

1

次の問に答えなさい。ただし、以下の問において、 $E$ を縦弾性係数、 $I$ を断面二次モーメント、 $w$ をたわみとする。

(Answer the following questions. In the following questions,  $E$ ,  $I$  and  $w$  are the Young's modulus, the moment of inertia of the cross-sectional area and the deflection, respectively.)

- (1) 図 1-1 に示すように集中モーメント  $M_0$  を受ける両端支持梁の  $x$  における曲げモーメント  $M$  とたわみ角  $dw/dx$  を導きなさい。ただし、 $0 \leq x < a$  について解答しなさい。  
 (A simply supported beam is acted upon by a concentrated moment  $M_0$  as shown in Fig. 1-1. Derive the bending moment  $M$  and the deflection angle  $dw/dx$  at  $x$  (where  $0 \leq x < a$ ).

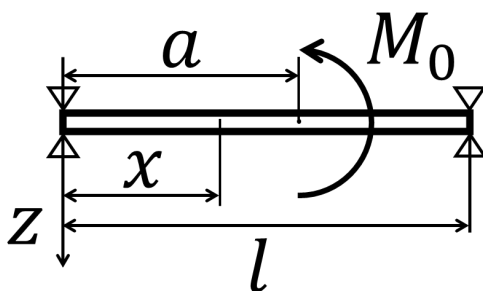


図 1-1 (Fig. 1-1)

- (2) 図 1-2 に示す集中モーメント  $M_0$  を受ける連続梁の支点 2 における曲げモーメント  $M_2$  を導きなさい。  
 (A continuous beam is subjected to a concentrated moment  $M_0$  as shown in Fig. 1-2. Derive the bending moment  $M_2$  at point 2.)

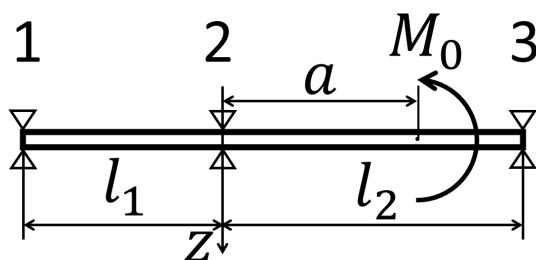


図 1-2 (Fig. 1-2)

図2に示すように、質量  $M$  のブロック A がテーブルの上を滑っている。ブロック A がテーブル表面上を滑るとき、摩擦力が働く。ブロック A とテーブルの動摩擦係数は  $\mu$  である。ブロック A は質量のない、柔軟で、伸びない糸で質量  $m$  のブロック B とつながっている。糸は水平を保持している。摩擦のない軸が O で滑車を取付けている。糸と滑車の間は滑らない。回転軸まわりの滑車の慣性モーメントは  $I$  であり、半径は  $R$  である。糸の2つの張力は  $T_1, T_2$ 。重力加速度は  $g$  である。

(Figure 2 shows a block A with mass  $M$  sliding on a table. Friction force acts when block A slides on the table's surface. The coefficient of kinetic friction between block A and the table is  $\mu$ . Block A is connected to block B with mass  $m$  by a massless, flexible, non-stretching string. The string remains horizontal. A frictionless shaft sets a pulley at O. There is no slipping between the string and the pulley. The moment of inertia about its axis of rotation for the pulley is  $I$ , and the radius of the pulley is  $R$ . Two tensions in the string are  $T_1, T_2$ . The acceleration due to gravity is  $g$ .)

(1) ブロック A の運動方程式を示せ。

(Show the equation of motion for block A.)

(2) ブロック B の運動方程式を示せ。

(Show the equation of motion for block B.)

(3) 滑車の運動方程式を示せ。

(Show the equation of motion for the pulley.)

