

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 に示す集中モーメント M_0 を受ける単純支持梁の 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 acted upon by a moment M_0 as shown in Fig. 1.

Derive the bending moment M at x and the deflection angle dw/dx at point A.)

- (2) 図 1-2 に示す中央に集中モーメント M_0 を受ける閉じたラーメンの点 A における曲げモーメントを導きなさい。

(A closed rahmen is subjected to a couple of moments M_0 as shown in Fig. 2.

Derive the bending moment at point A.)

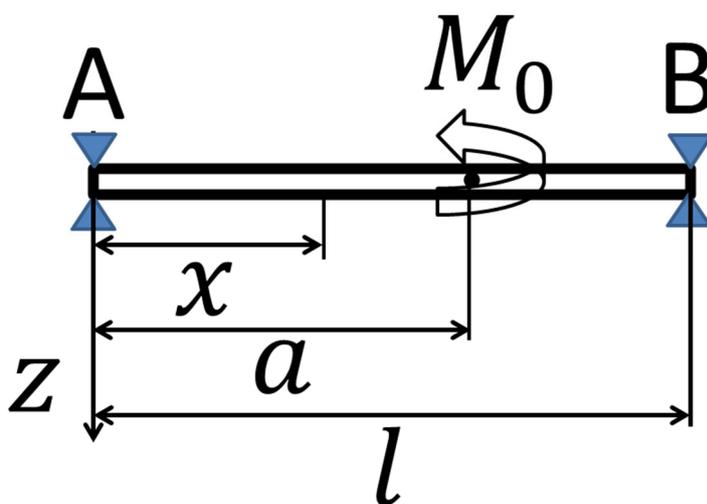


図 1-1 (Fig. 1-1)

(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 第二次募集 (2022年2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。

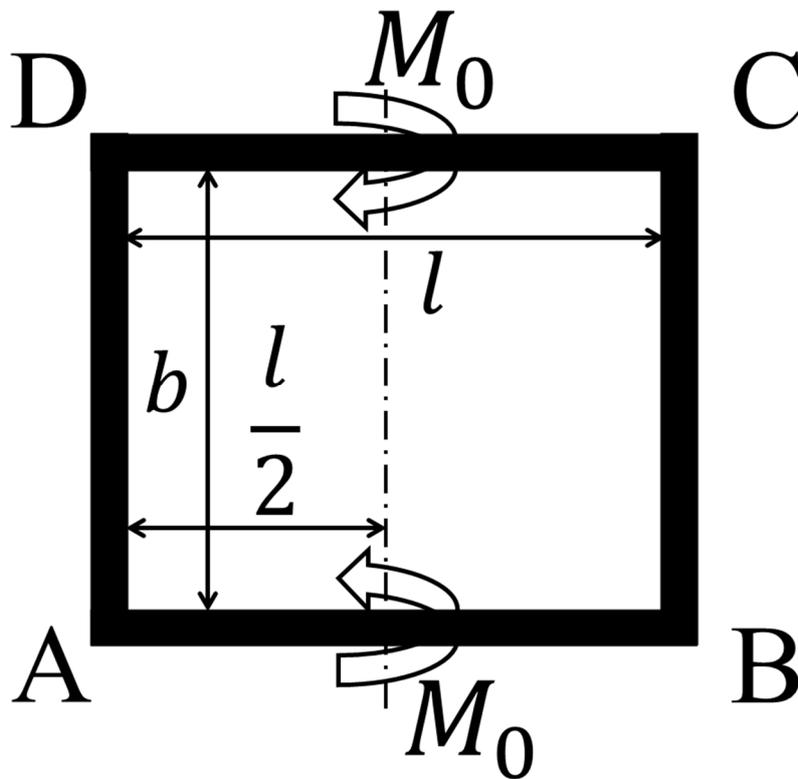


図 1-2 (Fig. 1-2)

エレベータ内の振動系は、図 2-1 に示すように、ブロック A とばねで構成されます。ブロック A の質量 m は 0.5 kg です。ブロック A を吊るばねの質量は無視できるとする。ばねのたわみ剛性 k は 5.0 N/m です。系は、単一の座標 x で記述し、1 自由度です。静止状態から移動するエレベータの動きの最初の 5 秒間、巻き上げケーブルの張力 T は 11000 N です。振動系の動きは、エレベータの運動に対して無視できるものとします。エレベータとブロック A の総質量は 1000 kg です。図 2-2 に示すように、平衡位置でのばねの変形は x_0 であり、ばね力 kx_0 は最初の 5 秒間にブロック A に作用する下向きの力 w に等しくなります。重力加速度 g は 9.8 m/s とします。

