

受験番号

令和6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。

制 御 工 学
材 料 力 学
水 力 学
熱 力 学

注意事項

- ・ 問題冊紙は表紙を含めて12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6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 抵抗 R [Ω], コンデンサ C [F], コイル L [H] で構成された図1の回路に関する以下の設問に答えよ。ただし, $u(t)$ [V] は入力電圧, $y(t)$ [V] は出力電圧, $i(t)$ [A] は回路を流れる電流であり, コンデンサの初期電荷は0であるとする。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。

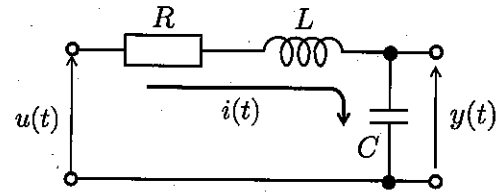


図1

(1) $u(t)$, $y(t)$, $i(t)$ の間には

$$\begin{cases} Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int_0^t i(\tau) d\tau = u(t) \\ y(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i(\tau) d\tau \end{cases}$$

の関係式が成り立つ。これより, $U(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数 $G(s)$ を求めよ。(4点)

$G(s) =$

(2) 伝達関数 $G(s)$ を2次遅れ要素の標準形 $G_s(s) = \frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$ で表したときの $\omega_n > 0$, ζ , K を R, L, C により表せ。(各2点 \times 3 = 6点)

$\omega_n =$
$\zeta =$
$K =$

(3) $L=1, C=0.1$ とする。 $G(s)$ の単位ステップ応答にオーバーシュートが生じる R の範囲を示せ。(4点)

--

下線より上には何も記述しないこと

(4) $R = 2, L = 1, C = 0.1$ となる伝達関数に対し, $u(t)$ として単位インパルス信号を加えたときの応答は

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

となる。空欄に適切な数値を入れよ。(各 2 点 \times 2 = 4 点)

①
②

問 2 図 2 の制御系に関する以下の設問に答えよ。ただし, k は実数とし, $r(t), y(t)$ のラプラス変換をそれぞれ $R(s), Y(s)$ と記述する。また, 伝達関数 $P(s) = \frac{10s + 1}{s^2 + 11s + 10}$ であるとする。

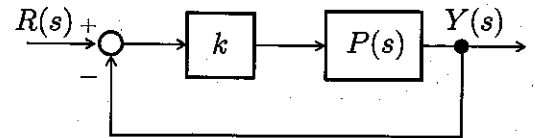


図 2

(1) $P(s)$ の極と零点を求めよ。(各 2 点 \times 2 = 4 点)

極 :
零点 :

(2) 図 3 は伝達関数 $P(s)$ のゲイン特性を表した図である。図中の空欄にあてはまる数値の組み合わせとして適切なものを選択肢ア～エから選び, 記号で答えよ。(4 点)

- ア ① 10^{-1} ② 10^1 ③ 10^3
- イ ① 10^{-1} ② 10^0 ③ 10^1
- ウ ① 10^{-2} ② 10^1 ③ 10^4
- エ ① 10^{-2} ② 10^0 ③ 10^2

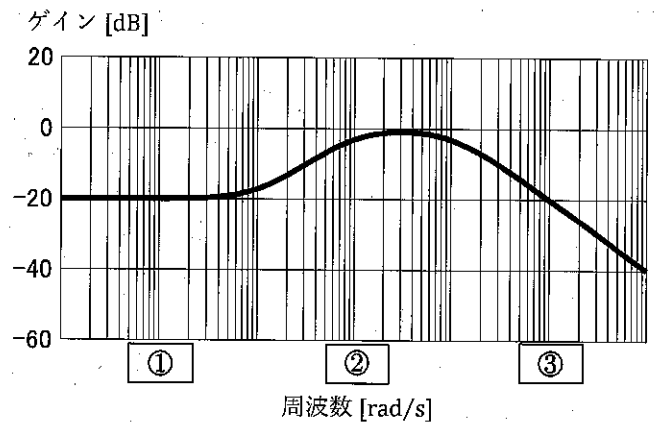


図 3

--

下線より上には何も記述しないこと

(3) 周波数伝達関数 $P(j\omega)$ について、偏角 $\angle P(j\omega)$ は

$$\angle P(j\omega) = \tan^{-1} \boxed{\text{①}} \omega - \tan^{-1} \boxed{\text{②}} \omega - \tan^{-1} \boxed{\text{③}} \omega$$

となる。空欄 $\boxed{\text{①}}$ ~ $\boxed{\text{③}}$ にあてはまる数値の組み合わせとして適切なものを選択肢ア~オから選び、記号で答えよ。(4点)

- | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|
| ア | ① 10^1 | ② 10^0 | ③ 10^1 |
| イ | ① 10^1 | ② 10^0 | ③ 10^{-1} |
| ウ | ① 10^{-1} | ② 10^1 | ③ 10^0 |
| エ | ① 10^0 | ② 10^{-1} | ③ 10^1 |
| オ | ① 10^{-1} | ② 10^1 | ③ 10^1 |