(4)  $M = 2 \text{ kg}$ ,  $m = 2.5 \text{ kg}$ ,  $I = 1 \text{ kg m}^2$ ,  $R = 0.1 \text{ m}$ ,  $\mu = 0.2$ ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  の場合、ブロック A の加速度  $a$ 、滑車の角加速度  $b$  および糸の張力  $T_1, T_2$  を求めよ。

(Find the acceleration of block A,  $a$ , the angular acceleration of the pulley,  $b$ , and the string's tensions,  $T_1, T_2$ , for  $M = 2 \text{ kg}$ ,  $m = 2.5 \text{ kg}$ ,  $I = 1 \text{ kg m}^2$ ,  $R = 0.1 \text{ m}$ ,  $\mu = 0.2$ ,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ .)

(問題は次ページに続く)

(The question continues to the next page.)

埼玉大学 大学院理工学研究科 博士前期課程 機械科学専攻 機械科学 PG  
令和6年4月入学 第一次募集 (2023年8月実施) 入試問題 (選択問題)  
この入試問題の使用は受験生に限ります。また、許諾なく複製、転載、転用すること、  
および営利目的での使用などを行うことはできません。

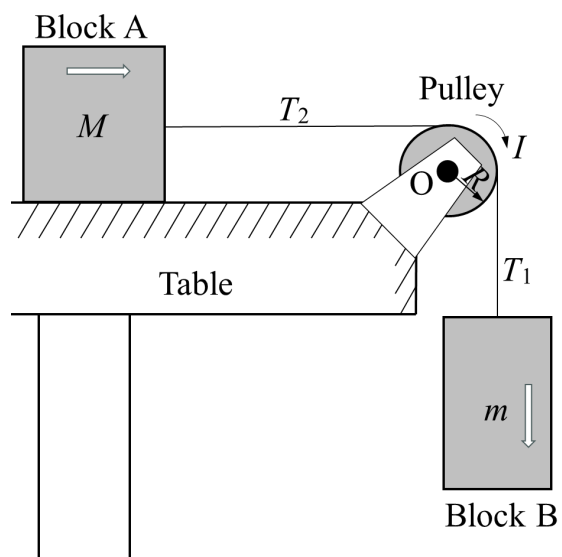


図 2

Fig. 2

3

ある熱機関が、気体定数  $R$  [J/(kg·K)], 比熱比  $\kappa = 1.5$  の理想気体を作動流体とし、図 3 に示す絶対温度-比エントロピー ( $T-s$ ) 線図における 1-2-3-1 のサイクル A にしたがって作動する。ここで、気体の状態  $i$  ( $= 1, 2, 3$ ) における温度、圧力、比体積をそれぞれ  $T_i$ ,  $p_i$ ,  $v_i$  で表す。サイクル A において、気体の状態変化は可逆的であるものと仮定して、以下の問いに答えなさい。ただし、解答には、 $R, T_1$  のうち必要な変数を用いてよい。

(A heat engine performed a cycle A of 1-2-3-1 as shown in absolute temperature-specific entropy ( $T-s$ ) diagram of Fig. 3, in which an ideal gas having gas constant of  $R$  [J/(kg·K)], specific heat ratio of  $\kappa = 1.5$  is used as a working fluid. Here, temperature, pressure, specific volume of the gas at condition  $i$  ( $= 1, 2, 3$ ) are expressed as  $T_i$ ,  $p_i$ ,  $v_i$ , respectively. Assuming that changes of the gas condition are reversible during cycle A, answer following questions using required parameters among  $R, T_1$ .)

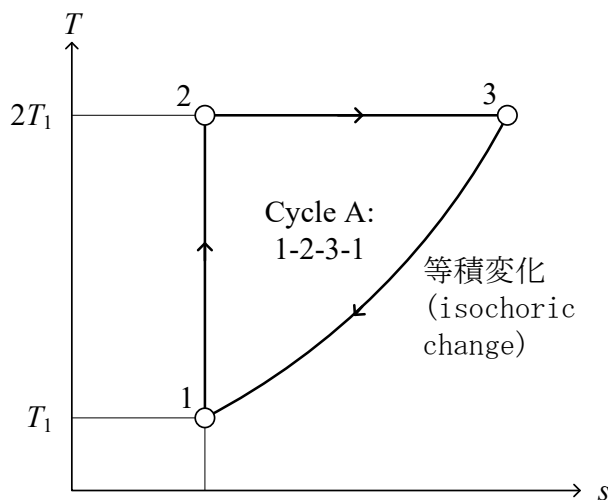


図 3 (Fig. 3)

