

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 に示す一様な分布荷重 $p$ を受ける両端支持梁の $x$ における曲げモーメント $M$ と、点 A におけるたわみ角 $dw/dx$ を導きなさい。

(A simply supported beam is subjected to a homogeneous distributed load  $p$  as shown in Fig. 1-1. Derive the bending moment  $M$  at  $x$  and the deflection angle  $dw/dx$  at point A.)

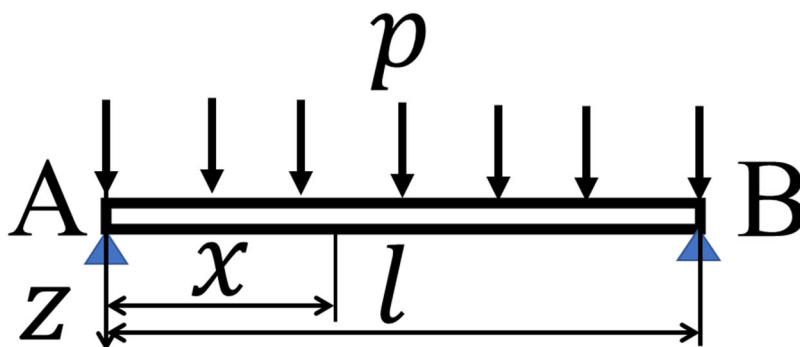


図 1-1 (Fig. 1-1)

(2) 図 1-2 に示す両端に集中モーメント $M_0$ を受ける両端支持梁の $x$ における曲げモーメント $M$ と、点 A におけるたわみ角 $dw/dx$ を導きなさい。

(A simply supported beam carries a couple of concentrated moments  $M_0$  at the edges of the beam as shown in Fig. 1-2. Derive the bending moment  $M$  at  $x$  and the deflection angle  $dw/dx$  at point A.)

(問題は次ページに続く)

(The question continues to the next page.)

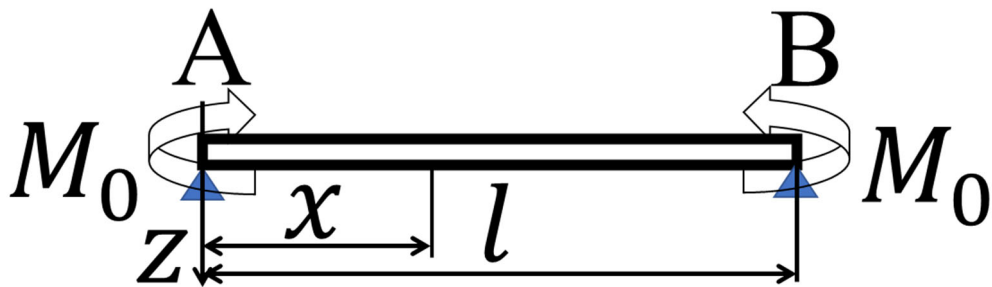


図 1-2 (Fig. 1-2)

(3) 図 1-3 に示す一様な分布荷重  $p$  を受ける両端固定梁の点 A における曲げモーメントを導きなさい。

(A fixed beam is subjected to a homogeneous distributed load  $p$  as shown in Fig. 3. Derive the bending moment at point A.)

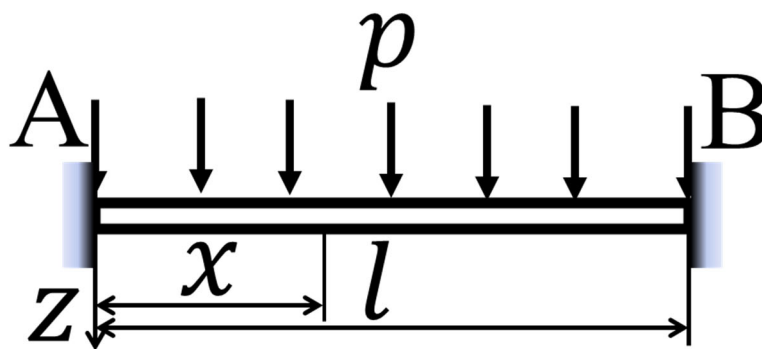


図 1-3 (Fig. 1-3)