--

(4) 周波数伝達関数 $P(j\omega)$ について、角周波数 ω が大きくなるにともない、偏角 $\angle P(j\omega)$ は何 [deg] に漸近するか答えよ。(2点)

--

(5) $R(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数 $G(s)$ は

$$G(s) = \frac{k(\boxed{\text{①}})}{s^2 + (\boxed{\text{②}})s + (\boxed{\text{③}})}$$

となる。空欄 $\boxed{\text{①}}$ ~ $\boxed{\text{③}}$ を適切に埋めよ。(各2点 × 3 = 6点)

①
②
③

下線より上には何も記述しないこと

- (6) この伝達関数 $G(s)$ が安定となる k の範囲を示せ。(4 点)

- (7) この伝達関数 $G(s)$ が安定であるとき、単位ステップ入力 $r(t) = 1 (t \geq 0)$ を加えたときの出力 $y(t)$ の定常値を求めよ。(4 点)

$y(\infty) =$

- (8) 単位ステップ入力 $r(t) = 1 (t \geq 0)$ を加えたとき、伝達関数 $G(s)$ が安定となり、かつ $t \rightarrow \infty$ で $|r(t) - y(t)| < \frac{1}{10}$ となるような k の範囲を示せ。(4 点)

令和6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のような分布荷重を受ける両端支持ばりについて、以下の問いに答えよ。

ただし、はりの曲げ剛性を EI とする。

- (1) 支点反力 R_A および R_B を求めよ。(6点)

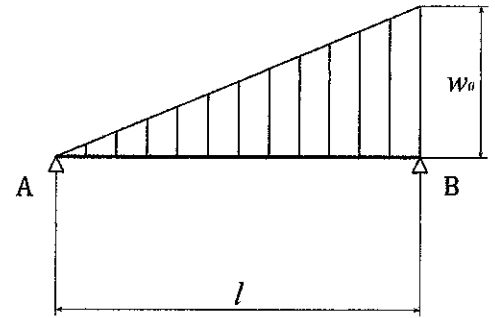


図1

- (2) 支点 A から x の位置の分布荷重 w を求めよ。(4点)

- (3) 支点 A から x の位置の曲げモーメント M の式を求めよ。(5点)

- (4) たわみ曲線の微分方程式を求めよ。(5点)

問2 図2のような長方形断面のほりがある。図心を通る $O-x$ 軸に平行な $X-X$ 軸まわりの断面二次モーメント I_x を計算したところ

$\frac{37}{300}bh^3$ であった。 a を求めよ。(10点)

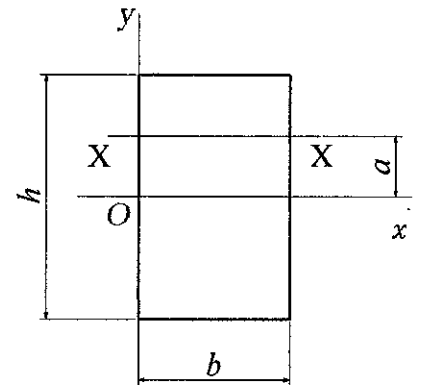


図2

下線より上には何も記述しないこと

問3 図3のようなリベット継手において、引張荷重 P を加えるとき、リベットに発生するせん断応力が所定の値以下になるようにしたい。リベットの直径 d を求めよ。ただし、材料のせん断強さを τ_B 、安全率を S 、リベットの本数を n とする。(10点)

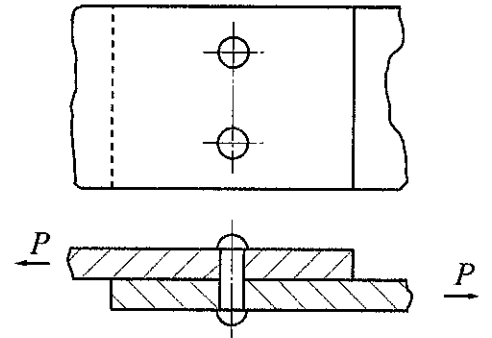


図3

問4 つぎの文章の (ア) から (オ) に入る適切な語句を下に示せ。(各2点×5=10点)

断面が一様なはりが曲げ応力を受けるとき、凸側は (ア)、凹側は (イ)。中間に伸び縮みしない面が生ずるが、これを (ウ) といい、(ウ) と (エ) の交線を (オ) という。

(ア)

(エ)

(イ)

(オ)

(ウ)

令和6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 (機械制御システム工学コース)	受験 番号		氏 名	
--------	------------------------	----------	--	--------	--

総 得 点	
-------------	--

問1 体積が V [m^3], 密度が ρ_S [kg/m^3] の球体が, 密度が ρ_L [kg/m^3] の液体の中を自由落下し, 終端速度 (落下速度が一定の速度) U [m/s] になったときについて次の問いに答えよ。ただし, 重力加速度を g [m/s^2] とする。

(1) 球体にかかる浮力はどのような式になるか。(6点)

(2) 球体の投影面積を S [m^2], 抗力係数を C_D とした場合, 球体にかかる抗力はどのような式になるか。抗力係数 C_D を用いて答えよ。(8点)

