

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

次の問に答えなさい。

(Answer the following questions.)

- (1) 図 1-1 に示すように、2 枚の鋼板の間に銅板を接着した。このとき積層板に応力は発生していない。鋼板と銅板それぞれの横断面積を A_s, A_c 、縦弾性係数を E_s, E_c 、線膨張係数を α_s, α_c とし、 $\alpha_s < \alpha_c$ とする。積層板の温度を ΔT だけ上昇させたとき、鋼板に生じる熱応力 σ_s と銅板に生じる熱応力 σ_c を答えなさい。

(As shown in Figure 1-1, a copper plate is bonded between two steel plates. At this time, no stress is generated in the laminate. The cross-sectional areas of the steel plate and the copper plate are A_s and A_c , the Young's moduli are E_s and E_c , and the linear expansion coefficients are α_s and α_c , respectively, where $\alpha_s < \alpha_c$. When the temperature of the laminate is raised by ΔT , answer thermal stress σ_s generated in the steel plate and thermal stress σ_c generated in the copper plate.)

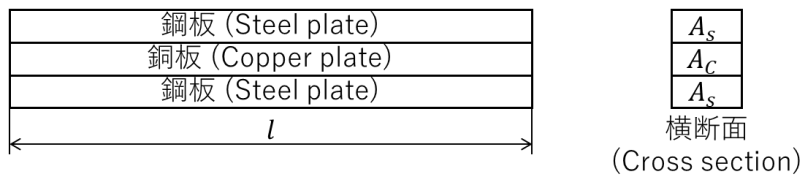


図 1-1 (Fig. 1-1)

- (2) 図 1-2 に示すように、左端が固定され、右端が単純支持された長さ l 、縦弾性係数 E 、断面二次モーメント I のはりがある。はりの上面には等分布荷重 q が作用している。このはりのたわみを座標の関数として求めよ。

(As shown in Figure 1-2, there is a beam with length l , Young's Modulus E , and moment of inertia I , with its left end fixed and its right end simply supported. A uniformly distributed load q is applied on the top surface of the beam. Determine the deflection of this beam as a function of coordinates.)

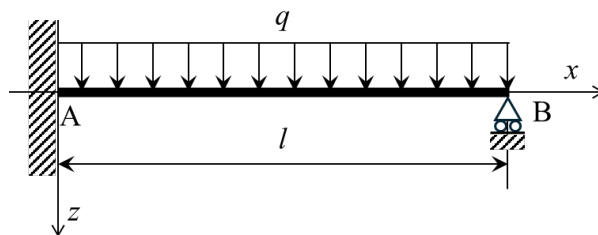


図 1-2 (Fig. 1-2)

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。

2

図 2-1 に示すように円柱は糸で巻かれて、吊られている。この円柱を静止した状態から静かに放す。円柱は位置(a) から回転し落下する。その時、糸はほどけるが伸びたり滑ったりはしない。空気抵抗や糸と円柱の摩擦によるエネルギーの損失は無視できる。ここで、 M は円柱の質量、 R は円柱の半径、 g は重力加速度、 t は時間であり、円柱の中心軸まわりの慣性モーメントは $\frac{1}{2}MR^2$ である。位置(b) の円柱の中心の y 方向速度は v 、角速度は ω 、糸の張力は T である。

(As shown in Fig. 2-1, a solid cylinder is wound with a thread and suspended. The solid cylinder is released quietly from a stationary state. The solid cylinder rotates and falls from position (a). At that time, the thread unwinds but does not stretch or slip. We can ignore energy losses due to air resistance and friction between the thread and the solid cylinder. Here, M is the mass of the solid cylinder, R is the radius of the solid cylinder, g is the gravitational acceleration, t is the time, and the moment of inertia around the center of the solid cylinder is $\frac{1}{2}MR^2$. At position (b), the vertical velocity of the center of the solid cylinder is v , the angular velocity is ω , and the tension in the thread is T .)