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

ドラム A は  $2 \text{ rad/s}^2$  の一定の角加速度  $\alpha$  が与えられ、図 2 に示すように、ドラムを巻く接続ケーブルを使用して、 $10 \text{ kg}$  のドラム B が水平レール上を転がる。車輪とレール表面の間の静止摩擦係数  $\mu$  を  $0.3$ 。ドラム A の半径を  $50 \text{ mm}$ 。ドラム B の半径を  $400 \text{ mm}$ 、ホイールの半径を  $200 \text{ mm}$  とする。また、ドラム B の  $O$  周りの慣性モーメント  $I$  を  $0.7 \text{ kgm}^2$ 。重力加速度を  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  とする。ドラム B の中心点  $O$  まわりの時計回りの角加速度を  $\beta$ 。ドラム B の中心点の  $x$  軸の正方向の水平方向加速度を  $a$  とする。次の質問に答えなさい。

(Drum A is given the constant angular acceleration  $\alpha$  of  $2 \text{ rad/s}^2$  and causes the  $10 \text{ kg}$  drum B to roll on the horizontal rail using the connecting cable, which wraps around the drum, as shown in Fig.2. The coefficient of static friction  $\mu$  between the wheel and rail surface is  $0.3$ . The radius of drum A is  $50 \text{ mm}$ . The radius of drum B is  $400 \text{ mm}$ , and the radius of the wheel is  $200 \text{ mm}$ . The moment of inertia  $I$  about  $O$  of drum B is  $0.7 \text{ kgm}^2$ . Gravitational acceleration is  $g = 9.8 \text{ m / s}^2$ . The clockwise angular acceleration about the center point  $O$  of drum B is  $\beta$ . The horizontal acceleration in the positive direction of the  $x$ -axis of the center point  $O$  of drum B is  $a$ . Answer the following questions. )

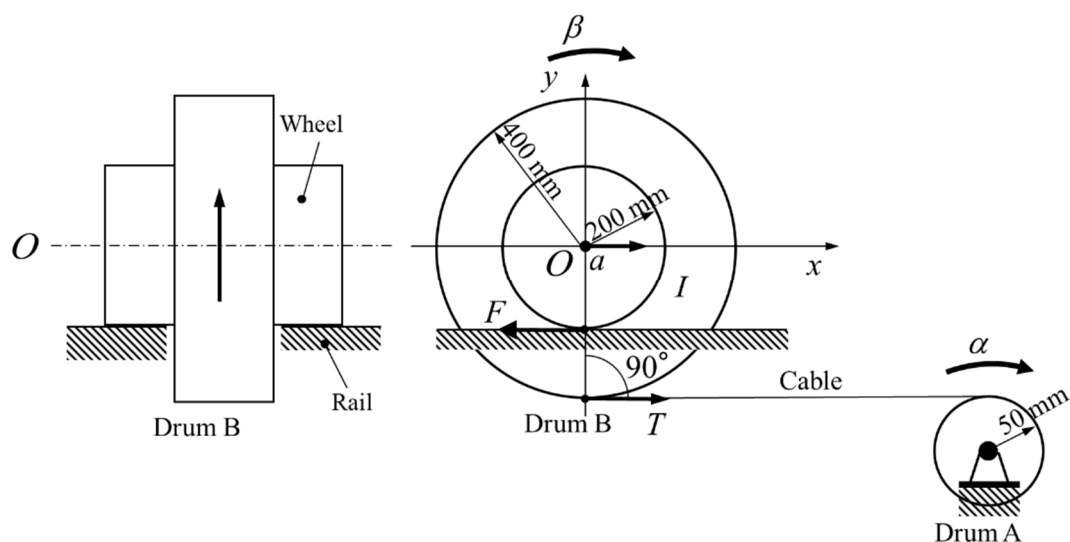


図 2 ドラム A が接続ケーブルで水平なレール上でドラム B を回転させる。  
 Fig. 2-1 Drum A rotates drum B on a horizontal rail with a connecting cable.