1. サイクル A の概略について、縦軸を気体の圧力  $p$ 、横軸を比体積  $v$  とした  $p-v$  線図に表しなさい。なお、図には状態 1~3、および等温線  $T_1 \sim T_3$  をそれぞれ示すこと。

(Display the cycle A schematically in the  $p-v$  diagram, in which vertical axis is pressure of the gas,  $p$ , horizontal axis is specific volume,  $v$ . In the diagram, indicate conditions from 1 to 3 and isothermal lines  $T_1$  to  $T_3$ , respectively.)

(問題は次ページに続く)

(The question continues to the next page.)

埼玉大学 大学院理工学研究科 博士前期課程 機械科学専攻 機械科学 PG  
令和 6 年 4 月入学 第一次募集 (2023 年 8 月実施) 入試問題 (選択問題)  
この入試問題の使用は受験生に限ります。また、許諾なく複製、転載、転用すること、  
および営利目的での使用などを行うことはできません。

2. 気体に関する以下の諸量について、必要であれば  $\ln 2 \cong 0.7$  の近似を用いて求めなさい。

(Evaluate following quantities of the gas using approximation of  $\ln 2 \cong 0.7$ , if necessary.)

- (1) 圧力比  $p_2/p_1$  (Pressure ratio,  $p_2/p_1$ )
- (2) 圧縮比  $v_1/v_2$  (Compression ratio,  $v_1/v_2$ )
- (3) 定積比熱  $c_v$  (Specific heat at constant volume,  $c_v$ )
- (4) 過程 1-2 で単位質量当たりの気体の行った仕事  $l_{A,12}$   
(Work that unit mass of the gas performed during process 1-2,  $l_{A,12}$ )
- (5) サイクル A において、単位質量当たりの気体の受熱量  $q_H$   
(Heat that unit mass of the gas received during the cycle A,  $q_H$ )
- (6) 圧力比  $p_3/p_1$  (Pressure ratio,  $p_3/p_1$ )
- (7) このサイクルにおいて、単位質量当たりの気体の放熱量  $|q_L|$   
(Heat that unit mass of the gas released during the cycle A,  $|q_L|$ )
- (8) サイクル A の理論熱効率  $\eta_A$  (Theoretical thermal efficiency of the cycle,  $\eta_A$ )
- (9) サイクル A において、単位質量当たりの気体の行った正味仕事  $l_{A,net}$   
(Net work that unit mass of the gas performed during the cycle A,  $l_{A,net}$ )
- (10) 過程 3-1 における比エントロピー変化量  $s_1 - s_3$   
(Change of specific entropy during process 3-1,  $s_1 - s_3$ )

3. サイクル A における状態 3 の後、気体は断熱膨張および等温圧縮の 2 過程を経て状態 1 に戻るサイクル B を考える。サイクル B においても、気体の状態変化は可逆的であるものと仮定して、以下の問いに答えなさい。

(Considering cycle B, where the gas returned to condition 1 performed two processes of adiabatic expansion and isothermal compression after condition 3 of cycle A. Assuming that changes of the gas condition are also reversible during cycle B, answer following questions.)

- (1) サイクル B の理論熱効率を求めなさい。  
(Evaluate theoretical thermal efficiency of cycle B,  $\eta_B$ .)
- (2) サイクル B における単位質量当たりの気体の正味仕事  $l_{B,net}$  を求めなさい。  
(Evaluate net work that unit mass of the gas performed during cycle B,  $l_{B,net}$ .)
- (3) サイクル B とサイクル A の正味仕事の差  $l_{B,net} - l_{A,net}$  を求め、これを  $T - s$  線図上に表しなさい。  
(Evaluate the difference of net work of cycle B and cycle A,  $l_{B,net} - l_{A,net}$ , and display it in the  $T - s$  diagram.)