(An oscillatory system in an elevator consists of block A and spring, as shown in Fig. 2-1. The mass of block A m is 0.5 kg. The mass of the spring suspending block A is assumed to be negligible. The stiffness of the spring k is 5.0 N/m. The system processes one degree of freedom since its motion describes by a single coordinate x . During the first 5 seconds of the elevator's motion moving from rest, the tension T in the hoisting cable is 11000 N. The movement of the oscillatory system is assumed to be negligible on the elevator's motion. The total mass of the elevator and block A is 1000 kg. As shown in Fig. 2-2, the deformation of the spring in the equilibrium position is x_0 , and the spring force kx_0 is equal to the downward force w acting on block A during the first 5 seconds. Gravitational acceleration g is 9.8 m /s.)

(問題は次ページに続く)

(The question continues to the next page.)

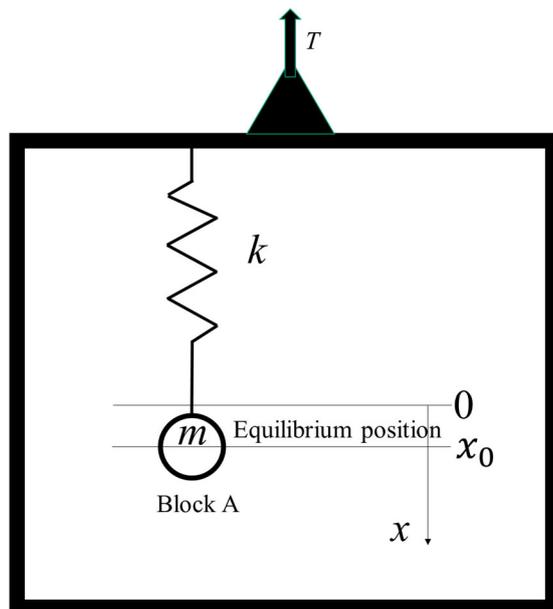
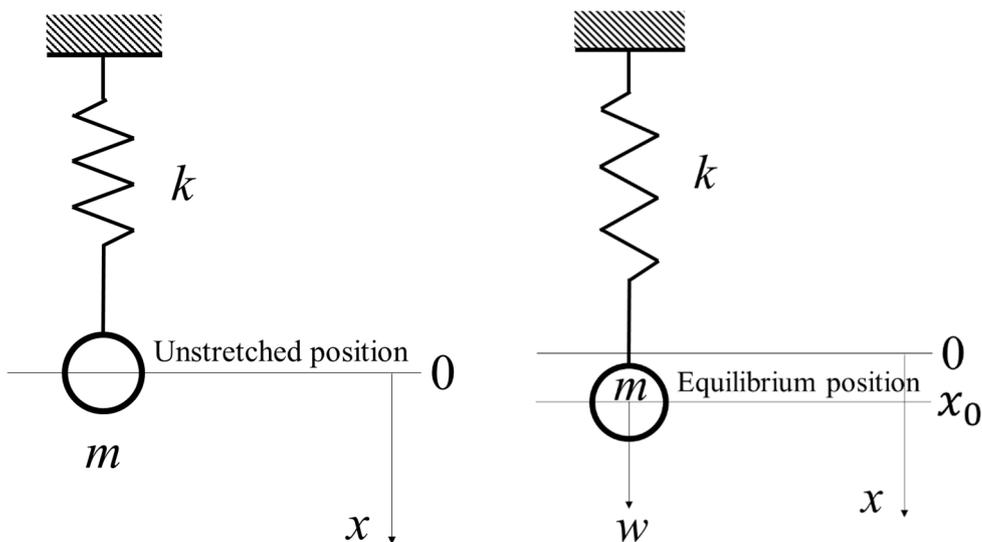


図 2-1 釣り上げケーブルの張力 T が一定で上昇するエレベータ
 Fig. 2-1 An elevator moving up with constant tension T in the hoisting cable.



