

| | |
|------|--|
| 受験番号 | |
|------|--|

令和4年度
専攻科一般学力検査選抜（前期日程）
学 力 検 査 問 題

機械制御システム工学コース（MS）
専 門 科 目

4科目中2科目を選択し、解答した科目に○をつけなさい。

| | |
|--------------------------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | 制 御 工 学 |
| <input type="checkbox"/> | 材 料 力 学 |
| <input type="checkbox"/> | 水 力 学（流 れ 学） |
| <input type="checkbox"/> | 熱 力 学 |

注意事項

- ・ 問題冊紙は表紙を含めて15枚です。
- ・ 解答中、落丁・乱丁・印刷不鮮明の箇所を発見した場合は、直ちに挙手をして監督者に申し出てください。
- ・ 問題冊紙のホッチキスははずさないでください。
- ・ 問題用紙の余白はメモや計算に使用しても構いません。
- ・ 解答は各科目の解答欄に記入してください。
- ・ 得点欄には何も記入しないでください。
- ・ 検査終了後、退出の指示があるまで退出してはいけません。

舞鶴工業高等専門学校

令和4年度 専攻科一般学力検査選抜（前期日程） 学力検査問題

| | | | | | |
|----|-------------------------|----------|--|----|--|
| 科目 | 制御工学 (機械制御システム工学コース) | 受験 番号 | | 氏名 | |
|----|-------------------------|----------|--|----|--|

| | |
|-------------|--|
| 総 得 点 | |
|-------------|--|

問1 図1に示す機械振動系に外力 $u(t)$ を加えたときの変位を $y(t)$ とする。ただし、質量を M 、ダンパ係数を c 、ばね係数を k_1, k_2 とし、変位 $y(t)$ に関する初期条件は $y(0) = 0, \dot{y}(0) = 0$ である。また、 $u(t), y(t)$ のラプラス変換をそれぞれ $U(s), Y(s)$ と記述する。このとき、以下の設問に答えよ。

(1) 図1の機械振動系の運動方程式として適切なものを以下の選択肢①～④から選び、番号で答えよ。(4点)

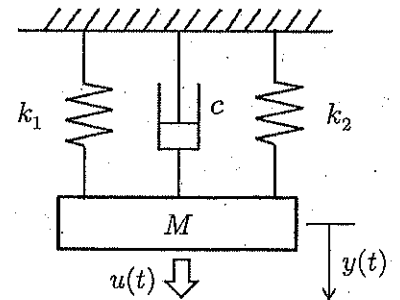


図1

- ① $M\ddot{y}(t) + c\dot{y}(t) + (k_1 + k_2)y(t) = u(t)$
- ② $c\ddot{y}(t) + (k_1 + k_2)\dot{y}(t) + My(t) = u(t)$
- ③ $\left(\frac{1}{k_1 + k_2}\right)\ddot{y}(t) - M\dot{y}(t) - cy(t) = u(t)$
- ④ $\ddot{y}(t) + \frac{1}{c}\dot{y}(t) + \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)y(t) = \frac{1}{M}u(t)$

(2) 入力を $U(s)$ 、出力を $Y(s)$ としたときの伝達関数 $P(s)$ を求めよ。(4点)

$P(s) =$

(3) (2)で求めた伝達関数 $P(s)$ を2次遅れ要素の標準形 $P(s) = \frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$ で表したときの $\zeta, \omega_n > 0, K$ を、 M, c, k_1, k_2 により表せ。(各2点×3=6点)

| |
|--------------|
| $\zeta =$ |
| $\omega_n =$ |
| $K =$ |

下線より上には何も記述しないこと

- (4) このシステムが安定であるとき、単位ステップ応答がオーバーシュートをぎりぎり生じない応答（臨界制動）となるダンパ係数 c を、 M, k_1, k_2 により表せ。(4点)

$c =$

- (5) $M = 1, c = 5, k_1 = 1.5, k_2 = 2.5$ とする。このとき、 $P(s)$ の極を求めよ。(4点)

