

受験番号

令和6年度
専攻科一般学力検査選抜（後期日程）
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
<input type="checkbox"/>	熱		力	学

注意事項

- ・ 問題冊紙は表紙を含めて13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（後期日程） 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、 $u(t)$, $y(t)$, $r(t)$, $d(t)$ のラプラス変換をそれぞれ $U(s)$, $Y(s)$, $R(s)$, $D(s)$ と記述する。

(1) $Y(s)$ と $R(s)$, $D(s)$ の間には

$$Y(s) = G_1(s)R(s) + G_2(s)D(s)$$

の関係式が成り立つ。これより、 $R(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数 $G_1(s)$ および $D(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数 $G_2(s)$ を求めよ。(各5点×2=10点)

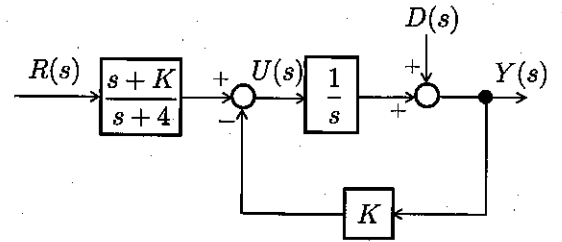


図1

$G_1(s) =$
$G_2(s) =$

(2) この制御系が安定となるゲイン K の範囲を求めよ。(5点)

--

(3) $K=1$ としたとき、周波数伝達関数 $G_2(j\omega)$ について、偏角 $\angle G_2(j\omega)$ は

$$\angle G_2(j\omega) = \text{①} - \tan^{-1}(\text{②}\omega)$$

となる。また、 $\omega \rightarrow +\infty$ のとき、偏角 $\angle G_2(j\omega)$ は ③ [rad]に漸近する。空欄 ① ～ 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～エから選び、記号で答えよ。(5点)

- ア ① $\frac{\pi}{2}$ ② 10^0 ③ 0
- イ ① π ② 10^1 ③ $-\frac{\pi}{2}$
- ウ ① $\frac{\pi}{2}$ ② 10^1 ③ 0
- エ ① π ② 10^0 ③ $-\frac{\pi}{2}$

--

下線より上には何も記述しないこと

(4) 図2は $K = 1$ としたとき、伝達関数 $G_2(s)$ のゲイン特性を表した図である。図中の空欄 ① ~ 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~エから選り記号で答えよ。(5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

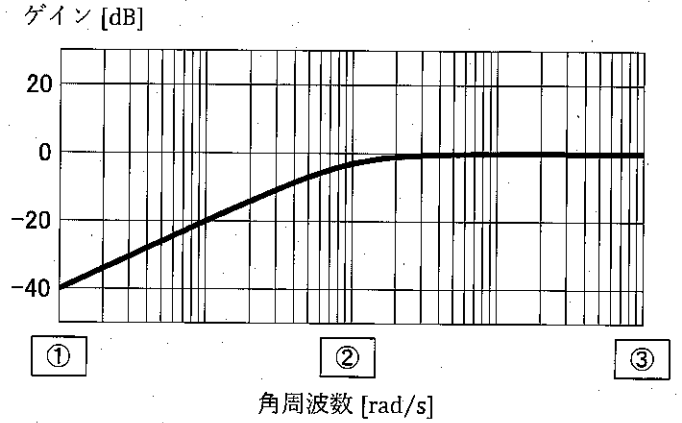


図 2

(5) $K = 1$, $r(t) = 1$, $d(t) = 0$ とする。このとき、 $y(t)$ の定常値 y_∞ を求めよ。(5点)

$y_\infty =$

問 2 システム

$$Y(s) = P(s)U(s), \quad P(s) = \frac{3}{s^2 + 6s + 9}$$

に関する以下の設問に答えよ。ただし、 $u(t)$, $y(t)$ のラプラス変換をそれぞれ $U(s)$, $Y(s)$ と記述する。

(1) 伝達関数 $P(s)$ を 2 次遅れ要素の標準形 $G(s) = \frac{K\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$ で表したときの $\omega_n > 0$, ζ を求めよ。
(各 2 点 \times 2 = 4 点)