- (a) 自然長の位置からの変位 x (b)エレベータの静止状態から運動する 5 秒間におけるバネの伸びによる釣り合い位置は x_0 とする。(a)The displacement x from the unstretched position. (b) The deformation of the spring in equilibrium position is x_0 during the first 5 seconds of the elevator's motion moving from rest.

図 2-2 エレベータ内の振動系 (バネ・マス系)
 Fig. 2-2 An oscillatory system (spring · mass system) in an elevator.

(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 第二次募集 (2022年2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) この間のエレベータの上向き加速度 A を求めなさい。
(Find the upward acceleration A of the elevator during this interval.)

- 2) 5秒後のエレベータの上向き速度 V を求めなさい。
(Find the upward velocity V of the elevator at the end of the 5 seconds.)

- 3) 5秒後のエレベータの移動距離 U を求めなさい。
(Find the moving distance U of the elevator at the end of the 5 seconds.)

- 4) 平衡位置 x_0 を求めなさい。
(Find the equilibrium position x_0 .)

- 5) 最初の5秒間に系で振動が発生した場合は、振動系の振動数を求めなさい。
(When oscillation occurs on the system during the first 5 seconds, find the frequency of the oscillatory system.)

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

摩擦のない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 κ 、定積比熱 c_v 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 $p-v$ (圧力-比体積) 線図上における点 1 で表され、気体の圧力は p_1 、比体積は v_1 、温度は T_1 である (状態 1)。

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

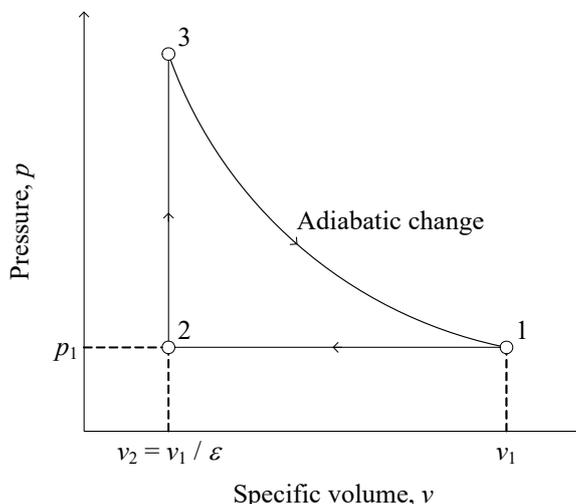


図 3 (Fig. 3)

(There is a container composed of frictionless piston and cylinder, and an ideal gas having specific heat ratio of κ , specific heat at constant volume c_v is sealed inside it. Initial condition of the gas is shown as point 1 in $p-v$ (pressure-specific volume) diagram of Fig. 3, where pressure of the gas p_1 , specific volume v_1 , temperature T_1 (condition 1).

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

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

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

(1) 状態 2 における気体の温度 T_2

(Temperature of the gas at condition 2, T_2)

(2) 等圧過程 1-2 において単位質量当たりの気体が放熱した熱量 $|q_L|$

(Heat released by unit mass of the gas during constant pressure process 1-2, $|q_L|$)

(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 第二次募集 (2022年2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) 等圧過程 1-2 において単位質量当たりの気体が行った仕事 $l_{a,12}$
(Work done by unit mass of the gas during constant pressure process 1-2, $l_{a,12}$)
 - (4) 状態 3 における気体の温度 T_3
(Temperature of the gas at condition 3, T_3)
 - (5) 等積過程 2-3 において単位質量当たりの気体を受熱した熱量 q_H
(Heat received by unit mass of the gas during constant volume process 2-3, q_H)
 - (6) 断熱過程 3-1 において単位質量当たりの気体が行った仕事 $l_{a,31}$
(Work done by unit mass of the gas during adiabatic process 3-1, $l_{a,31}$)
 - (7) このサイクル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 done by unit mass of the gas during the cycle, $l_{a,net}$)
 - (8) このサイクルの理論熱効率 η_{th}
(Theoretical thermal efficiency of the cycle, η_{th})
2. $\varepsilon = 2.0$, $\kappa = 1.5$ として以下の問いに答えなさい。
(Answer the following questions assuming that $\varepsilon = 2.0$ and $\kappa = 1.5$.)
- (1) このサイクルの理論熱効率を求めなさい。
(Evaluate theoretical thermal efficiency of the cycle.)
 - (2) このサイクルにおける気体の変化の概略を $T-s$ (温度-比エントロピー) 線図を用いて表しなさい。
(Display the changes of gas during this cycle schematically using $T-s$ (temperature - specific entropy) diagram.)
 - (3) このサイクルと同じ高温熱源および低温熱源を用いて作動するサイクルの理論熱効率の最高値を求めなさい。
(Evaluate maximum value in theoretical thermal efficiency of the cycle, assuming that the high-temperature and low-temperature thermal reservoirs are the same as this cycle.)