$s =$

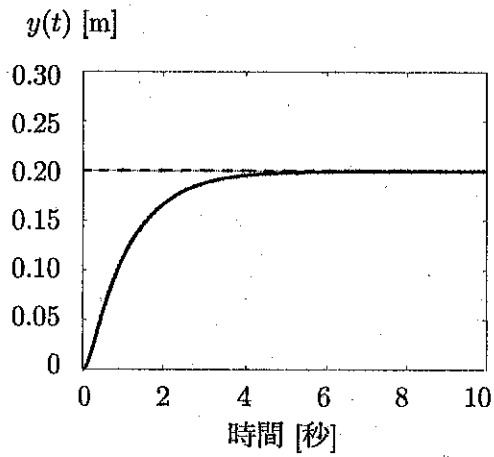
- (6) (5)の伝達関数の単位ステップ応答 $y(t)$ の定常値 y_∞ を求めよ。(4点)

$y_\infty =$

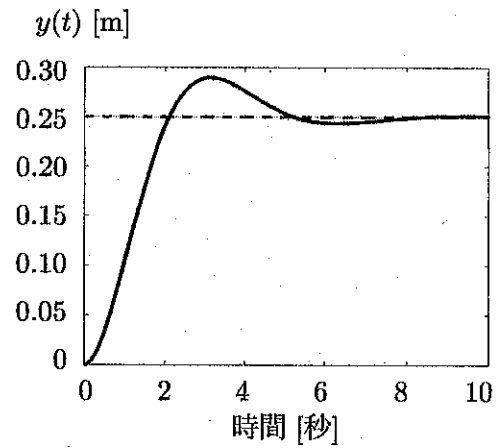
下線より上には何も記述しないこと

- (7) (5)の伝達関数の単位ステップ応答として適切なものを以下の選択肢①～④から選び番号で答えよ。
(4点)

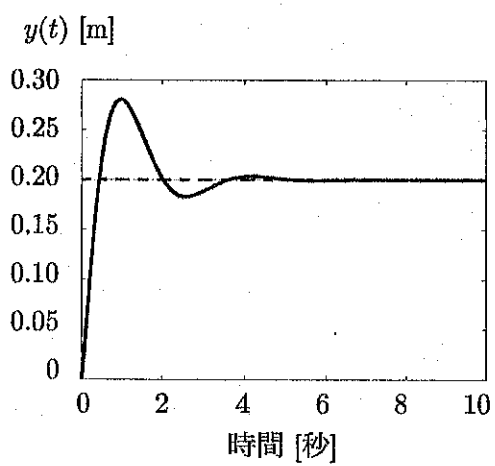
①



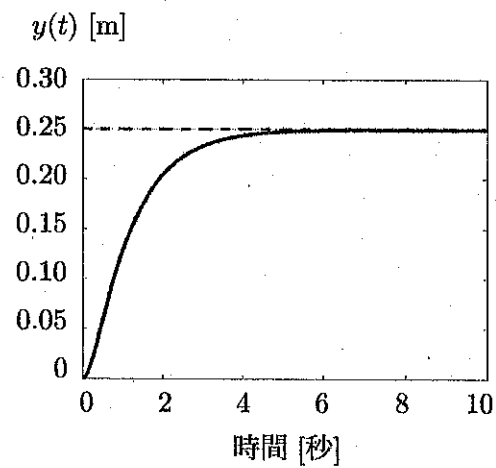
②



③



④



下線より上には何も記述しないこと

問2 図2の制御系に関する以下の設問に答えよ。ただし、 $r(t)$, $y(t)$ のラプラス変換をそれぞれ $R(s)$, $Y(s)$ と記述する。

- (1) $R(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数 $G(s)$ を求めよ。
(4点)

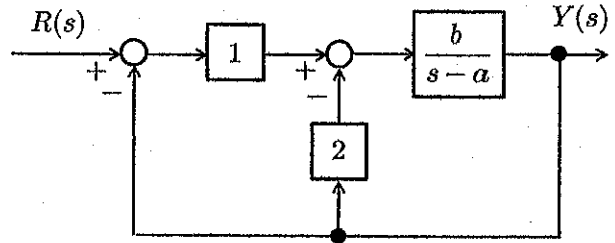


図2

$G(s) =$

- (2) $r(t)$ として図3に示す単位ステップ入力を加えたとき、

$$y(t) = \textcircled{1} \{1 - e^{-\textcircled{2}t}\} \text{ となる。}$$

- ①, ②を求めよ。(各2点×2=4点)

