、 $b = 50\text{cm}$ 、 $c = 70\text{cm}$ である。
 下記の設問 (1) ~ (5) に答えよ。

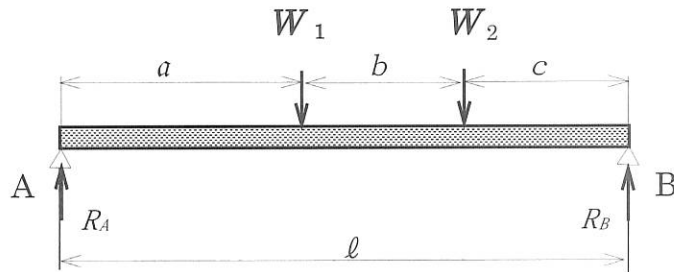


図3

(1) はりの支点反力 R_A を計算し、最も近い値を下記の〔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 8 ② 9 ③ 10 ④ 11 ⑤ 12 ⑥ 14

(2) はりの支点反力 R_B を計算し、最も近い値を下記の〔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 8 ② 9 ③ 10 ④ 11 ⑤ 12 ⑥ 14

(3) はりに作用する最大曲げモーメント M_{\max} を計算し、最も近い値を下記の〔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・m

- ① 7.5 ② 8.0 ③ 8.3 ④ 8.5 ⑤ 9.0 ⑥ 9.4

- (4) はりの断面形状を、図4に示す。その寸法は、 $h_1 = 120\text{mm}$ 、 $h_2 = 100\text{mm}$ 、 $b_1 = 80\text{mm}$ 、 $b_2 = 60\text{mm}$ 、 $t = 10\text{mm}$ である。はりの断面二次モーメント I を計算し、最も近い値を下記の〔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。

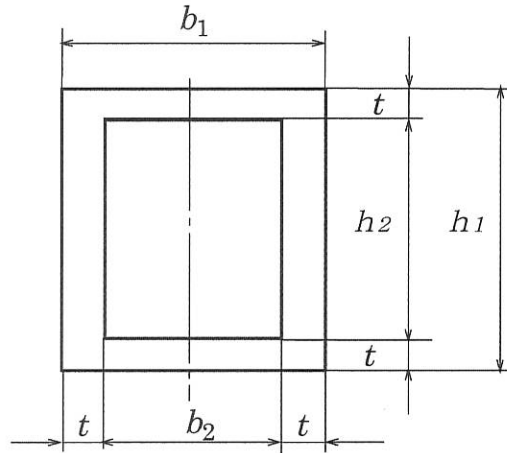


図4

〔数値群〕 単位： $\times 10^{-6}\text{m}^4$

- ① 4.6 ② 5.8 ③ 6.0 ④ 6.5 ⑤ 7.1 ⑥ 9.8

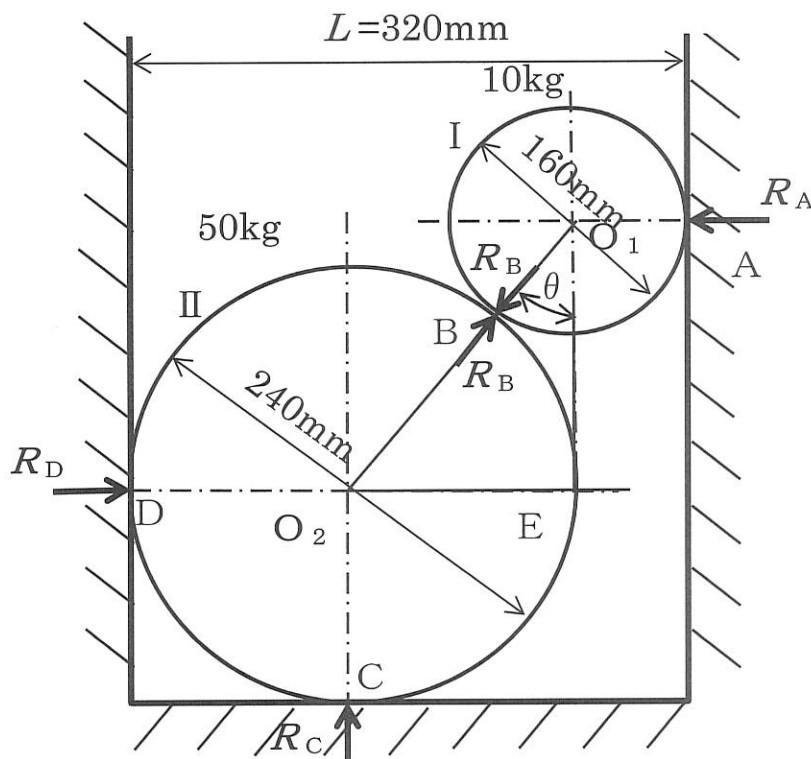
- (5) はりに生ずる最大曲げ応力 σ_{\max} を計算し、最も近い値を下記の〔数値群〕から選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：MPa