(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4年4月入学 第一次募集 (2021年9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。

図に示したドラム B の角加速度 $\beta$ と点 O の水平方向加速度  $a$  の大きさと向きを求めよ。

(Find the magnitude and the direction of the angular acceleration  $\beta$  of drum B and the horizontal acceleration  $a$  of point O shown in Fig.2-1.)

1) ケーブルの張力  $T$  と車輪にレールの水平面から受ける摩擦力  $F$  を求めよ。

(Find the tension  $T$  in the cable and the friction force  $F$  on the wheel from the horizontal surface of the rail.)

2) ホイールが滑ることなくレール上を転がるために必要な静止摩擦係数 $\mu$ の値を求めよ。

(Find the value of the coefficient  $\mu$  of static friction required to roll on the rail without the wheel slipping.)

(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。

3

滑らかに動くピストンとシリンダで構成される容器があり、その内部に比熱比  $\kappa$ 、気体定数  $R$  の理想気体が充填されている。気体の初めの状態は図3の  $p-v$  (圧力-比体積) 線図上における状態1で表され、気体の温度は  $T_1$ 、比体積  $v_1$  である。

気体は、状態1からその比体積が  $v_1/\varepsilon$  ( $\varepsilon > 1$ ) の状態2まで等温変化した。次に、状態3まで等積変化し、状態1まで断熱変化した。このサイクルにおいて、気体は可逆的に変化するものと仮定して、以下の問いに答えなさい。

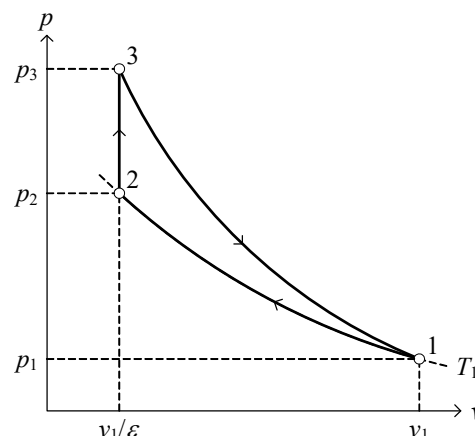


図3 (Fig. 3)

(There is a container composed of smoothly moving piston and cylinder, and an ideal gas having specific heat ratio of  $\kappa$  and gas constant of  $R$  is filled inside it. Initial condition of the gas is shown as condition-1 in  $p-v$  (pressure-specific volume) diagram of Fig. 3, where temperature of the gas is  $T_1$ , specific volume  $v_1$ .

The gas is isothermally changed from condition-1 until the specific volume becomes  $v_1/\varepsilon$  ( $\varepsilon > 1$ ) of condition-2. Next, the gas is isochorically changed to condition-3, and is adiabatically changed to condition-1. Assuming that the gas is reversibly changed during this cycle, answer the following questions.)

1. 以下の諸量を  $R, T_1, \varepsilon, \kappa$  のうち必要な変数を用いて表しなさい。

(Express following quantities using required parameters among  $R, T_1, \varepsilon, \kappa$ .)

- (1) 状態2の圧力  $p_2$  の状態1における圧力  $p_1$  に対する比,  $p_2/p_1$ .  
(Ratio of pressure at condition 2,  $p_2$  to that at condition 1,  $p_1$ ,  $p_2/p_1$ .)
- (2) 等温過程1-2で単位質量当たりの気体がした絶対仕事,  $l_{a,12}$ .  
(Work done by unit mass of the gas during isothermal process 1-2,  $l_{a,12}$ .)
- (3) 状態3における気体の温度,  $T_3$ .  
(Temperature of the gas at condition 3,  $T_3$ .)
- (4) 状態3の圧力  $p_3$  の状態2における圧力  $p_2$  に対する比,  $p_3/p_2$ .  
(Ratio of pressure at condition 3,  $p_3$  to that at condition 2,  $p_2$ ,  $p_3/p_2$ .)