4

図4に示すように、鉛直に設置された絞りを有する管の内部を密度が  $\rho$  で一定の非粘性流体が上方に向けて定常で流れている準1次元流れについて考える。密度  $\rho_H$  ( $\rho < \rho_H$ ) の液体が封入してあるU字型の細管は、図4の点1および点2の高さで鉛直管に接続してある。点1および点2における流れの速さはそれぞれ  $V_1, V_2$ , 圧力は  $p_1, p_2$  で一定であり、これらの点を含む鉛直管の断面積はそれぞれ  $A_1, A_2$  ( $A_2 < A_1$ ) である。U字型の細管内の液面は、点1より  $h_1$  だけ下方と点2より  $h_2$  だけ下方にあり、2つの液面は高さ  $H$  だけ隔てていた。重力加速度を  $g$  として以下の問いに答えよ。ただし、鉛直管内の流れの速さは音速に比べて十分小さいものとする。

(As shown in Fig. 4, consider the quasi-one-dimensional steady flow flowing upward inside the tube equipped with a throat vertically, where the fluid is inviscid and has a constant density of  $\rho$ . A U-shaped narrow tube containing a liquid of density  $\rho_H$  ( $\rho < \rho_H$ ) is connected to the vertical tube at the heights of point 1 and point 2 as shown in Fig. 4. The flow velocities at point 1 and point 2 are  $V_1, V_2$ , the pressures are  $p_1, p_2$ , and the areas of cross section including these points are  $A_1, A_2$  ( $A_2 < A_1$ ), respectively. Liquid surfaces inside U-shaped narrow tube are  $h_1$  below the point 1 and  $h_2$  below the point 2, and these liquid surfaces are different by the height of  $H$ . Answer the following questions assuming that the acceleration of gravity is  $g$ . The flow velocity inside vertical tube is quite low compared to the speed of sound.)

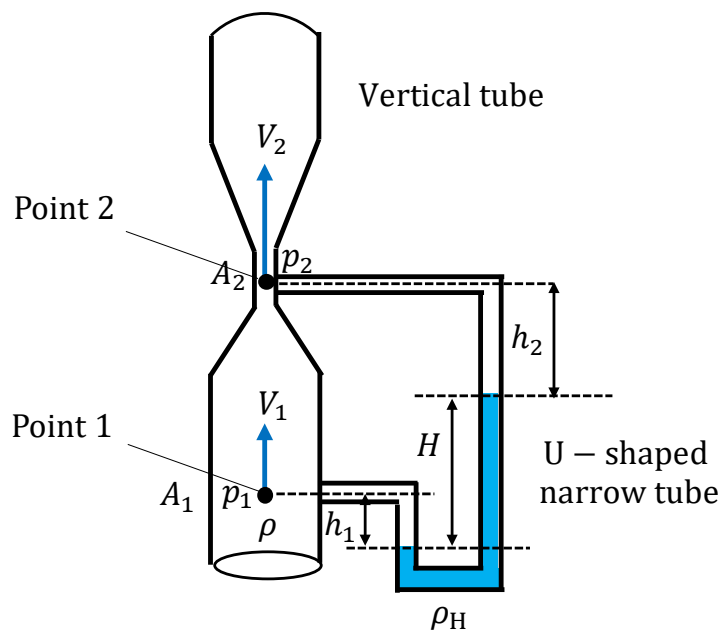


図4 (Fig. 4)

(問題は次ページに続く)  
 (The question continues to the next page.)

埼玉大学 大学院理工学研究科 博士前期課程 機械科学専攻 機械科学 PG  
令和6年4月入学 第一次募集 (2023年8月実施) 入試問題 (選択問題)  
この入試問題の使用は受験生に限ります。また、許諾なく複製、転載、転用すること、  
および営利目的での使用などを行うことはできません。