- ① 66 ② 70 ③ 75 ④ 80 ⑤ 87 ⑥ 93

[3. 機械力学]

- 1 下図は、直径 160mm、240mm で質量が 10kg、50kg の 2 個の円柱 I と II が、底面から直角の両側面の壁で拘束されている。側面間の距離は、 $L = 320\text{mm}$ とする。図中 A、B、C、D 点の接触点の反力 R_A 、 R_B 、 R_C 、 R_D を求めたい。以下の設問 (1) ~ (5) に答えよ。ただし重力加速度 g は、文字式をそのまま使用する。



- (1) 図中の線分 $O_1 O_2$ の角度である θ を、下記の〔数値群〕から最も近い値の一つを選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】にマークせよ。

〔数値群〕

- ① 23.5° ② 25.2° ③ 32.5° ④ 36.9° ⑤ 53.1°

- (2) 円柱 I の A 点の反力 R_A を、下記の〔数値群〕から最も近い値の一つを選び、その番号を解答用紙の解答欄【B】にマークせよ。 $(g$ は、重力加速度)

〔数値群〕 単位：N

- ① $3.8g$ ② $6.2g$ ③ $7.5g$ ④ $12.5g$ ⑤ $24.5g$

- (3) 円柱 I と II の B 点の反力 R_B を、下記の〔数値群〕から最も近い値の一つを選び、その番号を解答用紙の解答欄【C】にマークせよ。 $(g$ は、重力加速度)

〔数値群〕 単位：N

- ① $3.8g$ ② $6.2g$ ③ $7.5g$ ④ $12.5g$ ⑤ $24.5g$

- (4) 円柱ⅡのC点の反力 R_c を、下記の〔数値群〕から最も近い値を一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。(gは、重力加速度)

〔数値群〕 単位：N

- ① 30.5 g ② 40.0 g ③ 50.5 g ④ 55.0 g ⑤ 60.0 g

- (5) 円柱ⅡのD点の反力 R_d を、下記の〔数値群〕から最も近い値を一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【E】にマークせよ。(gは、重力加速度)