4

断面積 $A_1 \text{ m}^2$ のノズルから、流量 $Q \text{ m}^3/\text{s}$ で鉛直方向に水が噴き出している。その下方 $H \text{ m}$ の位置 (②) に湾曲した板が置いてあり、噴流は水平方向に向きを変えている。周りの空気の圧力は一定とする。また、空気と水の粘性、および噴流が方向を変える時の板の鉛直方向の高さは無視できるものとして以下の問いに答えよ。ただし、重力加速度を $g \text{ m/s}^2$ 、水の密度を $\rho \text{ kg/m}^3$ とする。 A_1, Q, g, H 及び ρ を必要に応じて用いて、以下の問いに答えよ。

A water jet ejects downwards from a nozzle with the exit area $A_1 \text{ m}^2$. The flow rate is $Q \text{ m}^3/\text{s}$. A curved vane, which is placed at position ② $H \text{ m}$ apart below from the nozzle, deflects the jet to horizontal direction. Ambient air pressure is constant. Viscous effect of air and water, and the dimension of the vane can be neglected. Here, the gravitational acceleration is $g \text{ m/s}^2$ and the density of water is $\rho \text{ kg/m}^3$. Answer the following questions using A_1, Q, g, H , and ρ at one's discretion.

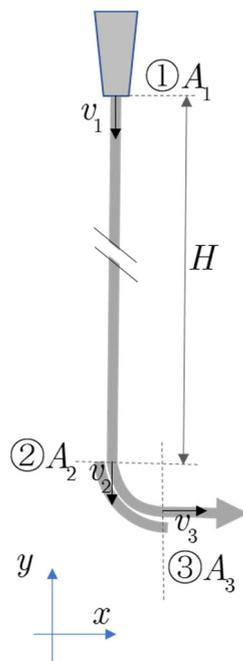


図4 (Fig. 4)

(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 第二次募集 (2022年2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) 断面①での水の速度 v_1 を求めよ。

(Obtain the water velocity v_1 at the cross section ①.)

2) 断面②での水の速度 v_2 を求めよ。

(Obtain the water velocity v_2 at the cross section ②.)

3) 断面②での噴流の断面積 A_2 を求めよ。

(Obtain the cross section area A_2 of water jet at the cross section ②.)

4) 断面③での水の速度 v_3 を求めよ。

(Obtain the water velocity v_3 at the cross section ③.)

5) 断面③での噴流の断面積 A_3 を求めよ。

(Obtain the cross section area A_3 of water jet at the cross section ③.)

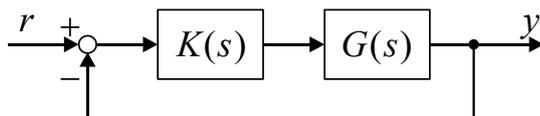
6) 板を支えるための x , y 方向のそれぞれの力を求めよ。

(Obtain the forces in x and y directions to support the vane.)

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。

Answer the following questions about the illustrated feedback control system.



(1) $K(s) = 1 + \frac{1}{s}$, $G(s) = \frac{2}{s^2 + s + 1}$ のとき, この系の伝達関数を求めよ.

Let $K(s) = 1 + \frac{1}{s}$ and $G(s) = \frac{2}{s^2 + s + 1}$. Find the transfer function of the system.

(2) $K(s) = \frac{1}{s+3}$, $G(s) = \frac{2}{s}$ のとき,

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。

Let $K(s) = \frac{1}{s+3}$ and $G(s) = \frac{2}{s}$. 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 $y(0) = 0$.

(3) $K(s) = \frac{1}{2}$, $G(s) = \frac{1}{s}$ のとき, この系のボード線図の概形を描け。

Let $K(s) = \frac{1}{2}$ and $G(s) = \frac{1}{s}$. Draw the asymptotic Bode diagram 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4年4月入学 第二次募集(2022年2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。

注：問題(3)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 (3). The sheet is given upon request. Write your application number in the margin of this special answer sheet.