

受験番号

令和5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"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

制 御 工 学  
材 料 力 学  
水 力 学（流 れ 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5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の制御系に関する以下の設問に答えよ。ただし、 $r(t)$ ,  $d(t)$ ,  $y(t)$ のラプラス変換をそれぞれ  $R(s) = \mathcal{L}[r(t)]$ ,  $D(s) = \mathcal{L}[d(t)]$ ,  $Y(s) = \mathcal{L}[y(t)]$ と記述する。

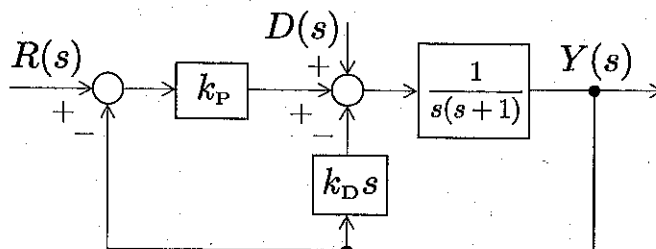


図1

- (1)  $R(s)$  から  $Y(s)$  への伝達関数  $G_r(s)$  を求めよ。また、 $D(s)$  から  $Y(s)$  への伝達関数  $G_d(s)$  を求めよ。(各5点 × 2 = 10点)

$G_r(s) =$
$G_d(s) =$

- (2) 伝達関数の2次標準形  $G(s)$  を固有角周波数  $\omega_n$ , 減衰係数  $\zeta$  およびゲイン  $K$  を用いて表せ。(3点)

$G(s) =$
----------

- (3) 伝達関数  $G_r(s)$  の固有角周波数を  $\omega_n = 3$  [rad/s] としたい。このとき、 $k_P$  の値を何に設定すればよいか答えよ。また、 $d(t) = 0$  ( $t \geq 0$ ) としたとき、単位ステップ応答  $y(t)$  がオーバーシュートを生じないような  $k_D$  の範囲を示せ。(各4点 × 2 = 8点)

$k_P =$

下線より上には何も記述しないこと

---

- (4) (2)で求めた  $k_P$  ( $\omega_n = 3$ ) を使用し,  $k_D = 9$  とする。このとき, 伝達関数  $G_r(s)$  の極を求めよ。(2点)

極:

- (5) (4)の  $k_P$  および  $k_D$  を用いた伝達関数  $G_r(s)$  の単位ステップ応答  $y(t)$  を求めよ。なお,  $d(t) = 0$  ( $t \geq 0$ ) であるとする。(3点)

$y(t) =$

- (6)  $r(t) = d(t) = 1$  ( $t \geq 0$ ) のとき, (4)の  $k_P$  および  $k_D$  を用いている場合の出力  $y(t)$  の定常値  $y(\infty) = y_\infty$  を求めよ。(3点)

$y_\infty =$

下線より上には何も記述しないこと

---

問2 伝達関数  $P(s) = \frac{s+10}{10s+1}$  について、以下の設問に答えよ。

- (1)  $P_1(s) = s+10$  の周波数伝達関数  $P_1(j\omega)$  の大きさ  $|P_1(j\omega)|$  と偏角  $\angle P_1(j\omega)$  を求めよ。  
(各2点  $\times$  2 = 4点)

$ P_1(j\omega)  =$
$\angle P_1(j\omega) =$

- (2)  $P_2(s) = \frac{1}{10s+1}$  の周波数伝達関数  $P_2(j\omega)$  の大きさ  $|P_2(j\omega)|$  と偏角  $\angle P_2(j\omega)$  を求めよ。  
(各2点  $\times$  2 = 4点)

$ P_2(j\omega)  =$
$\angle P_2(j\omega) =$

- (3) (1), (2) から、 $P(s)$  の周波数伝達関数  $P(j\omega)$  の大きさ  $|P(j\omega)|$  と偏角  $\angle P(j\omega)$  を求めよ。  
(各2点  $\times$  2 = 4点)