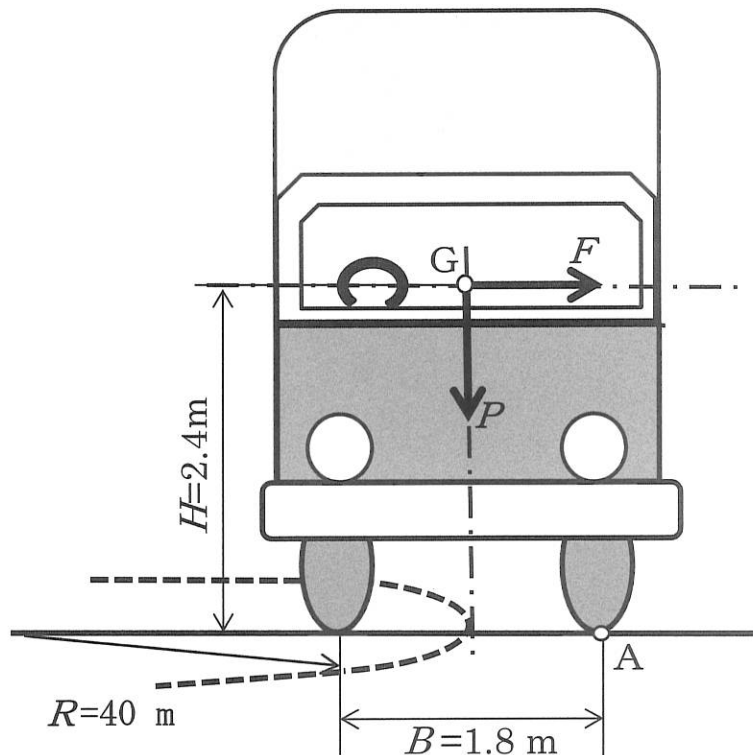
〔数値群〕 単位：N

- ① 3.8 g ② 6.2 g ③ 7.5 g ④ 12.5 g ⑤ 24.5 g

2

下図は、車の重心 G が高さ $H = 2.4$ mで、車幅 $B = 1.8$ mの中央点に位置している状態を表している。さらに図は、遠心力 F とトラック自身の自重による重力 P が作用している状態を表している。トラックの質量 m は、 8000 kg (= 8ton) である。

このトラックが、半径 $R = 40$ mの平らなカーブを速度 v [m/s] で曲がろうとしている。以下の設問(1)～(4)に答えよ。ただし重力加速度は、 $g = 9.8$ m/s²とする。



- (1) トラックの重心 G 点における遠心力 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【A】にマークせよ。ただし速度 v は、未知数としてそのまま使用する。

〔数式群〕 単位：N

- ① $100v^2$ ② $180v^2$ ③ $200v^2$ ④ $280v^2$ ⑤ $350v^2$

- (2) 図中のA点に関する遠心力 F によるモーメント M_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。ただし速度 v は、未知数としてそのまま使用する。

〔数式群〕 単位：N・m

- ① $180v^2$ ② $240v^2$ ③ $320v^2$ ④ $480v^2$ ⑤ $520v^2$

- (3) 図中A点に関するトラックの重力 P によるモーメント M_P を、下記の〔数値群〕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。

〔数値群〕 単位：N・m

- ① 30850 ② 42605 ③ 70560 ④ 80210 ⑤ 86400

- (4) このトラックがカーブを曲がる時、横転しないためには、いくら以内の速度 v でなければならないか。下記の〔数値群〕から最も近い値を一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【D】にマークせよ。

〔数値群〕 単位：m/s

- ① 12.1 ② 14.2 ③ 18.4 ④ 24.8 ⑤ 42.6

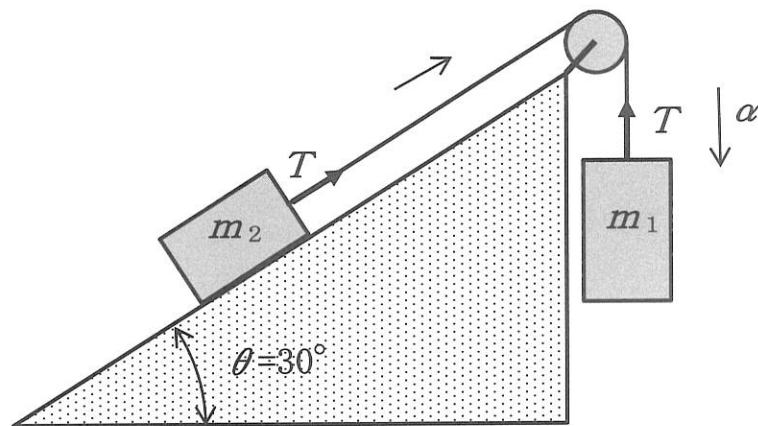
3

下図に示すように、傾き 30° の斜面の頂点に、滑車を取り付けてある。この滑車にかけたひもの両端に、質量 m_1 のおもりと m_2 の物体を取り付けたところ、質量 m_1 のおもりは、加速度 α で下がり始めた。同時に m_2 の物体も加速度 α で動き始めた。ひもの張力を T 、重力加速度を g とする。

ただし、以下の条件があるとする。

- ① ひもおよび滑車の摩擦と質量は、無視できるものとする。
- ② 斜面の摩擦は、無視できるものとする。
- ③ m_1 と m_2 の大きさの関係は右に示す通りとする。 ($m_1 > m_2$)

以下の設問 (1) ~ (4) に答えよ。



- (1) おもり m_1 の運動方程式を、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。

〔数式群〕

① $m_1\alpha = \frac{1}{4}m_1g - T$ ② $m_1\alpha = 2m_1g - T$ ③ $m_1\alpha = 4m_1g - T$ ④ $m_1\alpha = m_1g - T$ ⑤ $m_1\alpha = \frac{1}{2}m_1g - T$