$\omega_n =$

$\zeta =$

下線より上には何も記述しないこと

(2) $u(t)$ として単位インパルス入力を加えると

$$y(t) = \textcircled{1} t e^{\textcircled{2} t}$$

となる。空欄 $\textcircled{1}$ 、 $\textcircled{2}$ を適切に埋めよ。なお $\mathcal{L}[te^{-at}] = \frac{1}{(s+a)^2}$ であることに注意せよ。

(各2点 \times 2 = 4点)

① :
② :

(3) (2)で得られた $y(t)$ の時間微分 $\dot{y}(t)$ を求めよ。(4点)

$\dot{y}(t) =$

(4) $\dot{y}(t) = 0$ となる時刻 t_p ($0 \leq t_p < \infty$) およびそのときの出力 $y(t_p)$ を求めよ。(各2点 \times 2 = 4点)

$t_p =$
$y(t_p) =$

(5) (2)で得られた $y(t)$ のグラフとして適切なものを図3中の選択肢①～④から選び、記号で答えよ。(4点)

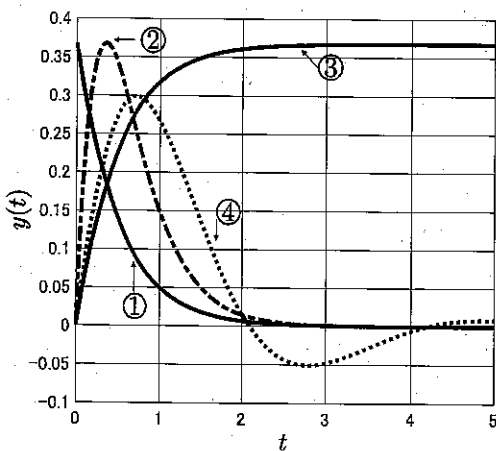


図 3

- ① : 0 収束の実線
- ② : 一点鎖線
- ③ : ①ではない実線
- ④ : 破線

--

令和6年度 専攻科一般学力検査選抜（後期日程） 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に示すように、長さ l [m] の鋼製丸棒 A が等しい長さの銅製円筒 B の中に軸を一致させて入れられ、両端で剛性板に固定されている。最初の温度より t [°C] だけ温度を上昇させるとき以下の問いに答えよ。ただし、A および B のそれぞれの断面積を A_1 [m²], A_2 [m²], 縦弾性係数を E_1 [Pa], E_2 [Pa], 線膨張係数を α_1, α_2 ($\alpha_1 < \alpha_2$ である) とする。

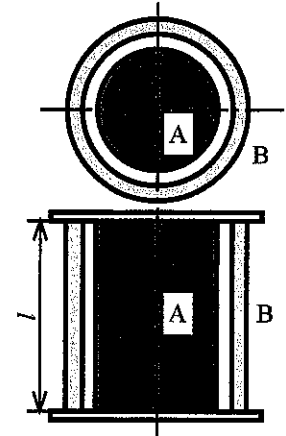


図1

(1) 上方の剛性板を取り除いて考えたとき、温度上昇によって鋼製丸棒 A と銅製円筒 B に生じる伸び λ_1 [m], λ_2 [m] はそれぞれいくらになるはずであるか。(各2点×2=4点)

(2) 実際には剛性板によって自由な伸びが妨げられ、A, B とも伸びが λ [m] になるとすれば、A の伸びは $\lambda - \lambda_1$, B の伸びは $\lambda_2 - \lambda$ となり、その結果 A, B にはそれぞれ引張応力 σ_1 [Pa] と圧縮応力 σ_2 [Pa] が生じる。 σ_1, σ_2 はいくらになるか。(各3点×2=6点)

(3) 一方、A, B に生じる内力のつり合いより、 $\sigma_1 A_1 = \sigma_2 A_2$ の関係が成り立つので、上記 (1), (2) とあわせて伸び λ が求められる。 λ はいくらか。(10点)

下線より上には何も記述しないこと

問2 図2に示すような、B点における荷重の大きさが w [N] であるような三角形形状の分布荷重を受ける長さ l [m] の両端固定ばりのたわみ曲線に関して、以下の問いに答えよ。ただし、左支点Aを基準に右方向に x 軸をとり、はりの曲げ剛性 EI_z は一定とする。