$ P(j\omega)  =$
$\angle P(j\omega) =$

下線より上には何も記述しないこと

- (4)  $P_1(s) = s + 10$  のゲイン線図の折れ線近似を図 2 に描画せよ。ただし、折れ点を丸印 (○) で明記すること。(3 点)

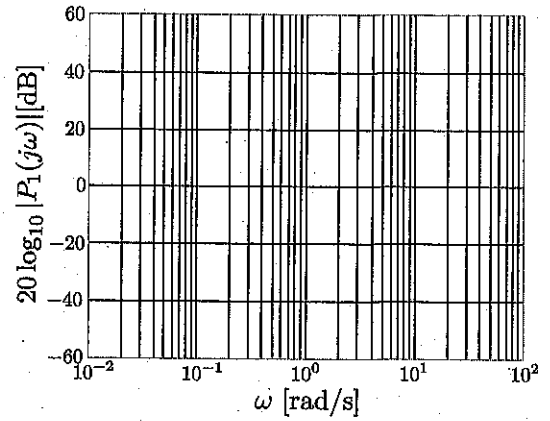


図 2

- (5)  $P_2(s) = \frac{1}{10s + 1}$  のゲイン線図の折れ線近似を図 3 に描画せよ。ただし、折れ点を丸印 (○) で明記すること。(3 点)

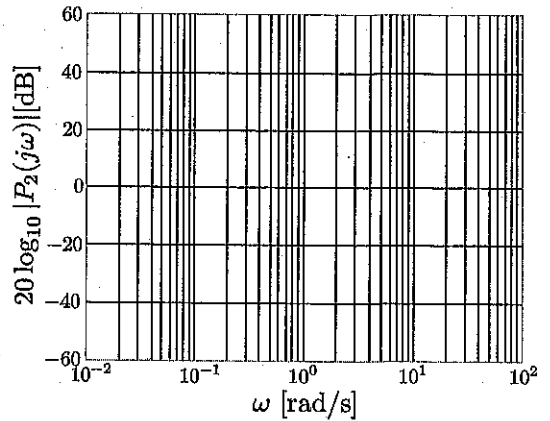


図 3

- (6)  $P(s) = P_1(s)P_2(s) = \frac{s + 10}{10s + 1}$  のゲイン線図の折れ線近似を図 4 に描画せよ。ただし、折れ点を丸印 (○) で明記すること。(3 点)

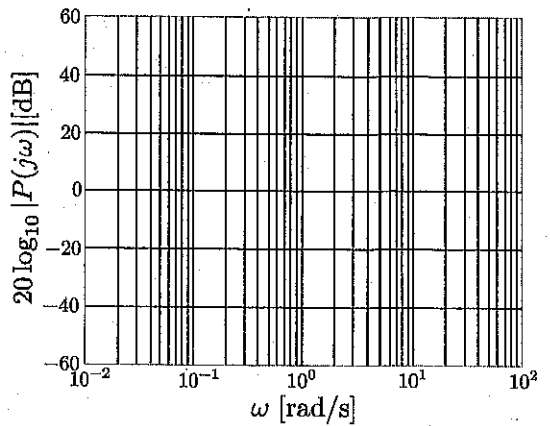


図 4

令和5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のように底面の直径  $d$ 、高さ  $h$  の円すいの底面が天井に固定されている。自重によるひずみエネルギー  $U$  を求めよ。ただし、円すいの比重量を  $\gamma$ 、重量を  $W$  とする。(20点)

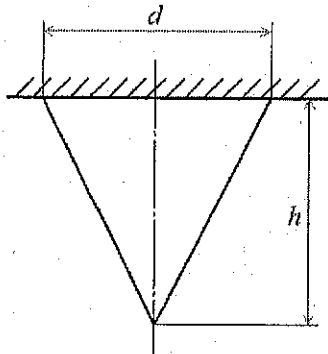


図1

問2 図2のように全長  $l$  に等分布荷重  $w$  を受ける一端固定他端支持のはりがある。A点の反力  $R_A$  を求めよ。ただし、はりの曲げ剛性を  $EI$  とする。(10点)