- (2) おもり m_2 の運動方程式を、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 $m_2\alpha = 2T - m_2g$ ② $m_2\alpha = T - \frac{1}{2}m_2g$ ③ $m_2\alpha = T - m_2g$ ④ $m_2\alpha = 2m_2g - T$ ⑤ $m_2\alpha = T - \frac{1}{4}m_2g$

- (3) 上記2式から求めた加速度 α 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〕

① $\frac{2(m_1 - m_2)g}{(2m_1 + m_2)}$ ② $\frac{2(m_1 - m_2)g}{(m_1 + 2m_2)}$ ③ $\frac{(2m_1 - m_2)g}{2(m_1 + m_2)}$ ④ $\frac{(m_1 - 2m_2)g}{2(m_1 + m_2)}$ ⑤ $\frac{(m_1 - m_2)g}{2(m_1 + m_2)}$

(4) ひもの張力 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【D】にマークせよ。

〔数式群〕

① $\frac{m_1 m_2 g}{2(m_1 + m_2)}$ ② $\frac{3m_1 m_2 g}{2(m_1 + m_2)}$ ③ $\frac{2m_1 m_2 g}{(m_1 + m_2)}$ ④ $\frac{3m_1 m_2 g}{(m_1 + m_2)}$ ⑤ $\frac{2m_1 m_2 g}{3(m_1 + m_2)}$

[5. 熱工学]

1

次の文章はカルノーサイクルについて述べたものである。以下の設問（1）、（2）の空欄に適切な数値または語句を〔選択群〕より一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【A】～【O】にマークせよ。解答は重複使用を可とする。

(1) 右図 (a)、(b) はカルノーサイクルの状態変化を表す PV 線図と TS 線図である。高熱源の温度を T_1 とすると、状態②から③は温度 T_1 での【A】膨張、③から④は【B】膨張をして、④から①に【A】圧縮、①から②へ【B】圧縮するとして、可逆サイクルを行っている。一般にサイクルの有効仕事を L とすると熱力学の【C】法則から、 $L = 【D】$ が成り立ち、熱機関のサイクルの熱効率を η とすると $\eta = L / Q_1$ で定義され、 L と Q_1 および Q_2 の関係を代入すると

$$\eta = 1 - \frac{【E】}{Q_1}$$

が得られる。また、カルノーサイクルでは

$$Q_2 / Q_1 = 【F】 / 【G】$$

が成り立ち、これを上式に代入することにより、カルノーサイクルでは

$$\eta = 1 - T_2 / T_1$$

で熱効率が求められる。また、 S をエントロピとし、可逆過程におけるエントロピの定義 $dS = dQ / T$ から $dQ = TdS$ となり、可逆カルノーサイクルの等温過程においては TS 線図より、等エントロピ変化となり、図より ΔS を②から③の正のエントロピ変化とすると、

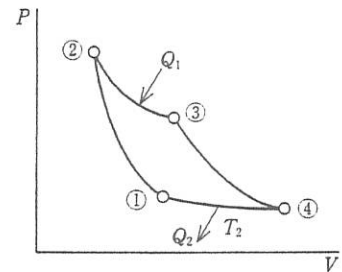
$$Q_1 = 【H】 \times \Delta S, \quad Q_2 = 【I】 \times \Delta S$$

となり、エントロピ変化がわかれば Q_1 および Q_2 を求めることができる。

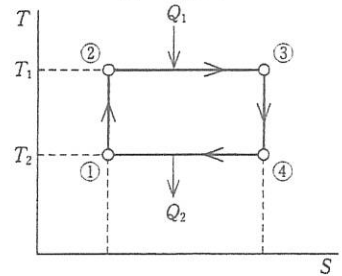
等温過程の Q_1 、 Q_2 を求める式は仕事 W_1 、 W_2 と同じであり、次式でも求められる。

$$W_1 = Q_1 = P_2 V_2 \ln \left(\frac{V_3}{V_2} \right) = mRT_1 \ln \left(\frac{V_3}{V_2} \right)$$

$$W_2 = Q_2 = P_1 V_1 \ln \left(\frac{V_4}{V_1} \right) = mRT_2 \ln \left(\frac{V_4}{V_1} \right)$$