- (1) 図4のような管路内に絞り部を設けた管の名称を答えよ。  
(Answer the name of tube equipped with a throat in the tube as shown in Fig. 4.)
- (2) 図4のような2点間の圧力差を計測するためのU字型の細管の名称を答えよ。  
(Answer the name of U-shaped narrow tube to measure the pressure difference between two points as shown in Fig. 4.)
- (3) 点2における流れの速さ  $V_2$  を  $A_1, A_2, V_1$  を用いて表し、その際に適用した保存則の名称を答えよ。  
(Express the flow velocity at point 2,  $V_2$  using  $A_1, A_2, V_1$  and answer the name of conservation law applied in this case.)
- (4) 静水圧の式を適用し、点1と点2の圧力差  $p_1 - p_2$  を  $g, H, h_1, h_2, \rho, \rho_H$  を用いて表せ。  
(Applying hydrostatic equation, express the pressure difference between point 1 and point 2,  $p_1 - p_2$  using  $g, H, h_1, h_2, \rho, \rho_H$ .)
- (5) 点1および点2を通る流線に対してベルヌーイの式を適用することにより、点1における流れの平均速さの2乗  $V_1^2$  を  $g, H, h_1, h_2, V_2, p_1, p_2, \rho$  を用いて表せ。  
(By applying Bernoulli equation to streamline passing through the point 1 and point 2, express the square of average flow velocity at point 1,  $V_1^2$  using  $g, H, h_1, h_2, V_2, p_1, p_2, \rho$ .)
- (6) 設問(3)で得られた式を前設問(5)の式に代入することにより、点1における流れの平均速さの2乗  $V_1^2$  を  $A_1, A_2, g, H, h_1, h_2, p_1, p_2, \rho$  を用いて表せ。  
(Substituting the equation of question (3) to the equation of previous question (5), express the square of averaged flow velocity at point 1,  $V_1^2$  using  $A_1, A_2, g, H, h_1, h_2, p_1, p_2, \rho$ .)
- (7) 設問(4)で得られた式を前設問(6)の式に代入することにより、点1における流れの平均速さ  $V_1$  を  $A_1, A_2, g, H, \rho, \rho_H$  を用いて表せ。  
(Substituting the equation of question (4) to the equation of previous question (6), express the averaged flow velocity at point 1,  $V_1$  using  $A_1, A_2, g, H, \rho, \rho_H$ .)
- (8) 次の条件下における点1および点2の平均速さ  $V_1$  [m/s] および  $V_2$  [m/s] をそれぞれ求めよ。  
(Evaluate the averaged flow velocities at point 1 and point 2,  $V_1$  [m/s] and  $V_2$  [m/s], respectively under following conditions.)  
$$A_1 = 3.00 \times 10^{-3} \text{ m}^2, \quad A_2 = 1.00 \times 10^{-3} \text{ m}^2, \quad g = 10.0 \text{ m/s}^2, \quad H = 0.05 \text{ m},$$
$$\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3, \quad \rho_H = 9.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$
- (9) 前設問(8)と同条件における点2の質量流量  $M_2$  [kg/s] を求めよ。  
(Evaluate the mass flow rate at point 2,  $M_2$  under same conditions with previous question (8).)

5

次のフィードバック制御系 (図 5-1) について以下の問に答えよ。ただし,  $Y(s)$ ,  $R(s)$ ,

$D(s)$  はそれぞれ  $y(t)$ ,  $r(t)$ ,  $d(t)$  のラプラス変換である。

(Answer the following questions about the illustrated feedback control system (Fig. 5-1). Here,

$Y(s)$ ,  $R(s)$ ,  $D(s)$  are Laplace transforms of  $y(t)$ ,  $r(t)$ ,  $d(t)$ , respectively.)

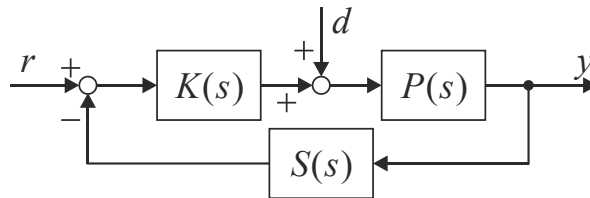


図 5-1 (Fig. 5-1)

(1)  $K(s) = K_p$ ,  $P(s) = \frac{1}{s(0.2s+1)(s+1)}$ ,  $S(s) = 1$ ,  $d(t) = 0$  のとき, 以下の問いに

答えよ。ただし,  $K_p > 0$  とする。

(Let  $K(s) = K_p$ ,  $P(s) = \frac{1}{s(0.2s+1)(s+1)}$ ,  $S(s) = 1$  and  $d(t) = 0$ . Answer the

following questions for the case where  $K_p > 0$ .)

