

受験番号	
------	--

令和4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（流れ学）
<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4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 抵抗  $R_1$  [ $\Omega$ ],  $R_2$  [ $\Omega$ ] とコンデンサ  $C$  [F] とで構成された図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,  $u(t)$ ,  $y(t)$ ,  $i(t)$  のラプラス変換をそれぞれ  $U(s)$ ,  $Y(s)$ ,  $I(s)$  と記述する。

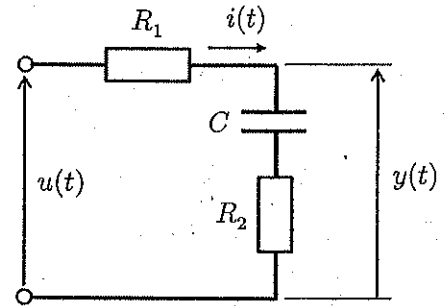


図1

(1) 回路方程式は

$$U(s) = \boxed{\text{①}} I(s)$$

$$Y(s) = \boxed{\text{②}} I(s)$$

となる。空欄を埋めよ。(各4点×2=8点)

①
②

(2)  $U(s)$  から  $Y(s)$  への伝達関数  $G(s)$  は

$$G(s) = \frac{\boxed{\text{③}} s + 1}{\boxed{\text{④}} s + 1}$$

となる。空欄を埋めよ。(各3点×2=6点)

③
④

(3) 図1の回路において  $R_1 = 4$  [k $\Omega$ ],  $R_2 = 6$  [k $\Omega$ ],  $C = 0.5$  [mF] のときこの回路の単位ステップ応答は

$$Y(s) = \frac{\boxed{\text{⑤}}}{s} - \frac{\boxed{\text{⑥}}}{s + \boxed{\text{⑦}}}$$

$$y(t) = \boxed{\text{⑧}} - \boxed{\text{⑥}} e^{-\boxed{\text{⑦}} t}$$

となる。空欄を埋めよ。(各2点×4=8点)

⑤
⑥
⑦
⑧

下線より上には何も記述しないこと

問2 ある伝達関数  $G(s)$  のゲイン特性の折れ線近似が図2のよう  
に得られた。以下の設問に答えよ。

- (1) 入力  $u(t) = A \sin 100t$  のとき、定常状態における出力  $y(t)$  の振幅  $B$  は入力振幅  $A$  の何倍になるか。また、角周波数  $\omega$  が  $10^{-1} \sim 10^1$  [rad/s] の範囲において折れ線近似の傾きは何 dB/dec となっているか。(各4点×2=8点)

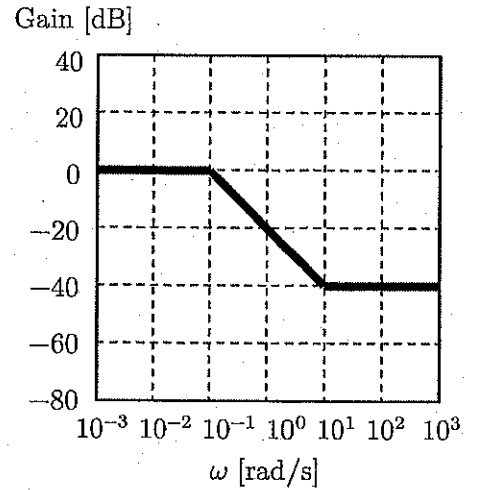


図2

倍	dB/dec

- (2) ゲイン特性の折れ線近似が図2で与えられる伝達関数として適切なものを以下の①～③から選択せよ。(4点)

①  $G(s) = \frac{10s + 1}{0.1s + 1}$

②  $G(s) = \frac{s + 10}{10s + 0.1}$

③  $G(s) = \frac{0.1s + 1}{10s + 1}$

- (3) (2)の伝達関数について、周波数伝達関数の大きさを  $|G(j\omega)|$  とすると

$$|G(j\omega)| = \frac{\sqrt{1 + \text{①} \omega^2}}{\sqrt{1 + \text{②} \omega^2}}$$

となる。空欄を埋めよ。(各2点×2=4点)

①
②

下線より上には何も記述しないこと

問3 図3の制御系に関する以下の設問に答えよ。ただし、 $a$  は定数とし、 $r(t)$ ,  $y(t)$  のラプラス変換をそれぞれ  $R(s)$ ,  $Y(s)$  と記述する。