(a) PV 線図



(b) TS 線図

この場合、エントロピー変化は図より $Q_2 > 0$ であり、等温過程におけるボイルの法則 $PV = \text{一定}$ から、容積比と圧力比を用いても表すことができる。すなわち、次式で求められる。

$$\Delta S = \frac{Q_1}{T_1} = mR \ln \left(\frac{V_3}{V_2} \right) = mR \ln (\text{【J】})$$

$$\Delta S = \frac{Q_2}{T_2} = mR \ln \left(\frac{V_4}{V_1} \right) = mR \ln \left(\frac{P_1}{P_4} \right)$$

(2) 設問 (1) の図 (a)、(b) において、②の圧力 P_2 が 1.0MPa、温度 300K の理想気体 0.01m³ をシリンダー・ピストンで構成される容器に入れて、準静的に等温過程で③の $P_3 = 0.1\text{MPa}$ まで膨張させたときの膨張後③の気体の体積 V_3 を求めると、 $V_3 = \text{【K】 m}^3$ となる。その時気体が周囲にした仕事を W_1 とすると、 $W_1 = \text{【L】 kJ}$ 、熱量 Q_1 は 【M】 kJ となる。このときのエントロピー変化 ΔS は 【N】 kJ/K が得られ、さらに、この気体の気体定数 R を $0.3\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ とすると、この理想気体の質量は 【O】 kg となる。

[選択群]

- | | | | | | |
|---------------|---------------|-------------|-------------|---------|---------|
| ① 0.08 | ② 0.1 | ③ 0.8 | ④ 20 | ⑤ Q_1 | ⑥ Q_2 |
| ⑦ $Q_1 - Q_2$ | ⑧ $Q_2 - Q_1$ | ⑨ P_3/P_2 | ⑩ P_2/P_3 | ⑪ T_1 | ⑫ T_2 |
| ⑬ 第1 | ⑭ 第2 | ⑮ 断熱 | ⑯ 等圧 | ⑰ 等容 | ⑱ 等温 |

2

高温炉の耐火煉瓦の設計に関する問題である。手順の空欄【A】～【E】に当てはまる最も近い数値を〔数値群〕から選び、その番号を解答欄【A】～【E】にマークせよ。

高温炉に熱伝導率が $0.8\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ で、面積 1m^2 の厚さ未定の耐火煉瓦に、さらに熱伝導率が $0.2\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ の同じ大きさの厚み 10cm の断熱材を重ねた炉壁がある。炉壁内側の壁の温度は 1273K に保たれており、外側は外気の温度 273K の空気に接し、自然対流熱伝達だけにより、熱エネルギーが空気中に移動するとする。その熱伝達率を $7.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ とする。断熱材の安全使用のため断熱材内側の温度を 973K 以下にしたい。この場合、耐火煉瓦の厚みを何 cm 以上にする必要があるかを求めよ。

手順

炉壁内側の耐火煉瓦の温度を $T_1[\text{K}]$ 、耐火煉瓦と断熱材の接面の温度を $T_2[\text{K}]$ 、断熱材外側の温度を $T_3[\text{K}]$ 、空気の温度を $T_a[\text{K}]$ とし、耐火煉瓦の厚みを $\delta_1[\text{m}]$ 、熱伝導率を λ_1 、断熱材の厚みを $\delta_2[\text{m}]$ 、熱伝導率を λ_2 、空気側の熱伝達率を h とするとき、耐火煉瓦および断熱材を通過する熱流束 q は以下の式で表わされる。

$$q = (\lambda_1/\delta_1) \cdot (T_1 - T_2) = (\lambda_2/\delta_2) \cdot (T_2 - T_3) = h(T_3 - T_a) \quad (1)$$

さらに、これらから、次式が誘導できる。

$$q = \frac{T_1 - T_a}{\frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{h}} \quad (2)$$

$$q = \frac{T_2 - T_a}{\frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{h}} \quad (3)$$