(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4年4月入学 第一次募集 (2021年9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。

- (5) このサイクルにおいて単位質量当たりの気体が受けとった熱量,  $q_H$ .  
(Heat received by unit mass of the gas during this cycle,  $q_H$ .)
  - (6) このサイクルにおいて単位質量当たりの気体が捨てた熱量,  $|q_L|$ .  
(Heat released by unit mass of the gas during this cycle,  $|q_L|$ .)
  - (7) このサイクルにおいて単位質量当たりの気体のした正味仕事,  $l_{a,net}$ .  
(Net work done by unit mass of the gas during this cycle,  $l_{a,net}$ .)
  - (8) このサイクルの理論熱効率,  $\eta_{th}$ .  
(Theoretical thermal efficiency of this cycle,  $\eta_{th}$ .)
  - (9) 等積過程 2-3 における比エントロピー変化量,  $s_3 - s_2$ .  
(Change of the specific entropy during isochoric process 2-3,  $s_3 - s_2$ .)
2. このサイクルにおける気体の変化について  $T-s$  (温度-比エントロピー) 線図上に表しなさい。なお、図には状態 1, 2 および 3 を通る等圧線および等積線をそれぞれ示すこと。  
(Display the changes of gas during this cycle in the  $T-s$  (temperature-specific entropy) diagram. Indicate isobaric and isochoric lines passing through the conditions 1, 2 and 3, respectively.)

4

絶対座標系において、流速  $U$  m/s、流量  $Q$  m<sup>3</sup>/s の水の噴流があるとする。この噴流に対して、角度  $\theta$  傾いた平板を取り付けられた棒を押して噴流の流入方向に速度  $V$  m/s で衝突させたところ、噴流は板の面に平行に二つに分かれた。この現象はすべて水平面内で起きているものとして重力による影響は考えない。この時のそれぞれの噴流の速度と流量を  $U_1$  m/s、 $Q_1$  m<sup>3</sup>/s および  $U_2$  m/s、 $Q_2$  m<sup>3</sup>/s とする。次に、板に対する相対運動を考えることによって、以下の問いに答えよ。

(Suppose a water jet with velocity  $U$  m/s and flow rate  $Q$  m<sup>3</sup>/s in the absolute coordinate system. When a rod with a flat plate tilted at an angle of  $\theta$  was pushed against this jet and collided at a velocity  $V$  in the inflow direction of the jet, the jet split into two parallel flows on the surface of the plate. Assuming the phenomenon occurs in the horizontal plane, the influence of gravity can be neglected. Let the velocities and flow rates of each jet be  $U_1$  m/s,  $Q_1$  m<sup>3</sup>/s and  $U_2$  m/s,  $Q_2$  m<sup>3</sup>/s, respectively. Answer the following questions by considering the relative motion to the plate.)

