

## 問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

## Question Sheets

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

試験時間 : 9 時 00 分～12 時 00 分 (Examination Time : From 9:00 to 12:00)

### 受験上の注意事項

- (1) 問題用紙は表紙を含み 8 枚あります。
- (2) 問題用紙及び解答用紙のそれぞれに、受験番号を記入してください。
- (3) これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
- (4) 解答が書ききれないときは、同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし、その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- (5) 全問に解答しなさい。
- (6) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (7) 問題中「図に書きなさい」という指示がある場合は、解答用紙に記入すること。
- (8) 作図する場合、貸与された定規を使用しても差し支えない。
- (9) 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

### Notices

- (1) There are 8 question sheets including a front sheet.
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- (3) This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- (4) If the space is exhausted, use the reverse side of the answer sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- (5) Answer all the questions.
- (6) Return these question sheets together with the answer sheets.
- (7) If given the instruction to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- (8) You may use a rented ruler if you need.
- (9) Raise your hand if you have any questions.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学 Mathematics
-------------------

問題 1 以下の問いに答えよ。

- 不定積分  $\int (x+2)\sqrt{x+1} dx$  を求めよ。
- 定積分  $\int_1^e \frac{2 \log x}{x^2} dx$  を求めよ。
- 常微分方程式  $\cos x \frac{dy}{dx} = 3y \sin x$  の一般解を求めよ。
- $A = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 1 \\ -1 & -3 & -1 \\ -4 & -4 & -3 \end{bmatrix}$  のとき,  $A$  の固有値と固有ベクトルを求めよ。
- $A = 2i - 2j + k$ ,  $B = i + 2j + 2k$ ,  $C = -2i + j + 3k$  のとき,  $(A \times B) \cdot C$  を求めよ。  
ただし,  $i, j, k$  は  $x, y, z$  軸方向の単位ベクトルである。

Question 1 Answer the following questions.

- Find the indefinite integral  $\int (x+2)\sqrt{x+1} dx$ .
- Find the integral  $\int_1^e \frac{2 \log x}{x^2} dx$ .
- Find the general solution for the ordinary differential equation  $\cos x \frac{dy}{dx} = 3y \sin x$ .
- When  $A = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 1 \\ -1 & -3 & -1 \\ -4 & -4 & -3 \end{bmatrix}$ , find the eigenvalues and eigenvectors of  $A$ .
- When  $A = 2i - 2j + k$ ,  $B = i + 2j + 2k$ ,  $C = -2i + j + 3k$ , find  $(A \times B) \cdot C$ ,  
where  $i, j$  and  $k$  show the unit vectors in  $x, y$  and  $z$  axis directions.

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学 Mathematics
-------------------

問題 2 Fig. 2.1 に示すように, 曲面  $S$  で囲まれた閉領域  $V$  を考えるとき, 連続な導関数を有する任意関数  $F(x, y, z)$  に対して, 発散定理

$$\iiint_V \nabla \cdot \mathbf{F} dV = \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS \quad (2.1)$$

が成り立つ。ただし,  $\mathbf{n} = n_x \mathbf{i} + n_y \mathbf{j} + n_z \mathbf{k}$  は  $V$  の表面に取られた外向きの単位法線ベクトルであり,  $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$  は  $x, y, z$  軸方向の単位ベクトルである。

ここで, (2.2) 式で与えられる面  $S_1, S_2, S_3, S_4$  で囲まれた物体  $V$  を考える。ただし,  $a, h$  は正の定数である。以下の問いに答えよ。

$$\begin{cases} S_1 : y^2 + z^2 = a^2 \\ S_2 : x = h \\ S_3 : x = -h \\ S_4 : z = 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

- (1) 各面  $S_j (j = 1 \sim 4)$  における単位法線ベクトル  $\mathbf{n}$  をそれぞれ求めよ。
- (2) 小問 (1) の結果をもとに (2.1) 式右辺の積分を行い, 物体  $V$  の体積を求めよ。
- (3) 体積分を行って物体  $V$  の  $z$  軸回りの慣性モーメントを求めよ。ただし, 物体  $V$  の密度を 1 とする。