まず、(3) 式に $T_2 = \text{【A】}[\text{K}]$ 、 $T_a = \text{【B】}[\text{K}]$ 、 $\delta_2 = \text{【C】}[\text{m}]$ 、さらに、 λ_2 、 h に与えられた値を代入し、炉壁を通過する熱流束を求めると、 $q = \text{【D】}[\text{W}/\text{m}^2]$ が得られる。この値を(1)式に代入することによって耐火煉瓦の厚さを求めることができ、 $\delta_1 = \text{【E】}[\text{cm}]$ が得られる。

〔数値群〕

- | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|--------|
| ① 0.1 | ② 0.2 | ③ 0.5 | ④ 1 | ⑤ 20 |
| ⑥ 273 | ⑦ 873 | ⑧ 973 | ⑨ 1100 | ⑩ 1273 |

〔6. 制御工学〕

1

制御に関する次の設問（1）～（8）に答えよ。

- （1）制御で第一に要求される制御特性はどれか。最も適切なものを下記の〔語句群〕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。

〔語句群〕

- ① 安定性 ② 過渡特性 ③ 周波数特性 ④ 速応性 ⑤ フィードバック特性

- （2）制御システムの基本構造は、「制御目的」「制御装置」「制御対象」の3つの要素で構成されるが、制御対象と制御装置がフィードバックループを形成するシステムにおいて制御対象からの出力を表す語句はどれか。最も適切なものを下記の〔語句群〕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。

〔語句群〕

- ① 検出値 ② 制御量 ③ 操作量 ④ フィードバック量 ⑤ 目標値

- （3）制御方式に電気式・空気圧式・油圧式があり、回路による制御やラダー図を使った表現によるプログラム制御を行う。次の段階で行うべき制御が完全に定められている順序制御と、前段階の制御結果に応じて次の段階の制御を選定する条件制御があり、JISにも規定されている制御技術はどれか。最も適切なものを下記の〔語句群〕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。

〔語句群〕

- ① シーケンス制御 ② 追従制御 ③ 定置制御 ④ デジタル制御 ⑤ ロバスト制御

- （4）入力信号に応じて一定角度ずつ回転し、別名「パルスモータ」とも呼ばれる。オープンループで制御できるモータであり、モータにかかる負荷が大きくなると「脱調」の欠点を持つ。プリントヘッドの位置を動かしたり、印刷用紙を送ったりするプリンタにも用いられているモータはどれか。最も適切なものを下記の〔語句群〕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。

〔語句群〕

- ① PWM モータ ② サーボモータ ③ ステッピングモータ
④ マイクロモータ ⑤ リニアモータ

- (5) 過渡応答の特性指標のうち、応答が定常値の 10% から 90% までに達する時間を表す語句はどれか。最も適切なものを下記の〔語句群〕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。

〔語句群〕

- ① 行き過ぎ時間 ② 遅れ時間 ③ 整定時間 ④ 立ち上がり時間 ⑤ 定常時間

- (6) 入力に対してあらかじめ定められた時間だけ遅れて出力側の接点を開閉するリレーで、動作形式に「オンディレー」と「オフディレー」がある制御機器はどれか。最も適切なものを下記の〔語句群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【F】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① リミットスイッチ ② カウンタ ③ 近接スイッチ ④ タイマー ⑤ リードスイッチ

- (7) 制御では、制御量を目標値に一致させることは難しく、原理的にオフセットが生じる。オフセットが現れた場合に操作量を変えて、オフセットを打ち消す動作をするが、強すぎるとハンチングが起きやすくなる制御動作はどれか。最も適切なものを下記の〔語句群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【G】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① 1次遅れ動作 ② 2次遅れ動作 ③ 積分動作 ④ 微分動作 ⑤ 比例動作

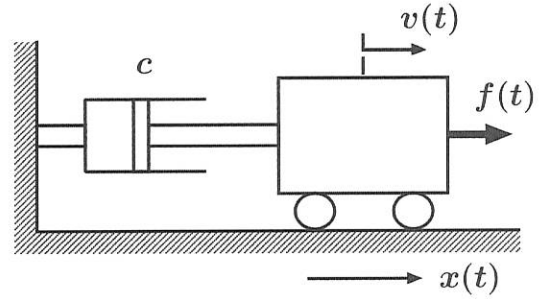
- (8) 正弦波の入力信号に対して示す応答の表現のうち、横軸に対数目盛の角周波数 [rad/s]、縦軸にデシベル値で示したゲイン [dB] をとったゲイン曲線と位相 [deg] をとった位相曲線により、システムの解析や演算など設計を進めていく上で、重要な意味をもつ線図はどれか。最も適切なものを下記の〔語句群〕から一つ選び、その番号を解答用紙の解答欄【H】にマークせよ。