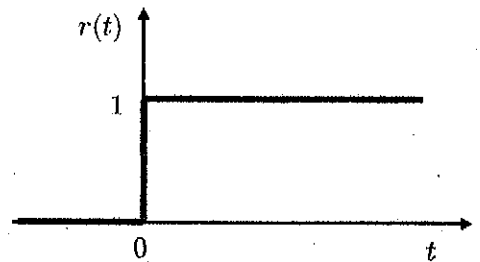


図3

① :
② :

下線より上には何も記述しないこと

- (3) $r(t)$ として図 3 に示す入力を加えたときの $y(t)$ を描画すると、図 4 のようになった。図 4 から $y(t)$ の定常値および $G(s)$ の時定数を求めよ。ただし、 $e^{-1} = 0.368$ とし、 $y = 1$ は漸近線を表している。
(各 2 点 \times 2 = 4 点)

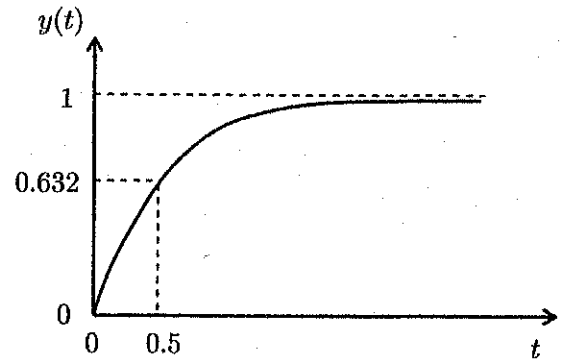


図 4

| |
|------|
| 定常値： |
|------|

| |
|------|
| 時定数： |
|------|

- (4) 図 4 の結果から a, b の値を求めよ。(各 2 点 \times 2 = 4 点)

| |
|-------|
| $a =$ |
|-------|

| |
|-------|
| $b =$ |
|-------|

- (5) a, b の値は(4)の結果を用いる。このとき、 $r(t)$ として単位インパルス入力を加えると、

$$y(t) = \boxed{\text{①}} e^{-\boxed{\text{②}} t}$$

となる。①、②を求めよ。(各 2 点 \times 2 = 4 点)

| |
|----|
| ①： |
|----|

| |
|----|
| ②： |
|----|

令和4年度 専攻科一般学力検査選抜（前期日程） 学力検査問題

| | | | | | |
|----|-------------------------|----------|--|----|--|
| 科目 | 材料力学 (機械制御システム工学コース) | 受験 番号 | | 氏名 | |
|----|-------------------------|----------|--|----|--|

| | |
|-------------|--|
| 総 得 点 | |
|-------------|--|

問1 図1のように一様な断面積 A [m²] を持つ、長さ l [m] の真直棒の上端を固定して、下端に引張荷重 P [N] を加える。棒の材料の比重量を γ [N/m³]、縦弾性係数を E [Pa] とするとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 棒の下端から x [m] の位置の任意の断面 $X-X$ に作用する引張応力 σ [Pa] の大きさを、棒の自重を考慮して求めよ。

(5点)

- (2) 応力の最大値 σ_{max} [Pa] は棒のどの部分に生じ、その大きさはいくらか。

(5点)

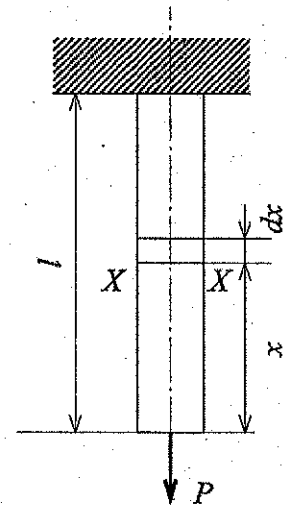


図1

- (3) 断面 $X-X$ に隣接して、微小長さ dx の部分を取り出すと、この微小部分の伸び $d\lambda$ は以下の式で表される。

$$d\lambda = \frac{\sigma}{E} dx = \frac{1}{E} \left(\frac{P}{A} + \gamma x \right) dx$$