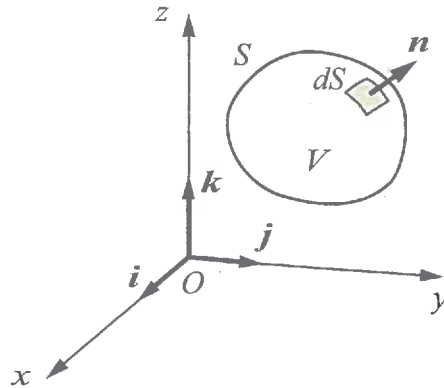


Fig. 2.1

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学 Mathematics
-------------------

Question 2 When we consider a closed volume  $V$  surrounded by the surface  $S$  as shown in Fig. 2.1, the divergence theorem

$$\iiint_V \nabla \cdot \mathbf{F} dV = \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS \quad (2.1)$$

is satisfied for an arbitrary function  $\mathbf{F}(x, y, z)$  with continuous derivatives, where  $\mathbf{n} = n_x \mathbf{i} + n_y \mathbf{j} + n_z \mathbf{k}$  is an outward unit normal vector on the surface of  $V$ , and  $\mathbf{i}$ ,  $\mathbf{j}$  and  $\mathbf{k}$  show the unit vectors in  $x$ ,  $y$  and  $z$  axis directions, respectively. Here we suppose an object  $V$  surrounded by surfaces  $S_1, S_2, S_3$  and  $S_4$  given in eq. (2.2). Answer the following questions.

$$\begin{cases} S_1 : y^2 + z^2 = a^2 \\ S_2 : x = h \\ S_3 : x = -h \\ S_4 : z = 0 \end{cases} \quad (2.2)$$

- (1) Find the unit normal vectors  $\mathbf{n}$  on the surfaces  $S_j (j = 1 \sim 4)$  respectively.
- (2) Find the volume of the object  $V$ , by performing the integration on the right side of eq. (2.1) based on the results of the subquestion (1).
- (3) Find the moment of inertia of the object  $V$  about the  $z$ -axis by performing volume integral, where the density of the object  $V$  is assumed to be 1.

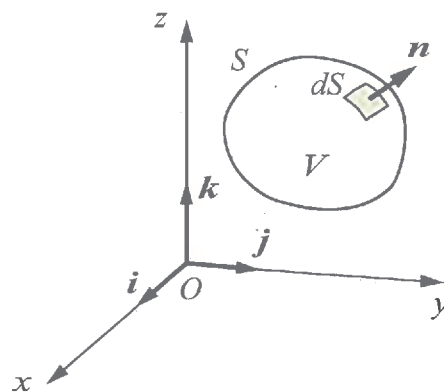


Fig. 2.1

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

数学 Mathematics
-------------------

問題 3  $x(t), y(t)$  に関する連立常微分方程式

$$\begin{cases} x'(t) + y'(t) + x(t) = -e^{-t}, & x(0) = -1 \\ x'(t) + 2y'(t) + 2x(t) + 2y(t) = 0, & y(0) = 1 \end{cases} \quad (3.1)$$

を解き,  $x(t), y(t)$  を求めよ。

Question 3 Find the solutions  $x(t)$  and  $y(t)$  for the simultaneous ordinary differential equations with respect to  $x(t)$  and  $y(t)$ :

$$\begin{cases} x'(t) + y'(t) + x(t) = -e^{-t}, & x(0) = -1 \\ x'(t) + 2y'(t) + 2x(t) + 2y(t) = 0, & y(0) = 1. \end{cases} \quad (3.1)$$

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

力学  
Dynamics

問題1 一様な物体 (質量:  $M$ , 底辺の長さ:  $2b$ , 高さ:  $2h$ ) がある。Fig. 1.1 に示すように, この物体を斜面上 (水平面との角度:  $\theta$ ) に置き, 頂点 A に糸をつける。糸の反対側を軽く滑らかな滑車を介しておもり (質量:  $m$ ) と繋げると, 物体は斜面を滑りながら昇りだした。糸は斜面と平行であり, 斜面と物体との動摩擦係数を  $\mu'$  とするとき, 以下の問いに答えよ。重力加速度を  $g$  とする。

- (1) 糸の張力  $T$  を求めよ。
- (2) 物体が倒れずに斜面を昇るための,  $m$  の範囲を考察せよ。

Question 1 There is an object with homogeneous material (mass:  $M$ , base length:  $2b$ , height:  $2h$ ). As shown in Fig. 1.1, this object is put on the slope (angle of slope:  $\theta$ ), and the string is connected with the object at Point A. When the other side of the string is connected with the weight (mass:  $m$ ) through a light, smooth pulley, the object rises up the slope with slipping. Answer the following questions assuming that the string is parallel to the slope and the dynamic friction coefficient between the object and the slope is  $\mu'$ . The gravity acceleration is denoted by  $g$ .