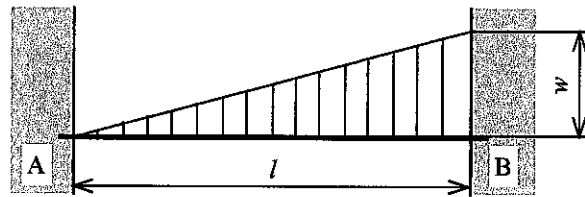


図2

- (1) はりのたわみ曲線を求める際に用いられる周辺条件を4つあげよ。(各2点×4=8点)

- (2) このはりのたわみ曲線を求めよ。(12点)

下線より上には何も記述しないこと

問3 図3に示すような、はりの中央部C点に集中荷重 W [N] を受けるスパン長さ 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。

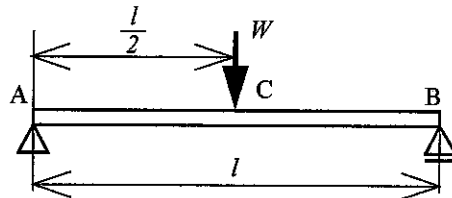


図3

- (1) このはりに作用する最大の曲げモーメントはどこに生じ、その大きさはいくらか。(5点)

- (2) はりの断面形状が幅 b [m]、高さ h [m] の長方形であるとき、このはりに作用する最大曲げ応力はいくらか。(5点)

令和6年度 専攻科一般学力検査選抜（後期日程） 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 図1に示す水面下10.0 mの圧力は絶対圧でいくらか。ただし、水の比重は1.00、重力加速度は 9.81 m/s^2 、大気圧は1013 hPaとする。(10点)

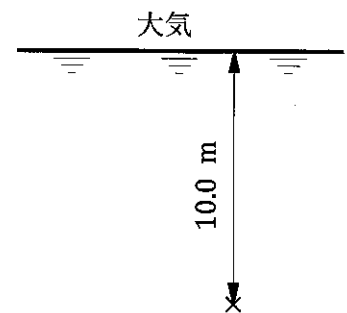


図1

問2 密度 $\rho = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ 、粘度 $\mu = 1.00 \times 10^{-3} \text{ [Pa}\cdot\text{s]}$ の液体が内径 $d = 50.0 \text{ [mm]}$ の円管内を平均流速 $u = 2.00 \text{ [m/s]}$ で流れている。以下の問いに答えよ。

(1) 液体の動粘度 ν を求めよ。単位も書くこと。(5点)

(2) レイノルズ数 Re を求めよ。(5点)

下線より上には何も記述しないこと

問3 図2に示すように、貯水槽から管路（円管）を経て外部に水を流出する場合について考える。管路出口から貯水槽水面までの高さを h [m]、管路の長さを L [m]、管路の内径を d [m]、重力加速度を g [m/s²] とする。ただし、貯水槽は十分に大きく水面の変位は無視できるものとし、管路の長さが管路の内径に比べて長く、管摩擦以外の損失は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。

- (1) 管路の管摩擦係数を λ 、管路内の平均流速を u [m/s] とした場合、管摩擦による損失ヘッド Δh_1 [m] を d , g , L , u , λ を使った式で表せ。(5点)

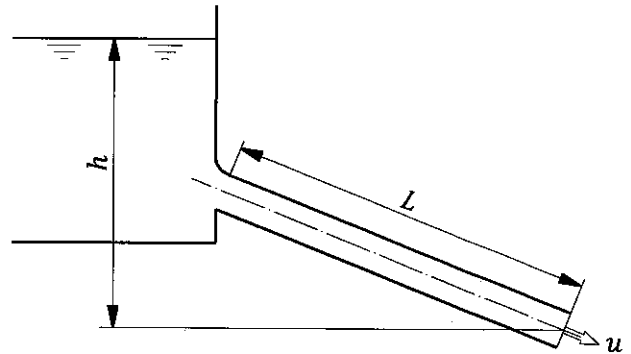


図2

- (2) 出口での平均流速が管内の平均流速と同じ u [m/s] である場合、 u [m/s] はどのようにになるか。 g , h , Δh_1 を使った式で表せ。(5点)

- (3) 出口での平均流速 u [m/s] を d , g , h , L , λ を使った式で表せ。(5点)