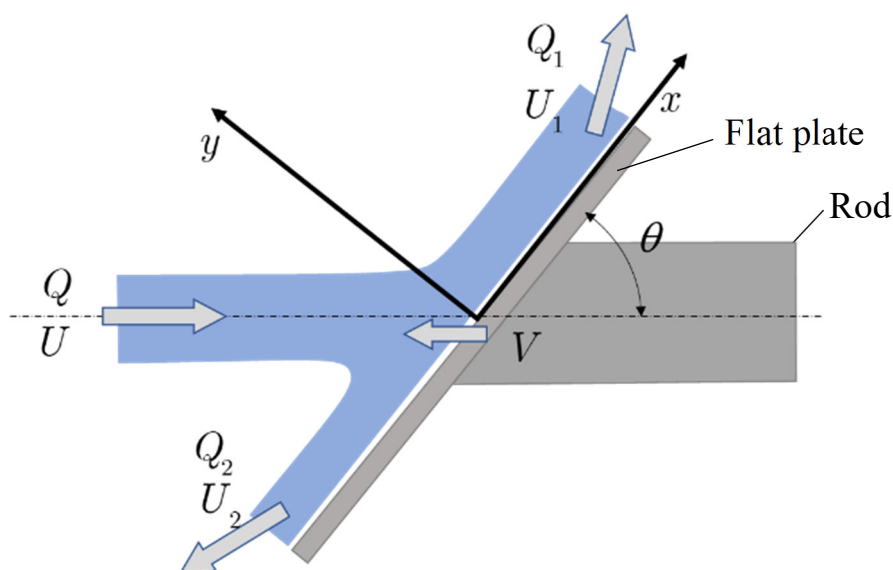


図4 (Fig. 4)

(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4年4月入学 第一次募集 (2021年9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に示すように、板に固定された相対座標系から見た時の、流入する噴流の速度を求めよ。

(Obtain the inflow jet velocity in the reference frame relative to the plate as shown in Fig. 4.)

- (2)  $Q$ ,  $Q_1$  および  $Q_2$  の間に成り立つ関係式を示せ。

(Express the relation among  $Q$ ,  $Q_1$ , and  $Q_2$ .)

- (3) 相対座標系における分かれた噴流の速度をそれぞれ  $U'_1$  および  $U'_2$  としたときに、二つの噴流と流入する噴流との間に成り立つベルヌイの式をそれぞれに対して示せ。

(If the velocities of the separated jets in the relative coordinate system put  $U'_1$  and  $U'_2$ , respectively, show the Bernoulli's equation that holds between the two jets and the inflowing jet.)

- (4)  $U'_1$  および  $U'_2$  を求めよ。

(Obtain the velocities  $U'_1$  and  $U'_2$ .)

- (5) 板を押している  $x, y$  方向の力を  $F_x, F_y$  としそれぞれ方向の運動量の式を示せ。

(Let  $F_x$  and  $F_y$  be the forces pushing the plate in  $x$  and  $y$  directions, respectively. Show the momentum equations in  $x$  and  $y$  directions.)

- (6)  $Q_1$  および  $Q_2$  を  $Q$  と  $\theta$  を用いて表せ。

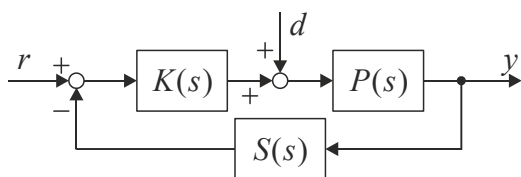
(Express  $Q_1$  and  $Q_2$  using  $Q$  and  $\theta$ .)



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)  $K(s) = s$ ,  $P(s) = \frac{1}{10s^2 + s + 1}$ ,  $S(s) = 10$  のとき, 以下の問いに答えよ.

(Let  $K(s) = s$ ,  $P(s) = \frac{1}{10s^2 + s + 1}$  and  $S(s) = 10$ . Answer the following questions.)

①  $d(t) = 0$  のとき, 伝達関数  $\frac{Y(s)}{R(s)}$  を求めよ.

(Find the transfer function  $\frac{Y(s)}{R(s)}$ , when  $d(t) = 0$ .)

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.)

(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4年4月入学 第一次募集 (2021年9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)  $K(s) = s + 1$ ,  $P(s) = \frac{1}{s}$ ,  $S(s) = 2$  のとき, 以下の問いに答えよ.

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

①  $r(t) = 0$  のとき, 伝達関数  $\frac{Y(s)}{D(s)}$  を求めよ.

(Find the transfer function  $\frac{Y(s)}{D(s)}$ , when  $r(t) = 0$ .)

② 入力  $d(t)$  をステップ関数

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

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  $d(t)$  as a step function

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

when  $y(0) = 0$ .)

注: 問題 (1) ② に対しては, 専用の解答用紙があります. 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受験番号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  
(1)②. The sheet is given upon request. Write your application number in the margin  
of this special answer sheet.)