- (1) Obtain the tension of the string,  $T$ .
- (2) Obtain the range of  $m$  so that the object rises up the slope without falling.

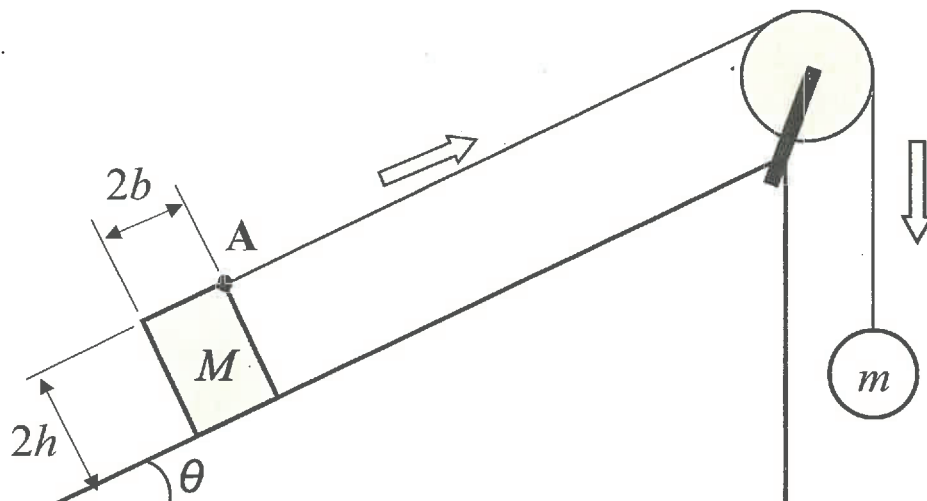


Fig. 1.1

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2024 年 10 月、2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

力学  
Dynamics

問題2 バネによる物体の振動を考える。Fig. 2.1 に示すように、バネの一端は壁に固定されており、他端には質量  $m$  の物体がつけられている。バネが自然長のときの物体の位置を原点とし、バネの伸びる方向を  $x$  軸の正の方向とする。物体にはバネの変位  $x$  に比例した復元力が作用し、ばね定数を  $k$  で表す。また、物体には速度  $v (= dx/dt)$  に比例する抵抗力が作用するとし、その比例係数を  $c$  ( $c > 0$ ) で表す。ただし、速度に比例する抵抗力は  $(4mk - c^2) > 0$  が成り立つ程度に小さいとする。Fig. 2.1 ではこれら復元力と抵抗力の合力を 1 つの矢印で表している。以下の問に答えよ。

- (1) 物体の運動方程式を示せ。
- (2) 小問 (1) の運動方程式を  $x$  について解き、一般解を求めよ。
- (3) この振動系の力学的エネルギー  $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$  は保存しない。小問 (1) の運動方程式を利用して  $dE/dt$  を求め、 $dE/dt \leq 0$  であることを示せ。

Question 2 Consider the vibration of an object by a spring. As shown in Fig. 2.1, one end of the spring is fixed to a wall, and an object of mass  $m$  is attached to the other end. The position of the object when the spring is at its natural length is taken as the origin, and the direction of the spring's extension is the positive direction of the  $x$ -axis. The object is subject to a restoring force proportional to the object's displacement  $x$ . Here,  $k$  denotes the spring constant. In addition, the object is subject to a resistive force proportional to the velocity with its proportional coefficient denoted by  $c$  ( $c > 0$ ); note that, however, the resistive force is assumed to be small enough that  $(4mk - c^2) > 0$ . In Fig. 2.1, the resultant force of these two forces is drawn by an arrow. Then, answer the following questions.

- (1) Obtain the motion equation.
- (2) Solving the motion equation of subquestion (1), obtain the general solution for  $x$ .
- (3) The mechanical energy of this oscillating system  $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$  is not conserved. Using the motion equation of subquestion (1), obtain  $dE/dt$  and show  $dE/dt \leq 0$ .