(3) 球体には, 浮力, 重力, 抗力以外の力がかからないものとし, 抗力係数 C_D を $g, S, U, V, \rho_S, \rho_L$ を用いて表せ。(8点)

下線より上には何も記述しないこと

問2 半径 R [m] の円管の流れにおいて、流れが層流の場合、円管の中心軸からの距離 r [m] の位置の速度 u [m/s] は、

$$u = u_{\max} \left\{ 1 - \left(\frac{r}{R} \right)^2 \right\}$$

となる。ここで、 u_{\max} [m/s] は円管中心での速度である。流体の粘度を μ [Pa·s] とし、 u 以外（円管軸方向以外）の速度成分がないとき、中心軸からの距離 r [m] の位置の流体にかかるせん断応力 τ [Pa] はどのような式になるか R , r , u_{\max} , μ を用いて表せ。（10点）

問3 図1に示すマンノメータにおいて点Aにおける圧力 p_A [Pa] と点Bにおける圧力 p_B [Pa] の圧力差 $p_A - p_B$ [Pa] はどのような式になるか。ただし、水の密度を ρ_w [kg/m³]、水銀の密度を ρ_H [kg/m³]、油の密度を ρ_o [kg/m³]、重力加速度を g [m/s²] とし、水と水銀の境界面から点Aまでの高さを h_w [m]、水銀マンノメータの読みを h_H [m]、油と水銀の境界面から点Bまでの高さを h_o [m] とする。（8点）

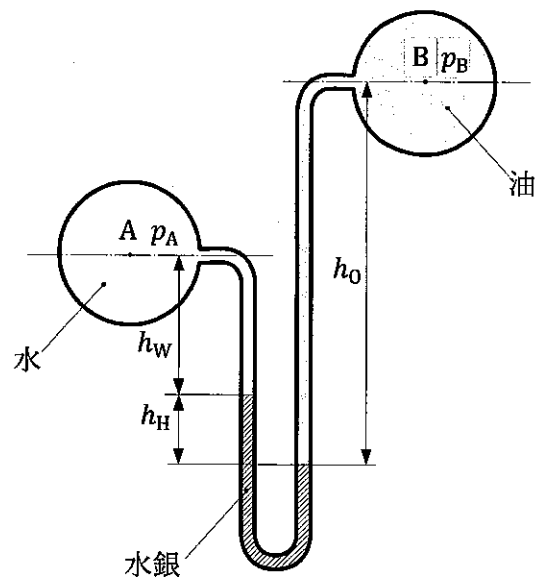


図1

下線より上には何も記述しないこと

問4 図2に示すように管路断面積が S_A [m²] から S_B [m²] に細くなる縮流管が鉛直方向に設置されている。管内を流量 Q [m³/s] の流体が鉛直上向きに流れているとき点 A の圧力が p_A [Pa]、点 B の圧力が p_B [Pa] であった。流体の密度を ρ [kg/m³]、重力加速度を g [m/s²]、点 A、B の距離を h [m] としたとき点 A、B 間の損失ヘッド ΔH [m] はどのような式になるか。(10点)

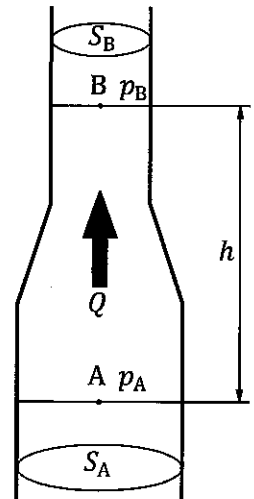


図2

令和6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 10 kg の水の温度を $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ から $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで上昇するのに要するエネルギー [J] を求めよ。なお、熱の仕事当量を 4 J/cal として計算せよ。(5点)

問2 $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水 2 m^3 を入れている水槽に標準大気圧の乾燥飽和蒸気(蒸発熱 2000 kJ/kg) を混ぜて $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ の水をつくるには、蒸気何 kg を必要とするか計算せよ。また、蒸気の比容積 $0.15\text{ m}^3/\text{kg}$ として蒸気の容積はいくらになるか。なお、水の比熱を $4.0\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。(10点)

問3 空気圧縮機で1分間 100 kg の空気を送り出すためには、吸込む空気量はいくら必要か。この圧縮機における吸込み管の圧力と大気圧との圧力差は 2 kPa である。また、このときの大気圧は 102 kPa 、温度は $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ である。なお、空気のガス定数は $300\text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。(10点)

下線より上には何も記述しないこと

問4 空気が圧力一定のもとで、容積が2倍になったとすると、この空気に供給された熱量の何 [%] が外部に対する仕事になるか示せ。空気の定容比熱は $700 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ である。また、空気のガス定数を $300 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。(10点)

問5 300 Lのタンクに貯えられた空気の温度が 27°C であるとき、この空気の圧力を絶対圧で5気圧まで上げ、そのエントロピを $0.6 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ だけ増すのに必要な熱量 [J] を計算せよ。空気の比熱を $0.6 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 、ガス定数を $300 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。また、1気圧を $1 \times 10^5 \text{ Pa}$ として計算してよい。(15点)