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

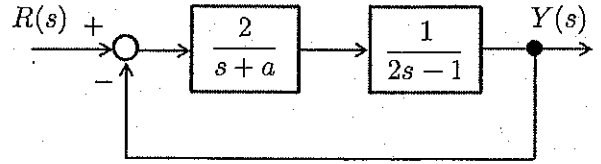


図3

- (2) 制御系が安定となる  $a$  の範囲を求めよ。(4点)

- (3)  $a=1$  とする。図3の制御系について、 $r(t)=1$  ( $t \geq 0$ ) としたとき、出力  $y(t)$  の定常値  $y_{\infty}$  を求めよ。(4点)

令和4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  $l_1$  [m]、横断面積  $A_1$  [m<sup>2</sup>] の部分 AB と、長さ  $l_2$  [m]、横断面積  $A_2$  [m<sup>2</sup>] の部分 BC からなる段付棒 AC の両端を温度  $t_1$  [°C] のとき剛性壁に固定した。このとき、以下の問いに答えよ。ただし、棒材料の線膨張係数を  $\alpha$  [°C<sup>-1</sup>]、縦弾性係数を  $E$  [Pa] とする。

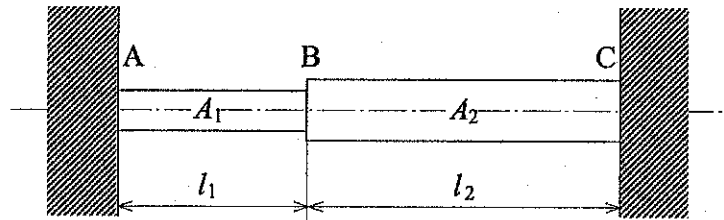


図1

- (1) 温度を  $t_1$  [°C]  $\rightarrow$   $t_2$  [°C] に上昇させたとき、棒 AC の右端 C にある剛性壁を取り除いて考えると、棒の伸び  $\lambda$  [m] はいくらになるか。(5点)
  
- (2) 実際には剛性壁によって (1) の伸び  $\lambda$  [m] が妨げられ、部分 AB と BC に熱応力  $\sigma_1$  [Pa]、 $\sigma_2$  [Pa] が生じる。 $\lambda$  [m] を  $\sigma_1$  [Pa]、 $\sigma_2$  [Pa] を用いて表せ。(5点)
  
- (3) (1)、(2) より、部分 AB と BC に生じる熱応力  $\sigma_1$  [Pa]、 $\sigma_2$  [Pa] を求めよ。(10点)

下線より上には何も記述しないこと

---

問2 図2に示すように、長さ  $l$  [m] の片持ちばりの自由端に  $M_0$  [N·m] のモーメントが作用している。はりの曲げ剛性  $EI_z$  は一定とするとき、以下の問いに答えよ。

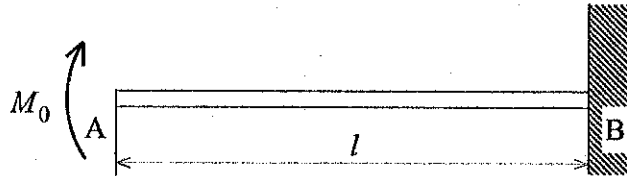


図2

(1) このはりのたわみ曲線を求めよ。(10点)

(2) このはりの自由端のたわみを求めよ。(5点)

下線より上には何も記述しないこと

問3 図3に示すように、中央部の荷重の大きさが  $w$  [N/m] であるような二等辺三角形形状の分布荷重を受ける長さ  $l$  [m] の両端固定はりがある。以下の問いに答えよ。ただし、はりの曲げ剛性  $EI_z$  は一定とする。

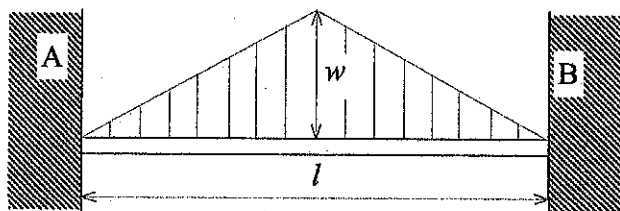


図3

- (1) はりの軸線方向右向きに  $x$  軸を取るとき、左端 A から距離  $x$  [m] のところにある断面に作用する曲げモーメントを求めよ。(左右対称のはりなので、 $0 \leq x \leq l/2$  で考えればよい) (5点)
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- (2) 両端における固定モーメントをカスティリアノの定理によって求めよ。(10点)