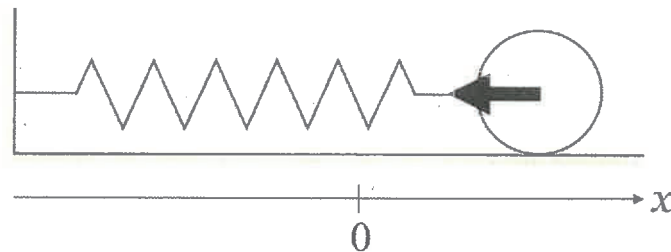


Fig. 2.1

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 I) Vehicle and Environmental Systems Engineering I	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

力学  
Dynamics

問題 3 Fig. 3.1 に示すようにヨーヨーをモデル化してその運動を考える。ヨーヨーは 2 枚の円板とそれらの間にある半径  $a$  の心棒 (軸) からなる。ヨーヨーの質量を  $M$ , 慣性モーメントを  $M\kappa^2$  ( $\kappa$  は正の定数) とする。糸が心棒に沿って巻き付けられ、天井から鉛直に吊り下げられている。糸の質量は無視できるとする。重力加速度は  $g$  で表し、ヨーヨーに作用する重力  $Mg$  と張力  $T$  は鉛直方向に作用する。はじめ静止した状態から運動を開始する。鉛直下向きを速度  $v$ , 回転運動の角速度を  $\omega$  で表す。糸は回転運動に対して滑らないものとする。以下の問に答えよ。

- (1) 鉛直速度  $v$  を未知数とする重心運動と角速度  $\omega$  を未知数とする回転運動それぞれについて運動方程式を示せ。
- (2) 「滑らない」という条件から得られる  $v$  と  $\omega$  の関係式を示せ。
- (3) 小問 (1) で示した運動方程式を, 小問 (2) で示した関係式を用いて解き, 時刻  $t$  における速度  $v$  を表す式を求めよ。
- (4)  $\kappa/a = 1$  と  $\kappa/a \gg 1$  のときの張力  $T$  をそれぞれ求めよ。

Question 3 Consider a dynamic model of a yoyo as shown in Fig. 3.1. The yoyo consists of two circular disks connected by an axle of radius  $a$ . The mass and moment of inertia of this yoyo are  $M$  and  $M\kappa^2$ , respectively, where  $\kappa$  is a positive constant. The massless string is wound around the axle, and the yoyo is vertically hung from the ceiling. The gravity acceleration is  $g$ , and the gravity force  $Mg$  and tension of the string  $T$  act vertically. The yoyo is initially at rest and starts rotating and moving vertically downward. Non-slip is assumed between the string and the axle. The vertical velocity and angular velocity are denoted by  $v$  and  $\omega$ , respectively. Then, answer the following questions.

- (1) Obtain the motion equations with respect to  $v$  and  $\omega$ .
- (2) Obtain the relationship between  $v$  and  $\omega$  that comes from the “non-slip” condition.
- (3) Solving the motion equations of subquestion (1) using the relationship of subquestion (2), obtain a formula expressing the velocity  $v$  at time  $t$ .
- (4) Obtain the tension  $T$  in two cases of  $\kappa/a = 1$  and  $\kappa/a \gg 1$ .

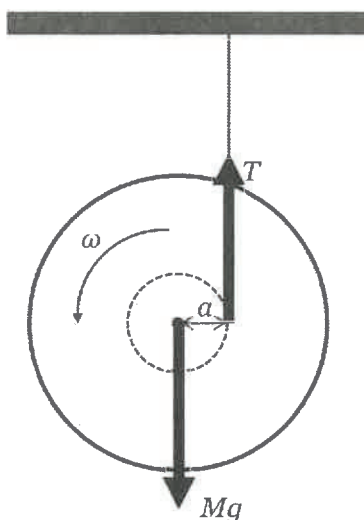


Fig. 3.1



## 問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

## Question Sheets

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

試験時間 : 13 時 30 分～16 時 30 分 (Examination Time : From 13:30 to 16:30)

### 受験上の注意事項

- (1) 問題用紙は表紙を含み 9 枚あります。
- (2) 問題用紙及び解答用紙のそれぞれに, 受験番号を記入してください。
- (3) これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
- (4) 解答が書ききれないときは, 同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし, その場合は「裏に続く」などと裏面に記載したことが分かるようにしておくこと。
- (5) 全問に解答しなさい。
- (6) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
- (7) 問題中「図に書きなさい」という指示がある場合は, 解答用紙に記入すること。
- (8) 作図する場合, 貸与された定規を使用しても差し支えない。
- (9) 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

### Notices

- (1) There are 9 question sheets including a front sheet.
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- (3) This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- (4) If the space is exhausted, use the reverse side of the answer sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
- (5) Answer all the questions.
- (6) Return these question sheets together with the answer sheets.
- (7) If given the instruction to draw a diagram, draw it on the answer sheet.
- (8) You may use a rented ruler if you need one.
- (9) Raise your hand if you have any questions.