棒全体の伸びは上式を棒の全長にわたって積分すれば求められる。棒全体の伸び λ [m] を求めよ。

(5点)

下線より上には何も記述しないこと

問2 図2のように2カ所に同じ大きさの集中荷重 W [N] を受ける長さ l [m] の両端支持ばりがある。
はりの左支点 A を基準として、はりの軸に沿って右向きに x 軸をとるとき、このはりに作用するせん断力 F [N] と曲げモーメント M [N·m] について、以下の問いに答えよ。

(1) せん断力図 (S.F.D.) と曲げモーメント図 (B.M.D.) を描け。

(5 点)

(2) A 点から x [m] の位置におけるせん断力 F と曲げモーメント M を x の式で表せ。
AC 間, CD 間, DB 間に分けて考えること。

(10 点)

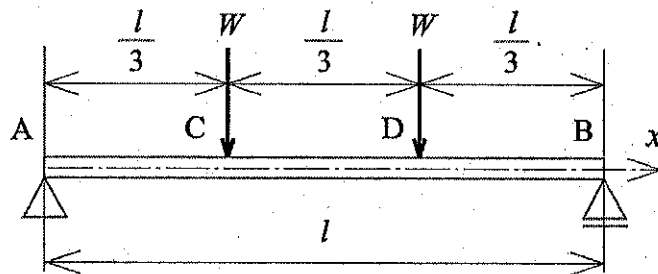


図2

下線より上には何も記述しないこと

問3 図3に示すように、全長にわたって等分布荷重 w [N/m] を受ける長さ l [m] の両端支持ばりがある。
このはりについて、以下の問いに答えよ。

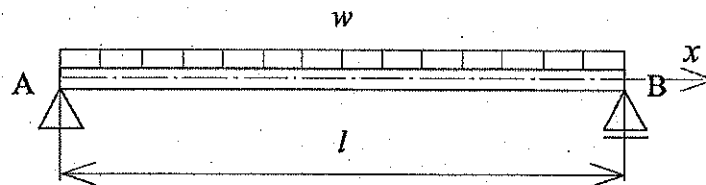


図3

(1) はりの左支点 A を基準として、はりの軸に沿って右向きに x 軸をとるとき、このはりに作用する曲げモーメントの最大値はどこに生じ、その大きさはいくらか。

(10 点)

(2) はりが直径 d [m] の中実丸棒であるとき、このはりに作用する最大曲げ応力はいくらか。

(10 点)

令和4年度 専攻科一般学力検査選抜（前期日程）学力検査問題

| | | | | | |
|----|-----------------------------|----------|--|----|--|
| 科目 | 水力学（流れ学） （機械制御システム工学コース） | 受験 番号 | | 氏名 | |
|----|-----------------------------|----------|--|----|--|

| | |
|-------------|--|
| 総 得 点 | |
|-------------|--|

問1 ある容器に密度 ρ_A [kg/m³] の液体 A を満たすと、容器内の液体の質量は 15 kg であった。同じ容器に密度 ρ_B [kg/m³] の液体 B を満たすと、容器内の液体の質量は 12 kg であった。 $\rho_A : \rho_B$ を最も簡単な整数の比で表せ。(10 点)

問2 図1に示すように、無重力、絶対真空の空間に、直径 d の球体の液滴が浮かんでいる。この液滴の半球部分に力のつりあいの式を立てることを考える。半球の切り口の円周上には、他方の半球から大きさ σ の表面張力がはたらいており、表面張力による力の合計は、円周率を π として $\sigma\pi d$ である。半球の切り口の面には、液滴内部の圧力 p による力がはたらく。以上を参考に、液滴内部の圧力 p を σ と d で表せ。ただし、液体は蒸発しないものとする。(10 点)