① 伝達関数  $\frac{Y(s)}{R(s)}$  を求めよ。

(Find the transfer function  $\frac{Y(s)}{R(s)}$ .)

② この系が安定となる  $K_p$  の範囲を求めよ。

(Determine the range of  $K_p$  for which the system is stable.)

(問題は次ページに続く)

(The question continues to the next page.)



埼玉大学 大学院理工学研究科 博士前期課程 機械科学専攻 機械科学 PG  
令和6年4月入学 第一次募集 (2023年8月実施) 入試問題 (選択問題)  
この入試問題の使用は受験生に限ります。また、許諾なく複製、転載、転用すること、  
および営利目的での使用などを行うことはできません。

(2)  $K(s) = \frac{1}{2}$ ,  $P(s) = \frac{8}{s(s+1)}$ ,  $S(s) = 1$ ,  $r(t) = 0$  のとき, 以下の問いに答えよ.

(Let  $K(s) = \frac{1}{2}$ ,  $P(s) = \frac{8}{s(s+1)}$ ,  $S(s) = 1$  and  $r(t) = 0$ . Answer the following questions.)

① 伝達関数  $\frac{Y(s)}{D(s)}$  を求めよ.

(Find the transfer function  $\frac{Y(s)}{D(s)}$ .)

② 入力  $d(t)$  をステップ関数

$$d(t) = \begin{cases} 0 & (t < 0) \\ 1 & (t \geq 0) \end{cases}$$

としたときの応答  $y(t)$  に最も近いものを図 5-2 の A~H より選択せよ. ただし,  $y(0) = 0$  とする.

(Among A to H in Fig. 5-2, select the one that is closest to the response  $y(t)$  for a given input  $d(t)$  defined as a step function

$$d(t) = \begin{cases} 0 & (t < 0) \\ 1 & (t \geq 0) \end{cases},$$

where  $y(0) = 0$ .)

(問題は次ページに続く)

(The question continues to the next page.)