令和4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（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 つぎの文章の空欄（ア）～（カ）に入る適切な語を〔語群〕から選んで答えよ。（各2点×6=12点）

・粘性を持たないと仮定する流体を（ア）という。密度を一定と仮定する流体を（イ）という。（ア）でありかつ（イ）である流体を（ウ）と呼ぶ。

・密閉容器に封入された静止液体内のある点の圧力を増加させると、液体内の他の点の圧力も同じ値だけ増加する。これを（エ）という。

・流れの状態が時間的に変化しない流れを一般に（オ）という。

・一様流れに対し垂直な方向に円柱を置くと、流れの速度のある範囲で、円柱の両側面から渦が交互に放出される。これを（カ）という。

〔語群〕

ニュートン流体	完全流体	圧縮性流体	非圧縮性流体	粘性流体
非粘性流体	アルキメデスの原理	パスカルの原理	トリチェリの真空	絶対圧力
ゲージ圧力	定常流れ	非定常流れ	クエット流れ	ポアズイユ流れ
強制渦運動	流脈	カルマン渦列		

（ア）	（イ）	（ウ）
（エ）	（オ）	（カ）

問2 体積  $1.0 \text{ m}^3$  の液体にはたらく重力が  $9.8 \text{ kN}$  であるとき、液体の密度を  $\text{kg/m}^3$  の単位で求めよ。  
ただし、重力加速度は  $9.8 \text{ m/s}^2$  とする。（5点）

$\text{kg/m}^3$
-----------------



下線より上には何も記述しないこと

問3 大気圧の実験室に置いた深さ 1 m の水槽に、水が一杯まで満たされている。水槽の底における水の圧力が水面の圧力(大気圧)よりどれだけ大きいかを Pa の単位で求めよ。ただし、水の密度は  $1000 \text{ kg/m}^3$ 、重力加速度は  $9.8 \text{ m/s}^2$  とし、水槽の水は静止しているとする。(5 点)

Pa
----

問4 縦、横の長さがそれぞれ 10 cm, 20 cm の長方形断面のダクトに、密度  $1.2 \text{ kg/m}^3$  の気体が平均流速  $30 \text{ m/s}$  で流れている。

- (1) 体積流量を  $\text{m}^3/\text{s}$  の単位で求めよ。(4 点)
- (2) 質量流量を  $\text{kg/s}$  の単位で求めよ。(4 点)

(1)	$\text{m}^3/\text{s}$
(2)	$\text{kg/s}$

問5 直径 1 cm のまっすぐな円管に、水が平均流速  $4 \text{ m/s}$  で流れている。水の粘度は  $1.0 \times 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ 、密度は  $1000 \text{ kg/m}^3$  である。管は水平に置かれている。

- (1) 水の動粘度を  $\text{m}^2/\text{s}$  の単位で求めよ。(4 点)
- (2) この管内流れのレイノルズ数を求めよ。(4 点)
- (3) この流れの管摩擦係数を 0.03 とするとき、円管の長さ 1.0 m の区間に生じる摩擦による圧力損失を Pa の単位で求めよ。(4 点)

(1)	$\text{m}^2/\text{s}$
(2)	
(3)	Pa

下線より上には何も記述しないこと

問6 図1のように水が入った直方体の水槽があり、その底面に車輪が付いている。水槽の右側面には図1に示す深さに面積  $a$  [ $\text{m}^2$ ] の小孔1があいている。重力加速度を  $g$  [ $\text{m/s}^2$ ] とする。水槽の水面の降下は考えないものとする。

- (1) 小孔1から流出する噴流の速度を  $\text{m/s}$  の単位で求めよ。(4点)
- (2) 水槽の左側面には図1に示す深さに面積  $A$  [ $\text{m}^2$ ] の小孔2があいており、そこからも噴流が流出している。水槽が動かないとき、面積  $A$  [ $\text{m}^2$ ] の大きさを答えよ。ただし、車輪は滑らかであるとする。(4点)

