

1

長さ  $l$ , ヤング率  $E$ , 断面二次モーメント  $I$  の梁 AB について, 次の問いに答えよ。

Consider a beam AB of length  $l$ , Young's modulus  $E$ , second moment of area  $I$ , and answer the following questions.

- (1) 図 1-1 のように, 片持ち梁 AB が先端 B に集中荷重  $P$  を受けるとき, 先端 B のたわみ  $w_B$  を求めよ。

A cantilever AB carries a concentrated load  $P$  at the tip B as shown in Fig. 1-1. Determine the deflection  $w_B$  at point B.

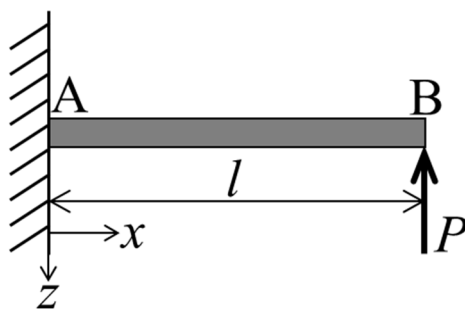


図 1-1 (Fig. 1-1)

- (2) 図 1-2 のように, 片持ち梁 AB が梁の中央に集中荷重  $P$  を受けるとき, 先端 B のたわみ  $w_B$  を求めよ。

A cantilever AB carries a concentrated load  $P$  at mid-length as shown in Fig. 1-2. Determine the deflection  $w_B$  at point B.

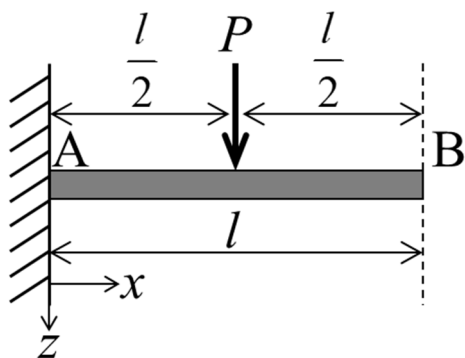


図 1-2 (Fig. 1-2)

(問題は次ページに続く)

(The question continues to the next page.)

- (3) 一端が固定され、他端が支持された梁 AB が中央に集中荷重  $P$  を受けるとき、支持端に生じる反力  $R_B$  および梁に生じる曲げモーメントの絶対値の最大値  $|M_{\max}|$  を求めよ。

A beam AB is fixed at point A and simply-supported at point B and carries a concentrated load  $P$  at mid-length as shown in Fig. 1-3. Determine the reaction force at point B  $R_B$  and the maximum of the absolute value of bending moment  $|M_{\max}|$ .

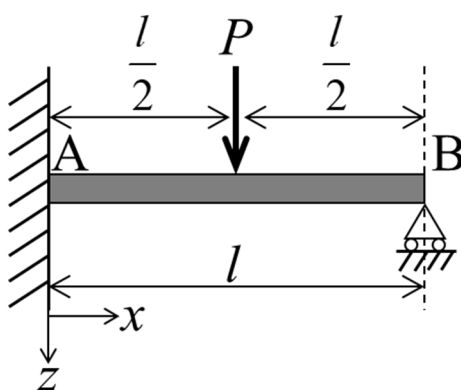


図 1-3 (Fig. 1-3)

図 2 に示す系の滑車は静的釣合い位置から振幅  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  で調和振動している。滑車はそれぞれ半径が  $0.5R$ ,  $R$  で、慣性モーメントが  $0.25I$ ,  $I$  である。ロープは滑車のリム部で滑らない。摩擦の無視できるベアリングが滑車を支持している。ロープの一方の端には、質量  $M$  の物体がぶら下がっている。ロープの反対側はばねに取付けられている。ばねのこわさは  $K$  である。ロープとばねの質量および滑車とロープ間の摩擦は無視できる。系は調和振動しているため、 $(\omega_n \theta_1)^2 = \dot{\theta}_1^2$ ,  $(\omega_n \theta_2)^2 = \dot{\theta}_2^2$  の関係式が成り立つ。系の固有角振動数は  $\omega_n$  である。ドットは時間に関する微分を表している。以下の問題に答えなさい。