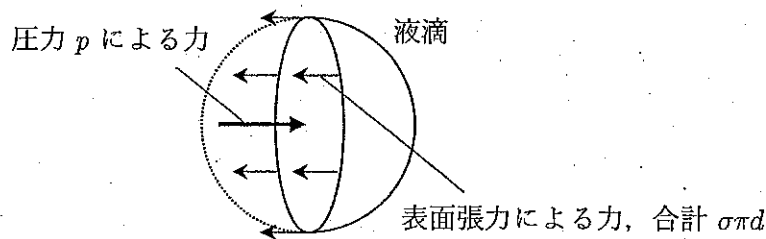


図1

下線より上には何も記述しないこと

問3 断面積 0.050 m^2 の円管内を、水が体積流量 $0.085 \text{ m}^3/\text{s}$ で流れている。

- (1) 平均流速を求めよ。(4点)
- (2) 体積流量を変えずに円管の直径を半分にするとき、平均流速およびレイノルズ数がもとの何倍になるかを答えよ。(各3点×2=6点)

| | |
|-----|----------------------------------------------|
| (1) | |
| (2) | 平均流速： 倍 |
| | レイノルズ数： 倍 |

問4 図2に示すように、空気が流れるベンチュリ管のスロート部に細い管を接続し、タンクの水を液面から h の高さまで吸い上げる。ベンチュリ管の断面は円形で、スロート部の直径は d 、出口直径は $D (> d)$ である。ベンチュリ管の出口圧力およびタンク液面の圧力は、ともに大気圧で等しいとする。空気の密度を ρ 、水の密度を ρ' 、空気の出口速度を V とするとき、 h を d 、 D 、 ρ 、 ρ' 、 V および重力加速度 g を用いて表せ。流れは定常で損失は無いものとし、静止気体の圧力は高さによらないものとする。(10点)

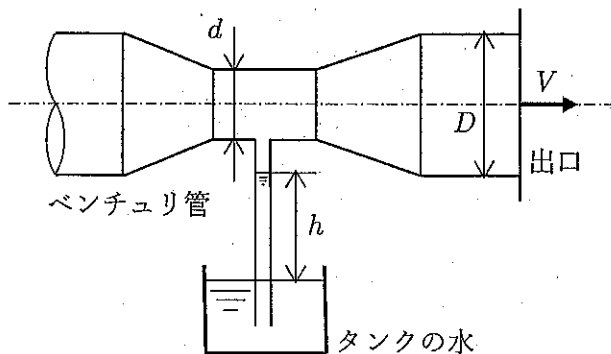
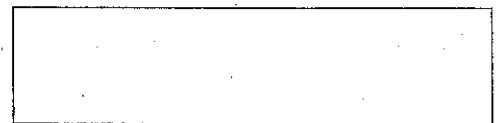


図2



下線より上には何も記述しないこと

問5 管軸がまっすぐな先細管が水平に置かれており、その中を体積流量 $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ の水が流れている。先細管の入口断面積は 0.50 m^2 、出口断面積は 0.30 m^2 、入口の絶対圧力は 108 kPa である。水の密度を 1000 kg/m^3 とし、流れは定常で損失は無いものとする。

- (1) 出口の絶対圧力を求めよ。(5点)
- (2) 流れが先細管に対して管軸方向に及ぼす力を求めよ。ただし、入口から出口へ向かう向きを正とする。
(5点)

| | |
|-----|--|
| (1) | |
| (2) | |

令和4年度 専攻科一般学力検査選抜（前期日程）学力検査問題

| | | | | | |
|----|------------------------|----------|--|--------|--|
| 科目 | 熱力学 (機械制御システム工学コース) | 受験 番号 | | 氏 名 | |
|----|------------------------|----------|--|--------|--|

| | |
|-------------|--|
| 総 得 点 | |
|-------------|--|

問1 質量 5 kg, 温度 925 K の鋼片を温度 300 K の油の中に投げ入れて焼入れを行う。よく混ぜたあと、熱平衡の状態になったとき、油の温度を 325 K 以下に保ちたい。熱損失はないものとして、何 kg 以上の油が必要か計算せよ。ただし、鋼の平均比熱 $c_{Fe} = 0.47$ [kJ/(kg·K)], 油の平均比熱 $c_{oil} = 2.0$ [kJ/(kg·K)] とする。(8点)