(1) エネルギー保存則から、 $y = h$ の位置(a)におけるエネルギーと $y = 0$ の位置(b)におけるエネルギーが等しいとおくことができる。この方程式を書け。

(From energy conservation, we can set the energy at position (a) where $y = h$ and the energy at position (b) where $y = 0$ can be considered equal. Write this equation.)

(2) 円柱の中心の速さ v と角速度 ω を求めよ。

(Determine the linear speed v and the angular velocity ω of the center of the solid cylinder.)

(3) 円柱中心の y 方向の並進運動の方程式を書け。

(Write the equation for the translational motion in the y -direction for the center of the solid cylinder.)

(4) 円柱中心の軸まわりの回転運動の方程式を書け。

(Write the rotational motion equation around the solid cylinder's central axis.)

(5) 糸の張力 T を求めよ。

(Determine the tension T in the thread.)

(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7年4月入学 第一次募集 (2024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。

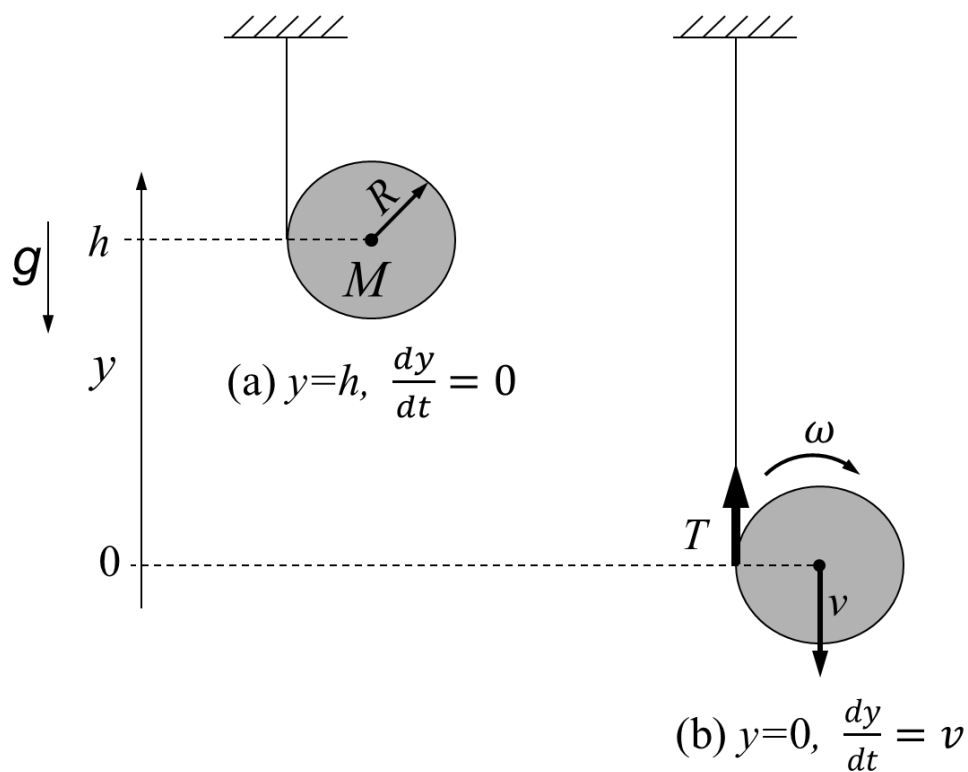


図 2-1 円柱は位置(a)から初速度 0 角速度 0 で放される

(Fig. 2-1 The solid cylinder is released from position (a) with an initial velocity of 0 and an angular velocity of 0.)

