

受験番号	
------	--

令和3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3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 制御対象

$$Y(s) = P(s)U(s), \quad P(s) = \frac{1}{s^2 + 2s + 5}$$

に対して、図1のコントローラを設計し、制御量  $y(t)$  をその目標値  $r(t)$  に追従させることを考える。以下の設問に答えよ。ただし、 $u(t)$ ,  $y(t)$ ,  $e(t)$ ,  $r(t)$  のラプラス変換をそれぞれ  $U(s) = \mathcal{L}[u(t)]$ ,  $Y(s) = \mathcal{L}[y(t)]$ ,  $E(s) = \mathcal{L}[e(t)]$ ,  $R(s) = \mathcal{L}[r(t)]$  とする。

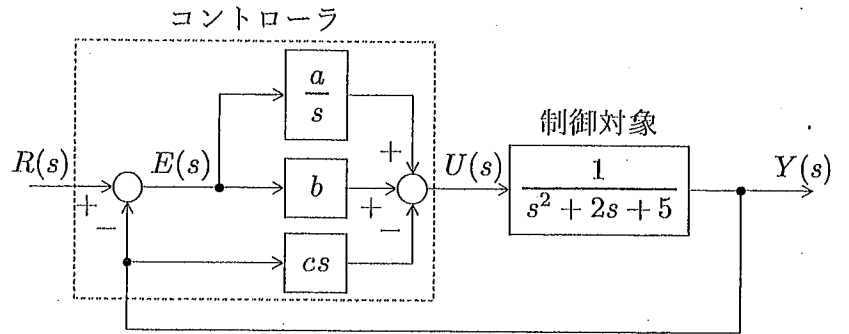


図1

- (1) 伝達関数  $P(s)$  の極を求めよ。(4点)

--

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

$$G(s) = \frac{\boxed{①}s + \boxed{②}}{s^3 + (2 + \boxed{③})s^2 + (5 + \boxed{①})s + \boxed{②}}$$

となる。空欄を埋めよ。(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

(3)  $a = 6, b = 6, c = 4$  としたとき, 目標値を  $r(t) = 1 (t \geq 0)$  としたときの制御量  $y(t)$  を解析することを考える。以下の設問に答えよ。

(a) 伝達関数  $G(s)$  は分子と分母が約分され,

$$G(s) = \frac{\boxed{④}}{s^2 + \boxed{⑤}s + \boxed{④}}$$

となる。空欄を埋めよ。(各 3 点  $\times$  2 = 6 点)

④
⑤

(b)  $R(s) = 1/s$  とすると,  $Y(s)$  は

$$Y(s) = \frac{\boxed{⑥}}{s} + \frac{\boxed{⑦}}{s + \boxed{⑧}} + \frac{\boxed{⑨}}{s + \boxed{⑩}}$$

のように部分分数分解できる。ただし,  $⑧ < ⑩$  とする。空欄を埋めよ。(各 1 点  $\times$  5 = 5 点)

⑥
⑦
⑧
⑨
⑩

(c)  $r(t) = 1 (t \geq 0)$  としたときの  $y(t)$  を求めよ。(5 点)

$y(t) =$
----------

下線より上には何も記述しないこと

---

- (d)  $y(t)$  の時間微分  $\dot{y}(t)$  を求め,  $\dot{y}(t) = 0$  となる時刻  $0 \leq t < \infty$  を求めよ。(各 2 点  $\times$  2 = 4 点)

$\dot{y}(t) =$	$t =$
----------------	-------

- (e) 図 2 に  $y(t)$  を描画せよ (概形でよいが, 定常値および極値を明記すること)。(4 点)