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

流体力学 Fluid Mechanics
-------------------------

問題 1 力の釣り合い状態にある流体中では, 圧力  $p$  の全微分は次の様に書き表せる。

$$dp = \rho(Xdx + Ydy + Zdz) \quad (1.1)$$

ここで  $X, Y, Z$  は, 直交座標系  $o-xyz$  における単位質量あたりの体積力の各軸方向成分であり,  $\rho$  は流体の密度を表す。また重力加速度を  $g$  と表記し, 大気圧は 0 とみなす。以下の問いに答えよ。

- (1) 深さ  $h$  の水を入れた直方体水槽 (長さ:  $L$ , 幅: 1) が水平な地面に置かれている。この時, 水槽の左壁に作用する水圧による力を求めよ。
- (2) Fig. 1.1 に示すように, 小問 (1) の水槽を固定した台車が, 一定加速度  $a$  で右方向へ平面上を運動している状況を考える。ここで水槽の右壁の水面位置に原点を取り, 右方向および鉛直下向きを正とし, 台車と共に移動する座標系を定義する。なお水槽壁は水面よりも高く, 水が水槽からこぼれ出る事はないものとする。
  - (a) 水面位置を表す式を求めよ。
  - (b) 水槽の左壁の水面位置の  $z$  座標値を求めよ。
  - (c) 加速前後で水量が不変である事を考慮し, 水槽の底面位置の  $z$  座標値を求めよ。
  - (d)  $h = L/4$ ,  $a = g/10$  と仮定する時, 水槽の左壁に作用する水圧による力を求めよ。
- (3) Fig. 1.2 に示すように, 小問 (1) の水槽を固定した台車が, 一定加速度  $a$  で傾斜角  $\theta$  の斜面を降下している状況を考える。ここで任意の水面位置に原点を取り, 斜面に平行な進行方向および斜面に対して垂直下向きを正とし, 台車と共に移動する座標系を定義する。
  - (a) 水面位置を表す式を求めよ。
  - (b) 水面が斜面と平行になる時の台車の加速度を求めよ。

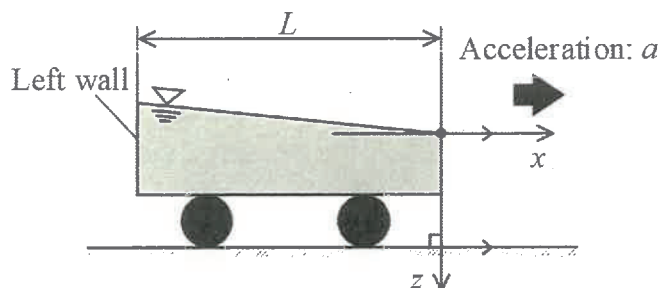


Fig. 1.1

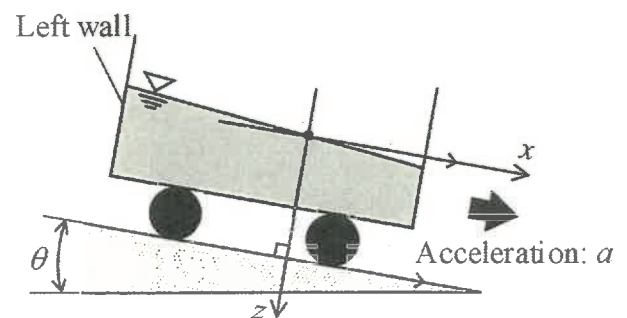


Fig. 1.2

次ページへ続く。 Continued on the following page.