下線より上には何も記述しないこと

問4 標準型ピトー管で空気の流速を測定したところ、動圧が 240 Pa であった。空気の流速 $u \text{ [m/s]}$ を求めよ。ただし、空気の密度を 1.20 kg/m^3 とする。(5点)

問5 前面投影面積 $S = 3.00 \text{ [m}^2\text{]}$ の自動車が時速 $U = 72.0 \text{ [km/h]}$ で走行中、 $D = 360 \text{ [N]}$ の抗力（空気抵抗）を受けた。この自動車の抗力係数 C_D を求めよ。ただし、自動車は静止空気中を直進しているものとし、空気の密度を $\rho = 1.20 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ とする。(10点)

令和6年度 専攻科一般学力検査選抜（後期日程）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 空気 10 kg を $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ から $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ まで等圧のもとに加熱する。ただし、等圧比熱および等容比熱はそれぞれ $1.005\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ および $0.7175\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ とする。

- (1) 必要な熱量を求めよ。(3点)

- (2) 内部エネルギーの増加量を求めよ。(3点)

- (3) エンタルピーの増加量を求めよ。(4点)

下線より上には何も記述しないこと

問2 1サイクルあたり空気 0.5 kg を作動流体とし高温熱源温度 700 K, 低温熱源温度 300 K の間で作用するカルノーサイクルを考える。ただし, 空気のガス定数は $0.3 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ とする。

- (1) 熱効率を求めよ。ただし, 小数点以下 4 位を四捨五入し小数点以下 3 位まで求めること。(4 点)
- (2) このサイクルで等温膨張のときに容積が 3 倍になった。このときの受熱量を求めよ。ただし, $\ln 3 = 1.1$ として計算せよ。(4 点)
- (3) (2)のときのエントロピーの増加量を求めよ。(4 点)
- (4) 低温熱源への放熱量を求めよ。(4 点)
- (5) 図 1 の座標軸に $T-S$ 線図を描き, 高温熱源温度と低温熱源温度を記入せよ。(4 点)
- (6) (2)で求めた受熱量を示す領域を斜線で図 1 に示せ。(4 点)

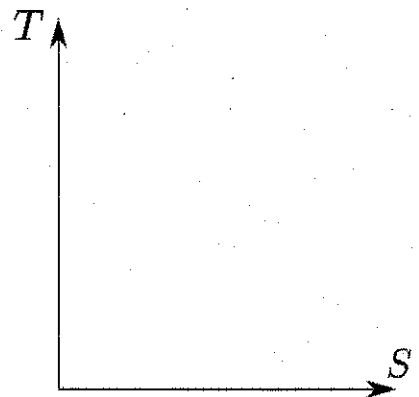


図 1

下線より上には何も記述しないこと

問3 図2はディーゼルエンジンの p - V 線図を示している。図中の番号は過程の番号であり、その過程の温度は T_1 [K], T_2 [K], T_3 [K] および T_4 [K] と表される。また、その過程の体積は V_1 [m³], V_2 [m³], V_3 [m³] および V_4 [m³] と表される。等圧比熱、等容比熱および1サイクルあたりの作動ガスの質量はそれぞれ c_p [kJ/(kg·K)], c_v [kJ/(kg·K)] および m [kg] とする。

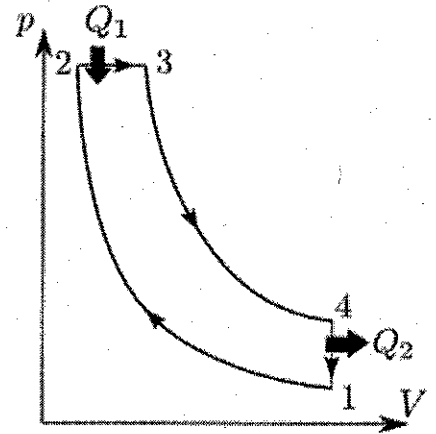


図2

(1) 受熱量 Q_1 [kJ] を数式で表わせ。(4点)

(2) 放熱量 Q_2 [kJ] を数式で表わせ。(4点)

(3) 理論熱効率を数式で表わせ。(4点)

(4) 比熱比 $\kappa = c_p/c_v$, 圧縮比 $\varepsilon = V_1/V_2$ および縮切比 $\sigma = V_3/V_2$ を導入する。(3)で求めた理論熱効率を κ , ε および σ で表わせ。(4点)