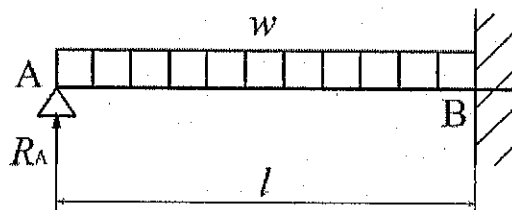


図2

下線より上には何も記述しないこと

---

問3 長さ 200 mm の丸棒に引張荷重をかけたところ、伸びが 0.2 mm であった。  
横ひずみ  $\epsilon'$  を求めよ。ただし、ポアソン比  $\nu$  を 0.3 とする。(10 点)

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

長い丸棒を圧縮した場合に荷重と直角方向にたわむ現象を (ア) という。  
チョークのような脆い材料をねじると軸と (イ) 傾いた面で破壊する。  
軟鋼の引張試験において、弾性限度を超えると (ウ) が増加せずにひずみが増加するようになる。  
この現象を (エ) という。  
標準的な鋼の縦弾性係数は (オ) MPa である。

(ア)

(イ)

(ウ)

(エ)

(オ)

令和5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 直径  $d$  [m] の円管によって流量  $Q$  [m<sup>3</sup>/s] の油を輸送する。そのとき、円管の距離  $l$  [m] における管摩擦による損失ヘッドが  $h$  [m] であった。次の問いに答えよ。ただし、円周率を  $\pi$  とし、油の密度を  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]、油の動粘度を  $\eta$  [m<sup>2</sup>/s]、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

(1) 円管内を流れる油の平均流速  $u$  [m/s] はどのような式になるか。(4点)

(2) 距離  $l$  [m] における管摩擦による圧力降下  $\Delta P$  [Pa] はどのような式になるか。(4点)

(3) 円管の管摩擦係数  $\lambda$  はどのような式になるか。 $d$ ,  $g$ ,  $h$ ,  $l$ ,  $u$  を用いて表せ。(4点)

(4) レイノルズ数  $Re$  はどのような式になるか。 $d$ ,  $u$ ,  $\eta$  を用いて表せ。(4点)

問2 円管内流れの管摩擦係数  $\lambda$  は、流れが層流の場合、レイノルズ数  $Re$  のみの関数となる。流れが層流の場合、円管内流れの管摩擦係数  $\lambda$  を  $Re$  を用いて表せ。(4点)



下線より上には何も記述しないこと

---

問3 水平に設置された、途中で管路断面積が、 $A_1$  [ $\text{m}^2$ ] から  $A_2$  [ $\text{m}^2$ ] になめらかに収縮する円形断面の管路内を密度  $\rho$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] の流体が流れている。管路内を流れる流体の流量を  $Q$  [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] とし、管路断面積が  $A_1$  [ $\text{m}^2$ ] の場所の静圧を  $p_1$  [ $\text{Pa}$ ]、管路断面積が  $A_2$  [ $\text{m}^2$ ] の場所の静圧を  $p_2$  [ $\text{Pa}$ ] としたとき、圧力差  $p_1 - p_2$  [ $\text{Pa}$ ] はどのような式になるか。ただし、流れは定常で途中のエネルギーの損失はないものとし、管路断面における流速は一様であるとする。(10点)

問4 ある固体を水の中に沈めたとき、 $F$  [ $\text{N}$ ] の浮力がはたらいた。水の密度を  $\rho$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]、重力加速度を  $g$  [ $\text{m}/\text{s}^2$ ] としたとき固体の体積  $V$  [ $\text{m}^3$ ] はどのような式になるか。(5点)

問5 密度  $\rho = 1000$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]、粘度  $\mu = 1.6 \times 10^{-3}$  [ $\text{Pa}\cdot\text{s}$ ] の流体の動粘度  $\eta$  [ $\text{m}^2/\text{s}$ ] はいくらか。(5点)