〔語句群〕

- ① 伝達線図 ② フィードバック線図 ③ プロセス線図
④ ブロック線図 ⑤ ボード線図

2

右図に示す質量 m の移動物体に粘性摩擦係数 c のダンパが取り付けられている。移動物体と平面の摩擦などによる力は作用しないものとして、次の設問 (1) ~ (4) に答えよ。



- (1) 入力を力 $f(t)$ 、出力を速度 $v(t)$ としたとき伝達関数 $G(s)$ として、適切な式を下記の〔数式群〕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。

〔数式群〕

① $\frac{c}{ms+c}$ ② $\frac{m}{ms+c}$ ③ $\frac{1}{s(ms+c)}$ ④ $\frac{1}{s(cs+m)}$
 ⑤ $\frac{1}{ms+c}$ ⑥ $\frac{1}{cs+m}$ ⑦ $\frac{1}{ms^2+cs+1}$ ⑧ $\frac{1}{cs^2+ms+1}$

- (2) この系の時定数 T を求める計算式として、適切な数式を下記の〔数式群〕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。

〔数式群〕

① mc ② $\frac{c}{m}$ ③ $\frac{m}{c}$ ④ $\frac{2m}{c}$ ⑤ $\frac{2c}{m}$ ⑥ $\frac{m}{2c}$ ⑦ $\frac{c}{2m}$

- (3) 移動物体に力 $f(t) = 1\text{N}$ を与えたとき、この系の定常速度 $v(\infty)$ を計算する式として、適切な数式を下記の〔数式群〕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。

〔数式群〕

① $\frac{T}{c}$ ② $\frac{2T}{c}$ ③ $\frac{T}{2c}$ ④ $\frac{1}{c}$ ⑤ $\frac{1}{2c}$ ⑥ $\frac{1}{Tc}$ ⑦ $\frac{1}{2Tc}$

- (4) 移動物体の質量 $m = 3\text{kg}$ に力 $f(t) = 1\text{N}$ を与えたとき、定常速度の 63.2% に達するまでの時間が 2.5 s であった。ダンパの粘性摩擦係数 c の値を計算し、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【D】にマークせよ。