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

流体力学  
Fluid Mechanics

Question 1 In a fluid in a state of equilibrium of forces, the total differential of the pressure  $p$  is expressed as follows.

$$dp = \rho(Xdx + Ydy + Zdz) \quad (1.1)$$

Here  $X$ ,  $Y$  and  $Z$  are axial components of body force per unit mass based on an orthogonal coordinate system  $o-xyz$ .  $\rho$  means the fluid density. The gravity acceleration is denoted as  $g$  and the atmospheric pressure is considered as 0. Answer the following questions.

- (1) A rectangular tank (length:  $L$ , width: 1) filled with water to a depth  $h$  is placed on a horizontal ground. Find the force due to water pressure acting on the left wall of the tank.
- (2) As shown in Fig. 1.1, a cart fixed with the tank of the subquestion (1) is moving at a constant acceleration  $a$  in the right direction on the horizontal ground. The coordinate system moving with the cart, where the origin is taken on the water surface at the right wall of the tank and the right and vertically downward directions are positive, is defined. Since the height of the tank wall is higher than the position of the water surface, the water does not spill out of the tank.
  - (a) Find the equation for the water surface.
  - (b) Find the  $z$ -coordinate value of the position of the water surface at the left wall of the tank.
  - (c) Considering the volume of water does not change before and after acceleration, find the  $z$ -coordinate value of the position of the bottom surface of the tank.
  - (d) Find the force due to water pressure acting on the left wall of the tank, assuming  $h = L/4$  and  $a = g/10$ .
- (3) As shown in Fig. 1.2, the cart fixed with the tank of the subquestion (1) is moving down a slope with an incline angle  $\theta$  at a constant acceleration  $a$ . The coordinate system moving with the cart, where the origin is taken on the water surface at an arbitrary position and the moving direction parallel to the slope and the perpendicularly downward direction relative to the slope are positive, is defined.
  - (a) Find the equation for the water surface.
  - (b) Find the acceleration of the cart when the water surface is parallel to the slope.

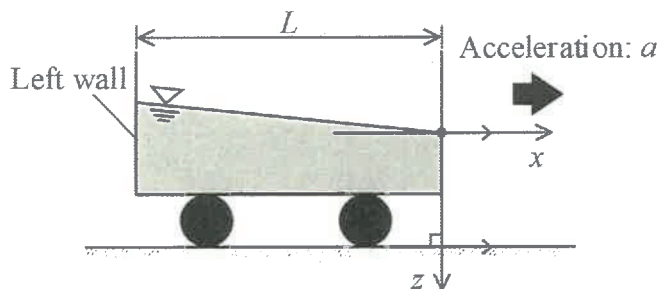


Fig. 1.1

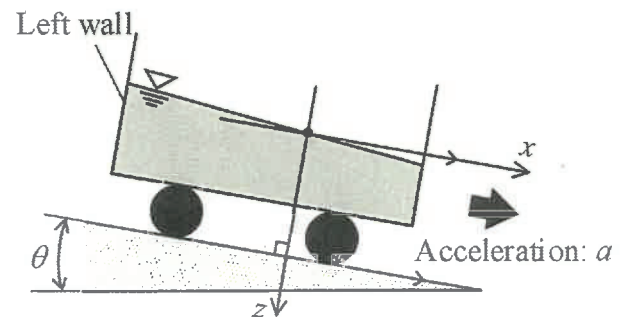


Fig. 1.2

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

流体力学 Fluid Mechanics
-------------------------

問題2 以下の問いに答えよ。但し、重力加速度を  $g$  とする。

- (1) Fig.2.1 に示すように、断面1 (断面積  $A_1$ ) から断面2 (断面積  $A_2$ ) に急拡大する水平に置かれた円管 C に、密度  $\rho$  の液体が流れている。断面1における流速と圧力は、それぞれ  $v_1$ ,  $p_1$  である。この急拡大部ではエネルギー損失があり、断面2における流速と圧力は、それぞれ  $v_2$ ,  $p_2$  となった。但し、摩擦力および体積力は無視し、液体は非圧縮とする。損失水頭  $h_e$  が、下式になることを示せ。

$$h_e = \zeta \frac{v_1^2}{2g} \quad (2.1)$$

ここで、 $\zeta = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$  とする。

- (2) Fig.2.2 に示すように、この円管 C を鉛直に置き、流出口 (断面3) において円盤1は固定されている。但し、流出口は円盤1でふさがれてはいない。もう1枚の円盤2には、流出口から噴出した液体 (流量  $Q$ ) が衝突し、液体は水平方向に放射状に拡がり、定常状態になる。この時の円盤間距離は  $D$  である。円盤の中心から半径  $r_1$ ,  $r_2$  の断面における圧力差  $\Delta p$  を求めよ。但し、 $Q$  と  $D$  を用いること。
- (3) Fig.2.3 に示すように、円盤2を取り除くと、鉛直上方に液体が大気中 (圧力  $p_0$ ) に噴きあがった。この液体の最高到達高さ  $H$  を求めよ。但し、円管 C の大きさは、高さ  $H$  に比べて十分小さく、無視できるものとする。また、断面2を通過する流量は小問 (1) と同様と仮定する。