(The pulleys of the system shown in Fig. 2 harmonically oscillate with amplitudes  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  from the static equilibrium position. The pulleys have radius  $0.5R$  and  $R$  and moments of inertia  $0.25I$  and  $I$  respectively. The rope does not slip on the rims of pulleys. Bearings with negligible friction support the pulleys. On one end of rope hung an object with mass  $M$ . The other side of the rope is attached to the spring. The stiffness of the spring is  $K$ . The mass of the rope and spring and friction between the pulley and the rope are negligible. The system is undergoing harmonic oscillation, so we obtain equations  $(\omega_n \theta_1)^2 = \dot{\theta}_1^2$ ,  $(\omega_n \theta_2)^2 = \dot{\theta}_2^2$ . The natural angular frequency of the system is  $\omega_n$ . The dot notation denotes differentiation with respect to time. Answer the following questions.)

- (1) 系の最大運動エネルギー  $T_{\max}$  を求めよ。  
(Find the maximum kinetic energy  $T_{\max}$  of the system.)
- (2) ばねの最大ポテンシャルエネルギー  $U_{\max}$  を求めよ。  
(Find the maximum potential energy  $U_{\max}$  of the spring.)
- (3) 系の固有角振動数  $\omega_n$  を求めよ。  
(Find the natural angular frequency  $\omega_n$  of the system.)

(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5年4月入学 第一次募集 (2022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。

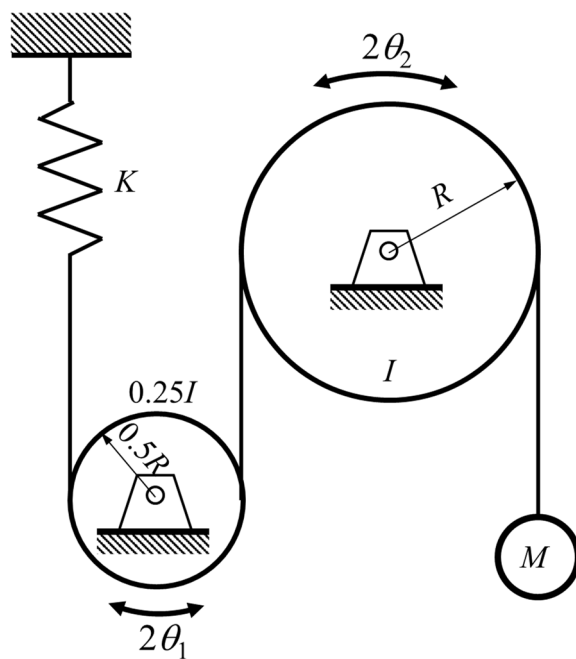


図 2  
Fig. 2

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

滑らかに動くピストンとシリンダで構成される容器の内部に定積比熱  $c_v$ , 比熱比  $\kappa$  の理想気体が密封されている。気体の初めの状態は図 3 に示す圧力-比体積 ( $p-v$ ) 線図上の点 1 で表され、比体積は  $v_1$ , 温度は  $T_1$  である (状態 1)。気体は状態 1 から比体積が  $v_1/\alpha$  ( $\alpha > 1$ ) の状態 2 まで断熱変化し、次に状態 3 まで等積変化し、次に比体積が  $\beta v_1$  ( $\beta > 1$ ) の状態 4 まで断熱変化し、次に状態 1 まで等圧変化した。気体は、このサイクルにおいて可逆的に変化するものと仮定して以下の問いに答えよ。

(An ideal gas having specific heat ratio at constant volume of  $c_v$ , specific heat ratio of  $\kappa$  is sealed inside a container composed of smoothly moving piston and cylinder. Initial condition of the gas is shown as point 1 in the pressure – specific volume ( $p-v$ ) diagram of Fig. 3 (condition 1), where specific volume is  $v_1$ , temperature is  $T_1$ . This gas is adiabatically changed from condition 1 to condition 2, where the specific volume is  $v_1/\alpha$  ( $\alpha > 1$ ). Next, the gas is changed to condition 3 with constant volume, and is adiabatically changed to condition 4, where specific volume is  $\beta v_1$  ( $\beta > 1$ ). Next, the gas is changed to condition 1 with constant pressure. Assuming that the gas is reversibly changed during this cycle, answer the following questions.)