この入試問題の使用は受験生に限ります。また、許諾なく複製、転載、転用すること、  
および営利目的での使用などを行うことはできません。

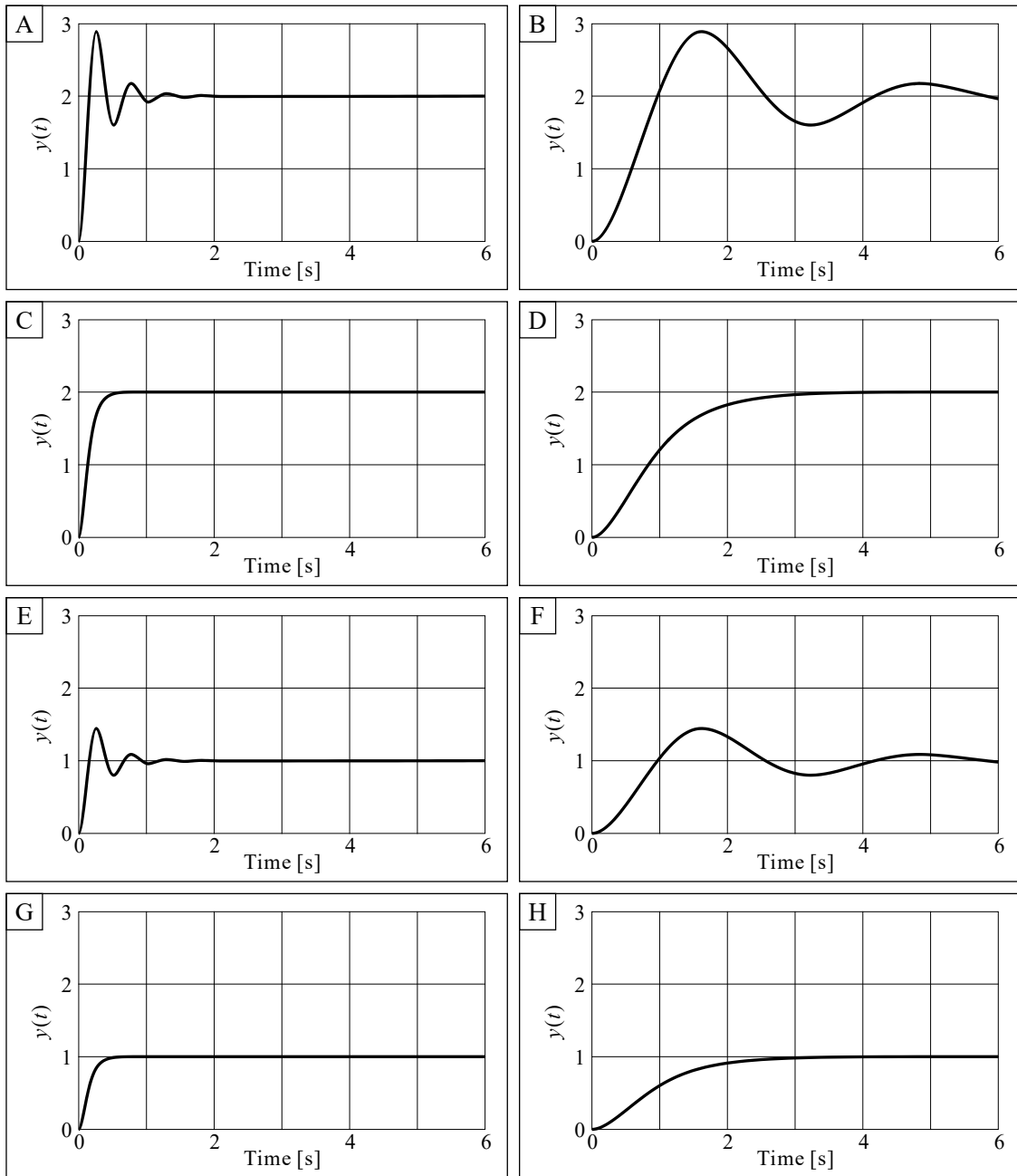


図 5-2 (Fig. 5-2)

(問題は次ページに続く)

(The question continues to the next page.)

埼玉大学 大学院理工学研究科 博士前期課程 機械科学専攻 機械科学 PG  
令和6年4月入学 第一次募集 (2023年8月実施) 入試問題 (選択問題)  
この入試問題の使用は受験生に限ります。また、許諾なく複製、転載、転用すること、  
および営利目的での使用などを行うことはできません。

(3)  $K(s)=5$ ,  $P(s)=\frac{1}{(2s+5)(s+1)}$ ,  $S(s)=\frac{4}{5}s$ ,  $d(t)=0$  のとき, 以下の問いに答えよ.

(Let  $K(s)=5$ ,  $P(s)=\frac{1}{(2s+5)(s+1)}$ ,  $S(s)=\frac{4}{5}s$  and  $d(t)=0$ . Answer the following questions.)

① 伝達関数  $\frac{Y(s)}{R(s)}$  を求めよ.

(Find the transfer function  $\frac{Y(s)}{R(s)}$ .)

② ①で求めた伝達関数のボード線図の概形を描け.

(Draw the asymptotic Bode diagram of the system found in ①.)

注: 問題 (3) ② に対しては, 専用の解答用紙があります。「下書き用」と「解答用」の2枚を配布しますので, 申し出てください.

専用の解答用紙の余白には, それぞれ

- 受験番号および氏名
- 「下書き用」と「解答用」の別

を記入してください.

Attention: A special answer sheet to draw the diagram is to be used for the problem (3) ②. Two copies of the sheet, one for a draft and one for an answer, will be given upon request.

In the margin of each special answer sheet, write the following information

- application number and name
- which is the “Draft” or “Answer”