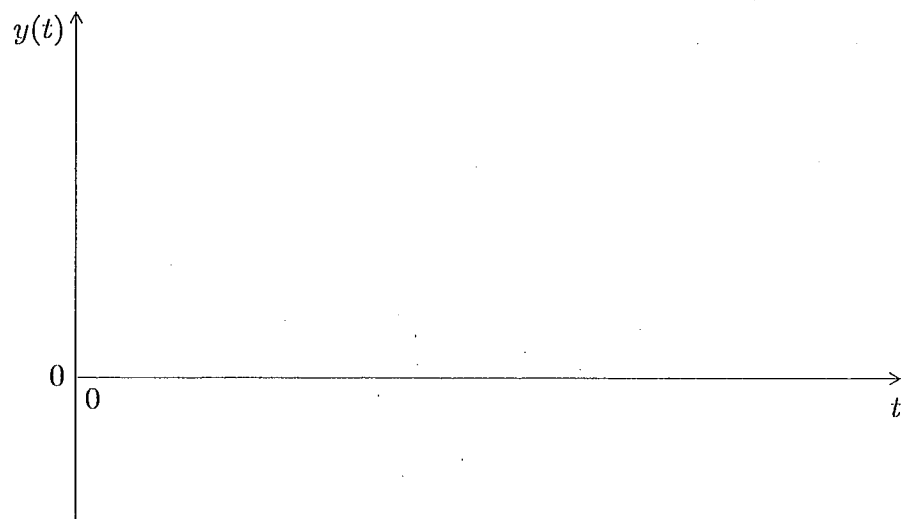


図 2

下線より上には何も記述しないこと

---

問 2 1 次遅れ系

$$Y(s) = P(s)U(s), \quad P(s) = \frac{K}{1 + Ts} \quad (T > 0, K > 0)$$

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  $U(s) = \mathcal{L}[u(t)], Y(s) = \mathcal{L}[y(t)]$  とする。

- (1) 単位ステップ応答  $y(t)$  の定常値  $y_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$  を求めよ。(3 点)

$y_\infty =$
--------------

- (2)  $T = 2$  であるときの単位ステップ応答は,  $T = 1$  であるときの単位ステップ応答と比べて, 反応のやすさが何倍になるかを答えよ。(3 点)

倍
---

- (3)  $T = 1, K = 1$  であるとき,  $|P(j\omega)|$  および  $\angle P(j\omega)$  を求めよ。(各 3 点  $\times$  2 = 6 点)

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

- (4)  $T = 1, K = 1$  であるとき, 正弦波入力  $u(t) = \sin t$  を加えると, 十分時間が経過した後の出力  $y(t)$  は近似的に

$$y(t) = B \sin(t + \phi)$$

となる。  $B$  および  $\phi$  を求めよ。(各 2 点  $\times$  2 = 4 点)

$B =$
$\phi =$

令和3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のような厚さ  $t$  の短い中空円筒に圧縮荷重  $P$  を加える。材料の基準強さを  $\sigma_b$ 、安全率を  $S$  とするとき、圧縮荷重  $P$  に耐えることができる外径  $d_2$  を求めよ。(10点)

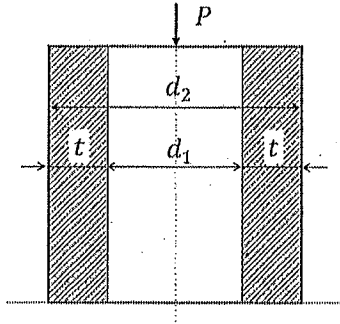


図1

問2 両端支持ばりの曲げモーメント  $M$  が下の式で表されるとき、最大曲げモーメント  $M_{max}$  を求めよ。ただし、 $w$  は等分布荷重、 $l$  はスパンの長さ、 $x$  は左支点からの距離とする。(15点)

$$M = \frac{2}{25}wlx - \frac{w}{2}\left(x - \frac{3}{5}l\right)^2$$

下線より上には何も記述しないこと

問3 図2のように、2つの片持ばりACとBCの自由端Cをピンで連結し、この点に集中荷重  $W$  を加えると、連結点Cのたわみ  $y_c$  を求めよ。ただし、2つのはりの断面形状と材質は同じものとし、断面二次モーメントを  $I$ 、縦弾性係数を  $E$  とする。(25点)

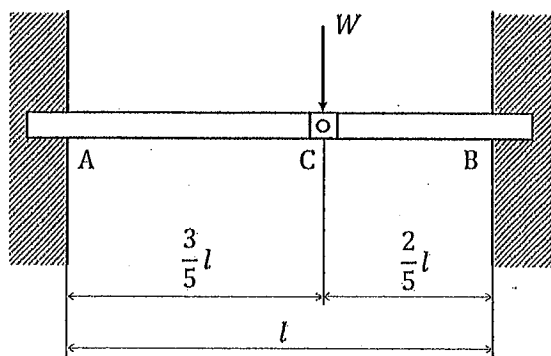


図2

令和3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 ある液体  $5 \text{ m}^3$  の質量が  $4000 \text{ kg}$  であった。