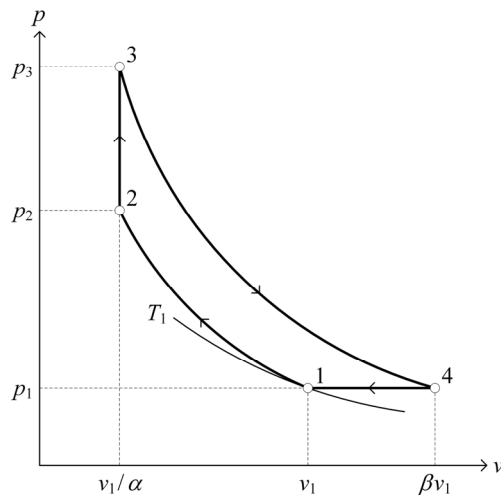


図 3 (Fig. 3)

1. 以下の諸量を  $c_v, T_1, \alpha, \beta, \kappa$  のうち必要な変数を用いて表せ。  
 (Express following quantities using required parameters among  $c_v, T_1, \alpha, \beta, \kappa$ .)
- (1) 状態 2 の温度,  $T_2$   
 (Temperature of the gas at condition 2,  $T_2$ )
- (2) 単位質量当たりの気体が断熱過程 1-2 において行った仕事,  $l_{a,12}$   
 (Work that unit mass of the gas performed during adiabatic process 1-2,  $l_{a,12}$ )

(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5年4月入学 第一次募集 (2022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) 状態 4 の温度,  $T_4$   
(Temperature of the gas at condition 4,  $T_4$ )
  - (4) 状態 3 の温度,  $T_3$   
(Temperature of the gas at condition 3,  $T_3$ )
  - (5) 状態 3 の圧力の状態 2 の圧力に対する比,  $p_3/p_2$   
(Ratio of pressure at condition 3 to that at condition 2,  $p_3/p_2$ )
  - (6) 単位質量当たりの気体がこのサイクルにおいて受け取った熱量,  $q_H$   
(Heat that unit mass of the gas received during this cycle,  $q_H$ )
  - (7) 単位質量当たりの気体がこのサイクルにおいて放出した熱量,  $|q_L|$   
(Heat that unit mass of the gas released during this cycle,  $|q_L|$ )
  - (8) 単位質量当たりの気体がこのサイクルにおいて行った正味仕事,  $l_{a,net}$   
(Net work that unit mass of the gas performed during this cycle,  $l_{a,net}$ )
  - (9) このサイクルの理論熱効率,  $\eta_{th}$   
(Theoretical thermal efficiency of this cycle,  $\eta_{th}$ )
  - (10) 等積過程 2-3 における気体の比エントロピー変化量,  $s_3 - s_2$   
(Change of specific entropy of the gas during constant volume process 2-3,  $s_3 - s_2$ )
2. このサイクルにおける気体の状態変化の概略を温度-比エントロピー線図に表せ。ただし、縦軸を温度  $T$ 、横軸を比エントロピー  $s$  とし、状態 1~4 を図中に示せ。  
(Display schematic changes of the gas conditions during this cycle in the temperature – specific entropy diagram. Note that vertical axis is the temperature  $T$ , horizontal axis is the specific entropy  $s$ , and indicate the conditions from 1 to 4 in the diagram.)