3

摩擦のないピストン-シリンダで構成される容器に気体定数 R , 比熱比 1.5 の理想気体が密封されており, 初めに気体は圧力 p_1 , 温度 T_1 , 比体積 v_1 の状態 1 にある. この気体は, 次に示すサイクル 1-2-3-4-5-1 にしたがって可逆的に変化するものとして, 以下の問いに答えよ. なお, 状態 i における気体の圧力, 温度, 比体積をそれぞれ p_i, T_i, v_i で表すものとする ($i = 1, 2, 3, 4, 5$).

- 1-2 : 気体が断熱変化し, 比体積 $v_1/4$ の状態 2 になる.
2-3 : 気体が等積変化し, 圧力 αp_2 の状態 3 になる ($\alpha \geq 1$).
3-4 : 気体が等圧変化し, 比体積 βv_3 の状態 4 になる ($1 \leq \beta < 4$).
4-5 : 気体が断熱変化し, 比体積 v_1 の状態 5 になる.
5-1 : 気体が等積変化し, 状態 1 に戻る.

An ideal gas having gas constant R , specific heat ratio 1.5 is sealed in a frictionless piston-cylinder container and initially the gas is at condition 1, where pressure p_1 , temperature T_1 , specific volume v_1 . Assuming that the gas is changed reversibly according to a next showing cycle of 1-2-3-4-5-1, answer the following questions. Pressure, temperature and specific volume of the gas at condition i are expressed as p_i, T_i, v_i , respectively ($i = 1, 2, 3, 4, 5$).

- 1-2 : The gas changes to condition 2 adiabatically, where specific volume is $v_1/4$.
2-3 : The gas changes to condition 3 with constant volume, where pressure is αp_2 ($\alpha \geq 1$).
3-4 : The gas changes to condition 4 with constant pressure, where specific volume is βv_3 ($1 \leq \beta < 4$).
4-5 : The gas changes to condition 5 adiabatically, where specific volume is v_1 .
5-1 : The gas returns to condition 1 with constant volume.

- (1) このサイクルの概略を縦軸に気体の圧力 p , 横軸に比体積 v とした $p-v$ 線図上に表せ. なお, 図には状態 1, 2, 3, 4, 5 を表す点, および点 1 を通る等温線 T_1 をそれぞれ示すこと.

(Display this cycle on a $p-v$ diagram schematically, where vertical axis is pressure of the gas p , horizontal axis is specific volume v . In the diagram, indicate points showing conditions 1, 2, 3, 4, 5 and constant temperature line, T_1 passing through the point 1, 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7年4月入学 第一次募集 (2024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) 以下の諸量を R, T_1, α, β のうち必要な変数を用い、簡単な数式または数字で表せ。

(Display following quantities as simple equation or number, using required parameters among R, T_1, α, β .)

- ① 気体の定積比熱 c_v (Specific heat at constant volume of the gas, c_v)
- ② 気体の定圧比熱 c_p (Specific heat at constant pressure of the gas, c_p)
- ③ 気体の温度比 T_2/T_1 (Temperature ratio of the gas, T_2/T_1)
- ④ 気体の温度比 T_3/T_1 (Temperature ratio of the gas, T_3/T_1)
- ⑤ 気体の温度比 T_4/T_1 (Temperature ratio of the gas, T_4/T_1)
- ⑥ 気体の温度比 T_5/T_1 (Temperature ratio of the gas, T_5/T_1)
- ⑦ 単位質量当たりの気体が等積過程 2-3 で授受した熱量 q_{23}

(Heat that unit mass of the gas exchanged during constant volume process 2-3, q_{23})

- ⑧ 単位質量当たりの気体が等圧過程 3-4 で授受した熱量 q_{34}

(Heat that unit mass of the gas exchanged during constant pressure process 3-4, q_{34})

- ⑨ 単位質量当たりの気体が等積過程 5-1 で授受した熱量 q_{51}

(Heat that unit mass of the gas exchanged during constant volume process 5-1, q_{51})