- (1) この液体の密度を求めよ。(3点)
- (2) この液体の比重を求めよ。(2点)
- (3) この液体の比体積を求めよ。(2点)
- (4) この液体中に体積  $0.01 \text{ m}^3$  の物体を完全に沈めるとき、物体にはたらく浮力の大きさを求めよ。重力加速度の値が必要ならば  $9.8 \text{ m/s}^2$  を用いよ。(3点)

解答欄

(1)	
(2)	
(3)	
(4)	

問2 図1に示すように十分長い2枚の平行平板の間にニュートン流体を満たし、下板を固定し、上板を一定速度  $0.5 \text{ m/s}$  で動かすと、平板間の速度分布は直線状となった。平板の間隔を  $2 \text{ mm}$ 、流体の粘性係数を  $0.5 \text{ Pa}\cdot\text{s}$  とし、上板の面積を  $0.5 \text{ m}^2$  とするとき、上板を動かすのに必要な力の大きさを求めよ。

(10点)

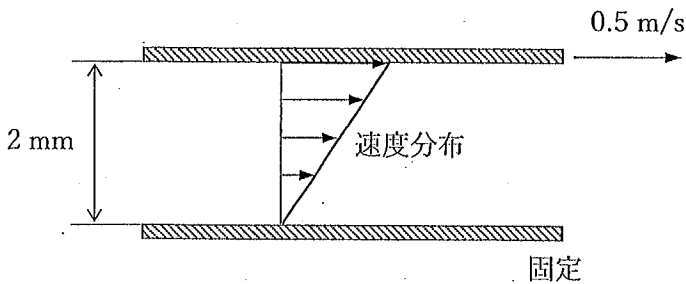


図1

解答欄

--



下線より上には何も記述しないこと

問3 図2のように、大気圧の実験室において、容器の液体に長いガラス管を沈めて管内に液体を満したした後、閉じている側だけを持ち上げて垂直に立てると、液柱高さは容器の液面から  $H$  [m] となり、ガラス管内の上部 (A 部) には空間ができた。

- (1) ガラス管内の上部 (A 部) にできた空間の絶対圧力を Pa の単位で答えよ。液体の蒸発は無視できるとする。(4 点)
- (2) 液体の密度を  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>]、重力加速度を  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とするとき、絶対圧力の大気圧を Pa の単位で求めよ。(6 点)

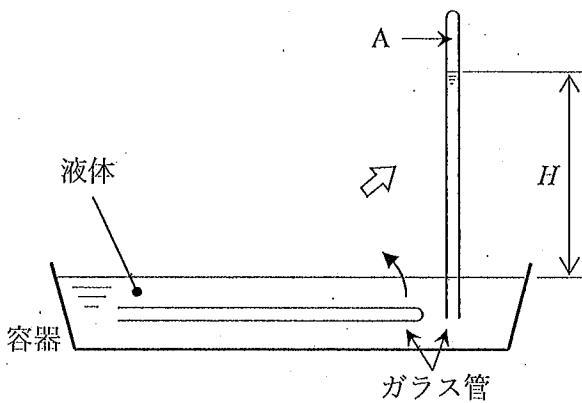


図2

解答欄

(1)	
(2)	

問4 中心軸が水平になるように置かれた先細管に、非圧縮・非粘性の流体が定常で流れている。流体の密度は  $1 \text{ kg/m}^3$  で、管のどの断面においても速度分布は半径方向に一様である。地点1では、管の断面積は  $10 \text{ cm}^2$ 、流れの速度は  $6 \text{ m/s}$  であった。その下流の地点2では、管の断面積は  $5 \text{ cm}^2$  であった。地点1-2間で流れの損失は無いものとする。

- (1) 地点2における流れの速度を求めよ。(4 点)
- (2) 地点1の静圧がゲージ圧で  $100 \text{ Pa}$  であるとき、地点2における静圧をゲージ圧で求めよ。(4 点)
- (3) 地点1, 2における全圧をゲージ圧で求めよ。(各1点)

解答欄

(1)	
(2)	
(3)	地点1:
	地点2:

下線より上には何も記述しないこと

問5 図3に示すように、断面積が  $20 \text{ cm}^2$  のホースから放たれる速度  $1.5 \text{ m/s}$  の定常な水の噴流が物体の面に垂直に衝突し、その後は面に沿って分かれて流れた。噴流が物体に及ぼす力の大きさを求めよ。水の密度を  $1000 \text{ kg/m}^3$  として、粘性は無視できるとする。(10点)

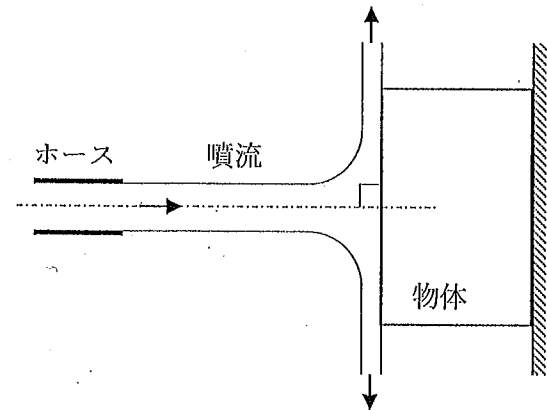


図3

解答欄

令和3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 シリンダ面積  $7000 \text{ mm}^2$  の容積型機関でピストンが  $350 \text{ mm}$  動いて、質量  $50 \text{ g}$  のガスを吸入した。このとき、シリンダ内のガスの密度  $[\text{kg}/\text{m}^3]$  を求めよ。(5点)

問2 水動力計が接続された実験用エンジンがある。水動力計を流れる水の量を加減して、トルクを測定する。いま毎分回転数  $1000 \text{ rpm}$  で実験を行ったら、トルクの指示値は  $10 \text{ Nm}$  であった。次の問に答えよ。

(1) このエンジンの動力  $[\text{kW}]$  を求めよ。なお、有効数字2桁で計算せよ。(5点)

(2) 動力計を流れる水量が  $1 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ 、動力計入口の水温が  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  であるとき、仕事が全部熱に変換されて水に与えられるとすると出口の水温は何  $[\text{ }^\circ\text{C}]$  になるか。なお、水の比熱は  $4 \text{ kJ}/(\text{kg}^\circ\text{C})$  とする。(10点)

問3 質量  $10 \text{ kg}$  の蒸気が、 $100 \text{ }^\circ\text{C}$ 、圧力  $50 \text{ Pa}$ 、容積  $15 \text{ m}^3$  のときの内部エネルギーは  $10 \text{ kJ}$  であるとする。このような状態の蒸気が有するエンタルピーと比エンタルピーの大きさを求めよ。(5点)

下線より上には何も記述しないこと

問4 熱源の温度が  $T_1$  [K], 環境の温度が  $T_2$  [K] である条件で使用されるカルノーサイクル機関について以下の設問に答えよ。

(1)  $T_1 = 2400$  [K],  $T_2 = 300$  [K] であるとき, このカルノーサイクル機関の効率を求めよ。(5点)

(2) 熱源の温度  $T_1$  を  $\Delta T$  だけ上昇させる場合と環境の温度  $T_2$  を  $\Delta T$  だけ低くする場合では, どちらがカルノーサイクル機関の効率向上の効果が大きいのか。式を用いて示せ。(10点)

問5 図1のブレイトンサイクルで効率  $\eta_B$  を圧力比 ( $r = p_2/p_1$ ) と比熱比  $\kappa$  により記述せよ。なお, 途中の計算に必要な比熱  $c_p$  は一定とする。また, サイクルの各状態の圧力と体積は, 1の状態であるならば  $p_1, v_1$  というように区別して記せ。(10点)

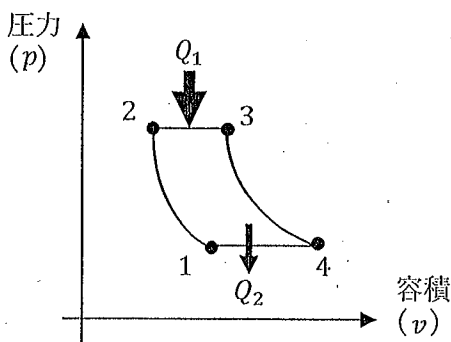


図1