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。

4

図4に示すように、水平に置かれた平行な二つの壁があり、その一方に置かれた物体を過ぎる2次元流れを考える。壁での摩擦は無視できるものとする。断面①では速度 $U_0$ の一樣な分布をしており、断面②では $y=0$ において速度0、 $y=H$ において速度 $U$ の直線分布であることが確認された。各断面①および②上で圧力はそれぞれ一定であるとする。以下、流体の密度を $\rho$ とし、奥行は単位長さをとって答えよ。

As shown in Fig. 4, fluid flows in a horizontal two-dimensional channel which is bounded with upper and lower walls. An obstacle is mounted on the lower wall, and the channel height is  $H$ . Here, we can neglect viscous effect on the wall. The velocity at the cross section ① is uniform as  $U_0$ . The velocity at cross section ② has linear profile, also is 0 at  $y=0$  and  $U$  at  $y=H$ . Here, the fluid density is  $\rho$  and the pressure is constant on the cross section ① and ②, respectively. Answer the following questions by considering unit width for this two-dimensional channel.

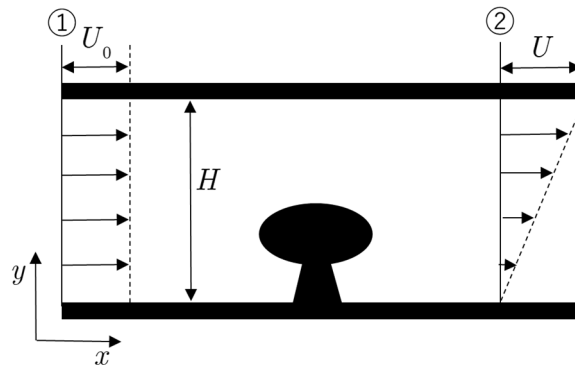


図4 (Fig. 4)

1)  $U$ を $U_0$ で表せ。

1) Express  $U$  by using  $U_0$ .

2) 上壁に沿った流れの流線上では損失がないものと仮定しよう。断面②での圧力 $p_2$ を求めよ。ただし、断面①での圧力を $p_1$ とする。

2) Assuming an ideal flow streamline without any loss along the wall, obtain the pressure at cross section ②  $p_2$ . Where, put the pressure at section ① as  $p_1$ .

3) 断面②での速度 $u_2$ を $y$ の関数として表せ。

3) Derive the expression of velocity profile at section ②  $u_2$  as function of  $y$ .

(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5年4月入学 第一次募集 (2022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。

4) 断面①と②を出入りする運動量流量を求めよ。

4) Obtain the momentum flux at sections ① and ②.

5) 物体を支えるための  $x$  方向の力を求めよ。

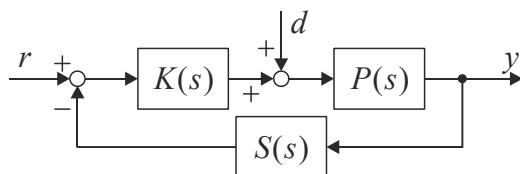
5) Obtain the force in  $x$  direction to mount the object on the wall.



5

次のフィードバック制御系について以下の問に答えよ。ただし、 $Y(s)$ は $y(t)$ のラプラス変換である。

Answer the following questions about the illustrated feedback control system. Here,  $Y(s)$  is Laplace transform of  $y(t)$ .



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

Let  $K(s) = \frac{1}{s+2}$ ,  $P(s) = \frac{1}{s+5}$ ,  $S(s) = 2$  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  $\frac{Y(s)}{R(s)}$ .

(問題は次ページに続く)

(The question continues to the next page.)

② 入力  $r(t)$  をステップ関数

$$r(t) = \begin{cases} 0 & (t < 0) \\ A & (t \geq 0) \end{cases}$$

としたときの応答  $y(t)$  を求めよ。ただし、 $y(0) = 0$  とする。

Find the response  $y(t)$  with input  $r(t)$  as a step function

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

when  $y(0) = 0$ .

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

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

① 入力  $d(t)$  をステップ関数

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

としたときの応答  $y(t)$  を求めよ。ただし、 $y(0) = 0$  とする。

Find the response  $y(t)$  with input  $d(t)$  as a step function

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

when  $y(0) = 0$ .

(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5年4月入学 第一次募集 (2022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 伝達関数  $\frac{Y(s)}{D(s)}$  のボード線図の概形を描け。

Draw the asymptotic Bode diagram of the transfer function  $\frac{Y(s)}{D(s)}$ .

注：問題 (2) 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 (2) 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”