- ⑩ このサイクルの理論熱効率 η を次式で表した場合の量 A および B

(Quantities A and B in case that theoretical thermal efficiency, η of this cycle is expressed as next equation)

$$\eta = 1 - \frac{B}{A}$$

(3) このサイクルの概略を縦軸に気体の温度 T , 横軸に比エントロピー s とした $T-s$ 線図上に表せ。また、図には状態 1, 2, 3, 4, 5 を示す点, 設問(2)⑦ および (2)⑨で求めた熱量 q_{23} および q_{51} をそれぞれ示せ。

(Display this cycle on a $T-s$ diagram schematically, in which vertical axis is temperature T , horizontal axis is specific entropy of the gas s . In the diagram, indicate the points showing conditions 1, 2, 3, 4, 5 and the heat q_{23}, q_{51} evaluated in questions (2)⑦ and (2)⑨, respectively.)

(4) このサイクルにおいて、1つの過程を無視することによって構成される等積サイクル (オットーサイクル) の理論熱効率 η' を求めよ。

(Find the theoretical thermal efficiency of a constant-volume cycle (Otto cycle) η' , which is composed by neglecting one process in this cycle.)

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 4-1 に示すように、底面積 A のドックに断面積 a の取水口が設けられ、海から密度 ρ の海水が取水口を通して流速 v_t で流れている準 1 次元非粘性・非圧縮流れについて考える。海面高さとドックの水面高さはそれぞれ H, h である。重力加速度を g として以下の問いに答えなさい。なお、海面とドックの水面の圧力は大気圧 p_a と等しく、海面の高さの変化はドックの水面高さの変化に比べ十分小さく無視できるものとする。また、取水口の高さは十分小さいため、取水口の高さはドックの底面の高さと同じと仮定する。鉛直座標の原点はドックの底面とする。

(As shown in Figure 4-1, consider a quasi-one-dimensional inviscid and incompressible flow in which seawater with a density ρ flows with the velocity v_t from the sea through an intake with a cross-sectional area a into a dock with a bottom area A . The heights of sea surface and dock's water surface are H and h , respectively. Answer the following questions, assuming the gravitational acceleration is g . Note that the pressure at both the sea and dock's water surfaces is equal to the atmospheric pressure p_a , and the change in sea surface height is negligibly small compared to the change in the dock's water surface height. Additionally, since the height of the intake is sufficiently small, it is assumed that the height of the intake is equal to the height of the bottom of the dock. The origin of the vertical coordinate is set at the dock's bottom.)

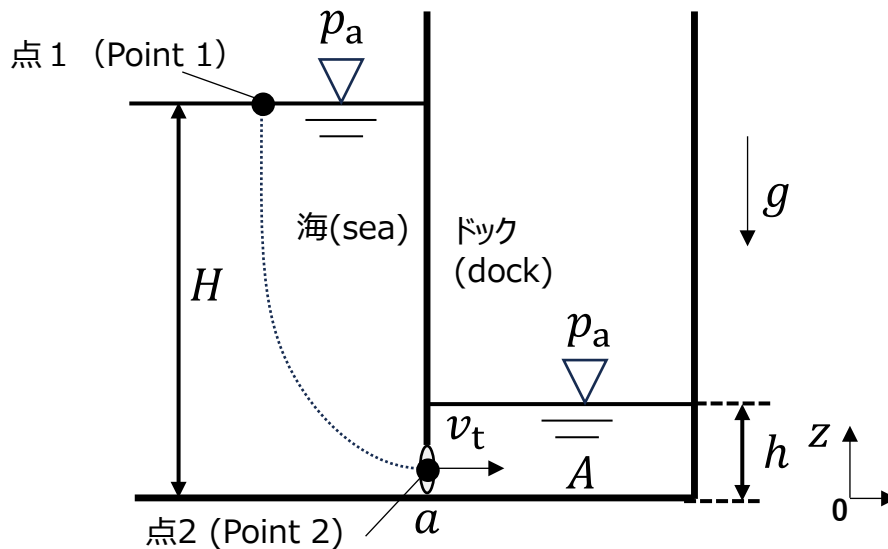


図 4-1 (Fig. 4-1)