問6 抗力係数  $C_D = 0.50$ 、投影面積  $A = 2.0$  [ $\text{m}^2$ ] の物体が風速  $U = 10$  [ $\text{m}/\text{s}$ ] の中にあるとき物体が受ける抗力  $F$  [ $\text{N}$ ] はいくらか。ただし空気の密度を  $\rho = 1.2$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ] とする。(5点)

下線より上には何も記述しないこと

問7 図1に示すようなタンクに上から空気, 油 (密度  $\rho_o$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]), 水 (密度  $\rho_w$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]) が入っており, タンク内の圧力を測定するために水銀 (密度  $\rho_m$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]) の入った U 字管マンオメータが取り付けられている。U 字管マンオメータの読みは  $h$  [ $\text{m}$ ] で, U 字管マンオメータの水銀と水の境界面から水と油の境界面までの高さが  $H_1$  [ $\text{m}$ ], 油の層の高さが  $H_2$  [ $\text{m}$ ] であった。重力加速度を  $g$  [ $\text{m}/\text{s}^2$ ] とし, 空気の密度は無視できるものとしてタンク内の空気の圧力 (ゲージ圧)  $p$  [ $\text{Pa}$ ] を求めよ。(5点)

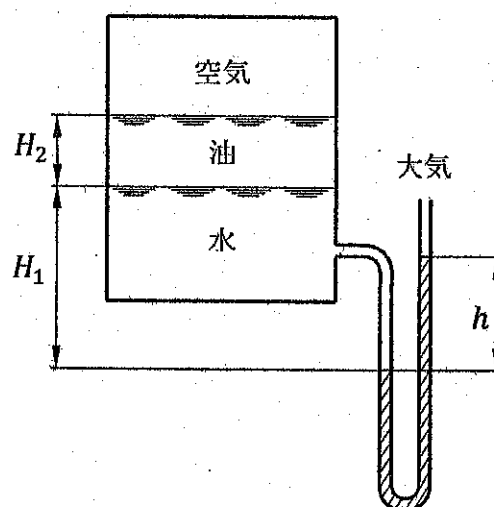


図1

令和5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  $m$  [kg] の水の温度を 10 K 上昇させるのに必要な熱と等価な仕事をして、水を持ち上げたときの高さを計算せよ。なお、水の比熱を  $4000 \text{ J}/(\text{kgK})$  , 重力加速度を  $10 \text{ m}/\text{s}^2$  とする。(10 点)

問2 ある温度  $T$  [K] において、同温同圧で 1 kg の水が蒸気になるときの蒸発潜熱を  $Q$  [J] とすると水のエントロピー変化に関する次の文章で適切な語句を選択し、空欄には式を記述せよ。(各 5 点  $\times 2 = 10$  点)

水のエントロピーは (① 増える・減る)。また、その量は ( ② ) で表される。

①

②

問3 容量 50 リットルの窒素ボンベが圧力 20 MPa, 温度 27 °C で保管されている。以下の問に答えよ。

(1) 火災によりボンベの温度が 77 °C まで上昇した。圧力を計算せよ。(5 点)

(2) 圧力が 30 MPa を超えるとボンベが破損する可能性があるという。その温度を計算せよ。(5 点)

下線より上には何も記述しないこと

---

問4 オットーサイクルに関する以下の問に答えよ。

(1) 吸気の温度を  $T_1$  [K] , 圧縮完了後の吸気の温度を  $T_2$  [K] , シリンダー内の最高温度を  $T_3$  [K] , 断熱膨張後の温度を  $T_4$  [K] とすると, エンジン内に燃料により投入された熱量  $Q_1$  [J] と環境中に排出された熱量  $Q_2$  [J] を式により示せ。なお, 定容比熱を  $c_v$  [kJ/K] とする。(10 点)

(2) オットーサイクルの理論熱効率  $\eta_0$  が, 以下の式となることを証明せよ。式中の  $\varepsilon$  は圧縮比を表し,  $\kappa$  は比熱比を表すものとする。(10 点)

$$\eta_0 = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}}$$