問2 氷の塊を高さ 660 m から地面に落下させた。もし位置エネルギーの変化がすべて熱エネルギーに変換されるとすると、何%の氷が溶けてしまうか計算せよ。ただし、重力加速度は 9.8 m/s², 氷の融解熱は 330 kJ/kg とする。(8点)

下線より上には何も記述しないこと

問3 体積 V [m^3] が一定の密閉容器内に、質量 $m_{\text{air}} = 1$ [kg] の空気が温度 $T_1 = 384$ [K] で存在している。この容器を温度 $T_{\text{amb}} = 284$ [K] の大気中に放置していたところ、容器内の空気が $T_2 = 284$ [K] になった。このとき、以下の各問に答えよ。ただし、空気の定容比熱 $c_v = 0.71$ [$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$] とする。

- (1) 温度が T_2 になるまでに、容器内の空気が失った熱量 Q_{12} [kJ] の大きさを計算せよ。(5点)

- (2) 容器内空気のエントロピーの変化 Δs_{12} [$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$] を計算せよ。ただし、 $\ln(284/384) = -0.30$ とし、減少した場合はマイナスの符号をつけて答えよ。(5点)

- (3) 大気のエントロピーの変化 Δs_{amb} [$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$] を計算せよ。ただし、減少した場合はマイナスの符号をつけて答えよ。(5点)

- (4) この変化が不可逆変化であることをエントロピーの変化から説明せよ。(3点)

下線より上には何も記述しないこと

問4 以下の3つの過程で構成される、閉じた系のガスサイクルについて考える。

過程 α (状態1 \rightarrow 状態2): 等エントロピー圧縮

過程 β (状態2 \rightarrow 状態3): 等圧加熱

過程 γ (状態3 \rightarrow 状態1): 冷却

過程 γ では、圧力 p [kPa] と比体積 v [m³/kg] の関係は $p = av + b$ で表される (a と b は定数であり、 $a < 0$, $b > 0$)。作動流体は比熱一定の理想気体 (ガス定数 $R = 0.29$ [kJ/(kg \cdot K)], 比熱比 $\kappa = 1.4$) であり、質量 $m = 0.002$ [kg], 状態2の圧力 $p_2 = 2900$ [kPa], 比体積 $v_2 = 0.05$ [m³/kg] および過程 β で供給される熱量 $Q_{23} = 2.03$ [kJ] であるとき、以下の各問に答えよ。

- (1) このサイクルの過程 α , 過程 β および過程 γ の p - v 線図の概形を以下の図1に示せ。加えて、図2に示すこのサイクルの T - s 線図に、絶対仕事 W と過程 γ での放熱量 Q_{31} を表す部分を示せ。ただし、両者が区別できるように各部分を枠で囲み、それぞれに記号 W , Q_{31} と斜線を加えよ。(8点)

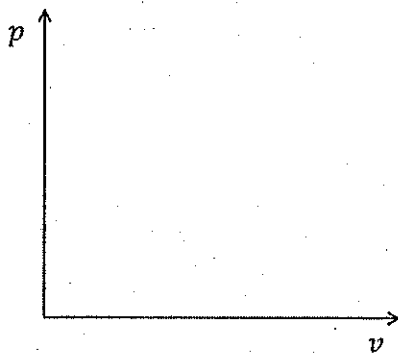


図1

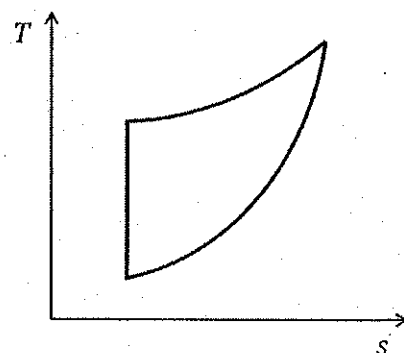


図2

- (2) 状態3での温度 T_3 [K] を計算せよ。(8点)