(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7年4月入学 第一次募集 (2024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。

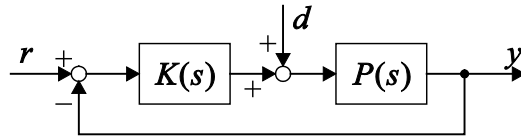
- (1) 点 1 における単位質量あたりの流れの圧力仕事によるエネルギー、運動エネルギー、位置エネルギーを示しなさい。
(Show the work done by the pressure and the kinetic and potential energies per unit mass of the flow at point 1.)
- (2) 点 2 における単位質量あたりの流れの圧力仕事によるエネルギー、運動エネルギー、位置エネルギーを示しなさい。なお、点 2 の圧力はドック側の静水圧と等しい。
(Show the work done by the pressure and the kinetic and potential energies per unit mass of the flow at point 2. It should be noted that the pressure at point 2 is equal to the hydrostatic pressure on the dock side.)
- (3) (1)と(2)の回答を用いて、点 1 から点 2 を通る流線上のベルヌーイ式を示しなさい。
(Using the answers from (1) and (2), show Bernoulli's equation along the streamline from point 1 to point 2.)
- (4) (3)の回答を用いて、点 2 における流れの流速 v_t を示せ。
(Using the answer from (3), show the flow velocity v_t at point 2.)
- (5) (4)の回答を用いて、取水口から流れる質量流量を示せ。
(Using the answer from (4), show the mass flow rate through the intake.)
- (6) 連続式と(5)の回答を用いて、ドックの水面の上昇速度 $\frac{dh}{dt}$ を示せ。
(Using the continuity equation and the answer from (5), show the rate of rise of the water surface in the dock, $\frac{dh}{dt}$.)
- (7) ドックの水面が底面から上昇すると考える。(6)の回答を用いて、ドックが満水になる時間 t_H (=ドックの水面の高さ h が海面の高さ H と等しくなる時間) を示しなさい。
(Consider the rise of the dock's water surface from the bottom. Using the answer from (6), show the time t_H for the dock to become full (i.e., the time when the water surface height h of the dock equals the sea surface height H .)
- (8) (7)の回答を用いて、次の条件下におけるドックが満水になる時間 t_H を求めよ。
(Using the answer from (7), find the time t_H for the dock to become full under the following conditions:)

$$A = \sqrt{5000} \text{ m}^2, \quad g = 10.0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad H = 10 \text{ m}, \quad a = 1 \text{ m}^2$$

5

次のフィードバック制御系について以下の間に答えよ。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. Here, $Y(s)$, $R(s)$, $D(s)$ are Laplace transforms of $y(t)$, $r(t)$, $d(t)$, respectively.)



(1) $K(s) = 5s + 7$, $P(s) = \frac{1}{s^2 - 1}$, $d(t) = 0$ のとき、以下の問いに答えよ。

(Let $K(s) = 5s + 7$, $P(s) = \frac{1}{s^2 - 1}$ 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 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 $y(0) = 0$.)

(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7年4月入学 第一次募集 (2024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) $K(s) = K$, $P(s) = \frac{1}{s(s+2)(s+4)}$, $d(t) = 0$ のとき, 系が安定となる K の範囲を
求めよ.

(Let $K(s) = K$, $P(s) = \frac{1}{s(s+2)(s+4)}$ and $d(t) = 0$. Determine the range of K
for which the system is stable.)

(3) $K(s) = \frac{1}{s}$, $P(s) = \frac{1}{s+10.1}$, $r(t) = 0$ のとき, 以下の問いに答えよ.

(Let $K(s) = \frac{1}{s}$, $P(s) = \frac{1}{s+10.1}$ 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 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
- ・ 「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
- ・ which is the “Draft” or “Answer”