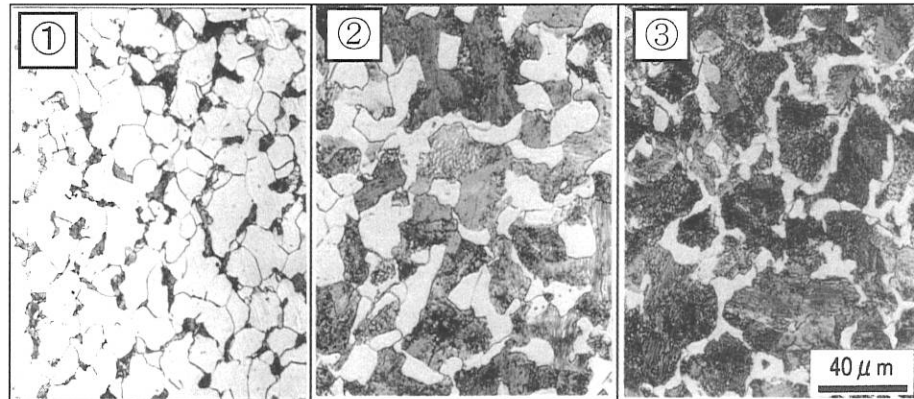
〔数値群〕

① 0.22 ② 0.34 ③ 0.47 ④ 0.61 ⑤ 0.74 ⑥ 0.83 ⑦ 0.96 ⑧ 1.17

〔7. 工業材料〕

1

下図は、炭素量の異なる機械構造用炭素鋼の完全焼なまし組織の顕微鏡写真である。この組織に関する以下の設問（1）～（5）に答えよ。



（1）3枚の写真のうち、写真②の鋼種の予想される炭素含有量は次のうちのどれか。解答欄【A】にマークせよ。

- ① 0.02% ② 0.17% ③ 0.32% ④ 0.48% ⑤ 0.62%

（2）3枚の写真において、共通的に白い箇所（フェライト）の組織の名称は次のうちのどれか。解答欄【B】にマークせよ。

- ① オーステナイト ② フェライト ③ ソルバイト ④ マルテンサイト
⑤ パーライト

（3）3枚の写真において、共通的に黒い箇所（セメンタイト）の組織の名称は次のうちのどれか。解答欄【C】にマークせよ。

- ① オーステナイト ② フェライト ③ ソルバイト ④ マルテンサイト
⑤ パーライト

（4）（3）で選んだ組織の炭素量は次のうちのどれか。解答欄【D】にマークせよ。

- ① 約0.4% ② 約0.6% ③ 約0.8% ④ 約1.0% ⑤ 約1.2%

（5）（3）で選んだ組織は2種類の相の組み合わせで構成されている。その組み合わせは次のうちのどれか。解答欄【E】にマークせよ。

- ① γ 鉄 + α 鉄 ② α 鉄 + セメンタイト (Fe_3C) ③ δ 鉄 + γ 鉄
④ δ 鉄 + α 鉄 ⑤ γ 鉄 + セメンタイト (Fe_3C)

2

次の設問（１）～（１０）は、種々の金属について記述したものである。各設問について当てはまる金属の名称を答えよ。答えは〔語句群〕の中から最も適切なものを選び、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。

- （１）ブリキは、軟鋼板にこの金属をめっきしたものである。水に対する耐食性が優れているので缶詰や業務用バケツなどに使用されている。解答欄【Ａ】にマークせよ。
- （２）金属のうちでは最も融点が高く、電気抵抗が大きいので各種フィラメントに使用されている。この金属の炭化物は硬さが非常に高いので、切削工具材料にもよく使用されている。解答欄【Ｂ】にマークせよ。
- （３）銀白色で強磁性体である。光沢があり、耐食性が優れているので装飾用めっき皮膜としてよく用いられている。解答欄【Ｃ】にマークせよ。
- （４）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、建築資材として使用されている。解答欄【Ｄ】にマークせよ。
- （５）銀白色で、化学的に非常に安定であり装飾品によく利用されている。触媒合金材としても利用され、自動車の排気ガスの浄化触媒などに使用されている。解答欄【Ｅ】にマークせよ。
- （６）鉄の約 1/3 の重さで、加工性や耐食性が優れている。ジュラルミンは、この金属と銅及びマグネシウムとの合金で、航空機や建築構造物の材料として使用されている。解答欄【Ｆ】にマークせよ。
- （７）銅の約半分の重さで、海水に対して優れた耐食性を有する。アルミニウム（Al）及びバナジウム（V）との合金は、熱処理によって 1000MPa 以上の引張強さが得られる。解答欄【Ｇ】にマークせよ。
- （８）光沢銀白色の金属で、耐食性が優れているので、主にめっき用金属として使用されている。合金元素として、この金属を 12% 以上含有する合金鋼は、ステンレス鋼と呼ばれている。解答欄【Ｈ】にマークせよ。
- （９）室温での電気伝導率及び熱伝導率が金属中で最も高い。貴金属の中では耐食性が劣り、硫化水素によって黒色に変色する。解答欄【Ｉ】にマークせよ。

- (10) 有色金属の一つで、熱伝導性や電気伝導性が良好なため、電気工業には欠かせない金属である。黄銅（真鍮）は、この金属と亜鉛（Zn）との合金である。解答欄【J】にマークせよ。

〔語句群〕

- | | | |
|---------------|---------------|--------------|
| ① ニッケル (Ni) | ② 亜鉛 (Zn) | ③ クロム (Cr) |
| ④ 銅 (Cu) | ⑤ 銀 (Ag) | ⑥ チタン (Ti) |
| ⑦ マグネシウム (Mg) | ⑧ 金 (Au) | ⑨ 白金 (Pt) |
| ⑩ 鉛 (Pb) | ⑪ スズ (Sn) | ⑫ タングステン (W) |
| ⑬ コバルト (Co) | ⑭ アルミニウム (Al) | |