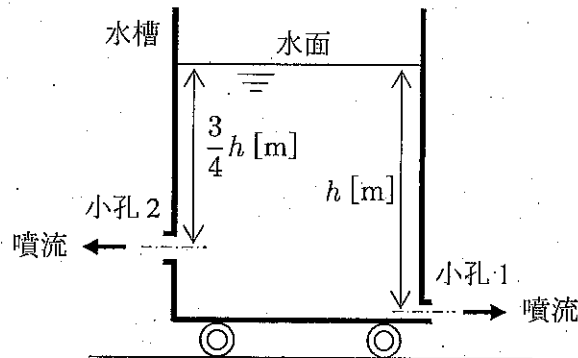


図1

(1)	[m/s]
(2)	[m <sup>2</sup> ]

令和4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	
-------------	--

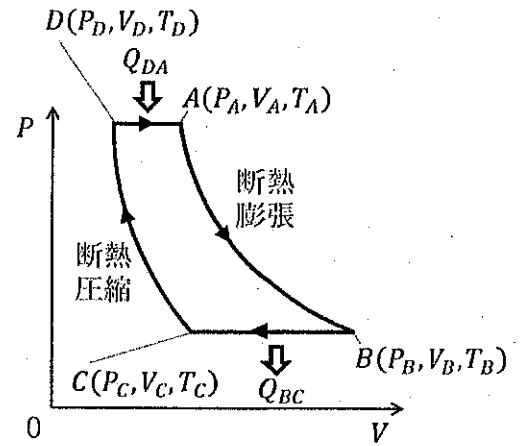
問1 内燃機関の試験機には、動力を吸収するブレーキが取り付けられており仕事を摩擦熱に変換する。変換された摩擦熱がすべて試験機の冷却水で冷却される場合、出力 105 kW の機関の運転に最低限必要な水の質量流量  $Q_m$  [kg/s] を求めよ。ただし、冷却水の許容温度上昇は 50 K、水の比熱は 4.2 kJ/(kg·K) とする。(5点)

問2 空気 5 kg が等圧で初期温度 27 °C から 186 °C まで加熱されたとき、エントロピー、エンタルピー、および内部エネルギーそれぞれの増加量を求めよ。ただし、空気の定圧比熱を  $c_p = 1.0$  [kJ/(kg·K)]、定容比熱を  $c_v = 0.71$  [kJ/(kg·K)]、絶対零度を  $-273$  °C、 $\ln(459/300) = 0.43$  として計算し、単位をつけて解答せよ。(各 5 点×3=15 点)

下線より上には何も記述しないこと

問3 図1に示すブレイトンサイクルにおいて、作動流体の質量  $m$  [kg]、定圧比熱  $c_p$  [kJ/(kg·K)]、比熱比  $\kappa$ 、圧力  $P$  [kPa]、体積  $V$  [m<sup>3</sup>]、温度  $T$  [K] とするとき、以下の間に答えよ。

(1) DA 間における加熱量  $Q_{DA}$  [kJ] を記号で表せ。ただし、記号  $m$ 、 $c_p$ 、 $T$  を用いて表すこと。(5点)



(2) 正味仕事  $W$  [kJ] を記号で表せ。ただし、記号  $m$ 、 $c_p$ 、 $T$  を用いて表すこと。(5点)

図1

(3) 理論熱効率  $\eta$  を記号で表せ。ただし、記号  $T_C$  と  $T_D$  のみを用いて表すこと。(5点)

下線より上には何も記述しないこと

---

問4 質量  $m$  [kg], 定容比熱  $c_v$  [kJ/(kg·K)], 圧力  $P$  [kPa], 温度  $T$  [K], 気体定数  $R$  [kJ/(kg·K)], ポリトロープ指数  $n$  の理想気体が状態1 ( $P_1, T_1$ ) から状態2 ( $P_2, T_2$ ) へ, ポリトロープ変化で膨張するとき, 以下の問に答えよ。

(1) この変化による絶対仕事  $W_{12}$  [kJ] が,

$$W_{12} = \frac{mR}{n-1}(T_1 - T_2)$$

と表せることを証明せよ。ただし,  $P_1 > P_2, T_1 > T_2$  とする。(10点)

(2)  $\kappa$  を比熱比とするとき, この変化中に理想気体が周囲から受ける熱  $Q_{12}$  [kJ] が,

$$Q_{12} = mc_v \frac{n-\kappa}{n-1}(T_2 - T_1)$$

と表せることを証明せよ。(5点)