Question 2 Answer the following questions. Here the gravity acceleration is  $g$ .

- (1) As shown in Fig. 2.1, a liquid of density  $\rho$  flows in a horizontally placed circular pipe C which suddenly expands from the cross-section 1 (area:  $A_1$ ) to the cross-section 2 (area:  $A_2$ ). The velocity and pressure at the cross-section 1 are  $v_1$  and  $p_1$ , respectively. There is an energy loss in this sudden expansion part, and the flow velocity and pressure at the cross-section 2 are  $v_2$  and  $p_2$ , respectively. Here, the friction and body forces are ignored, and the liquid is incompressible. Show that the head loss  $h_e$  is given by the following formula:

$$h_e = \zeta \frac{v_1^2}{2g} \quad (2.1)$$

where  $\zeta = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2$ .

- (2) As shown in Fig. 2.2, the circular pipe C is placed vertically, and the disk 1 is fixed at the outlet (cross-section 3). However, the outlet is not blocked by the disk 1. Then, the liquid (discharge:  $Q$ ) ejected from the outlet is colliding with the other disk 2, and then it is rapidly and horizontally spreading and reaches a steady state. The distance between the disks is  $D$  at this time. Find the pressure difference  $\Delta p$  at the cross-sections of radius  $r_1$  and  $r_2$  from the center of the disk. Here,  $Q$  and  $D$  should be used.
- (3) As shown in Fig. 2.3, when the disk 2 was removed, the liquid was vertically ejected upward into the atmosphere (pressure:  $p_0$ ). Find the maximum reach height  $H$  of the liquid, assuming that the size of the circular pipe C can be negligible compared with the height  $H$ . Additionally, it is assumed that the discharge passing through the cross-section 2 is the same as in the subquestion (1).

次ページへ続く。 Continued on the following page.

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

流体力学  
Fluid Mechanics

Question 2

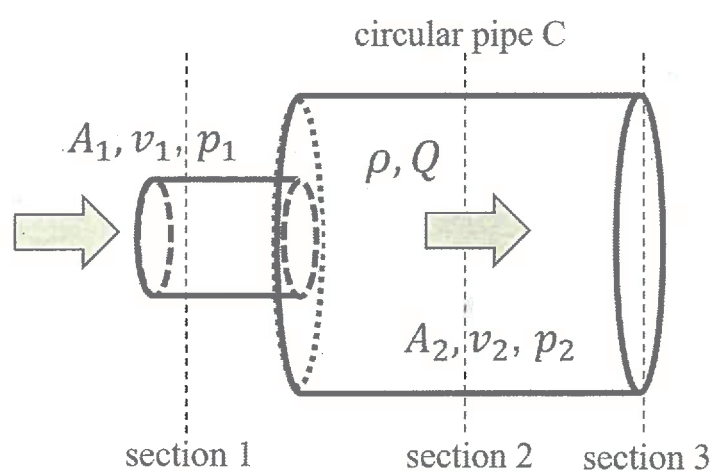


Fig. 2.1

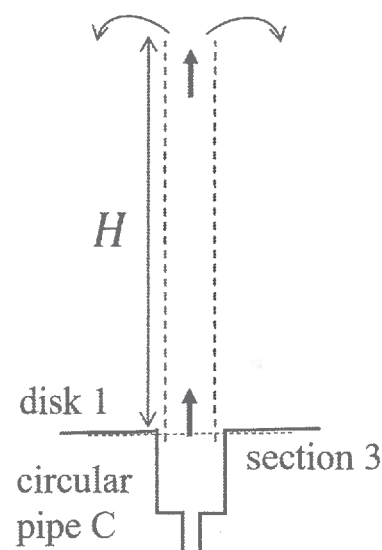


Fig. 2.3

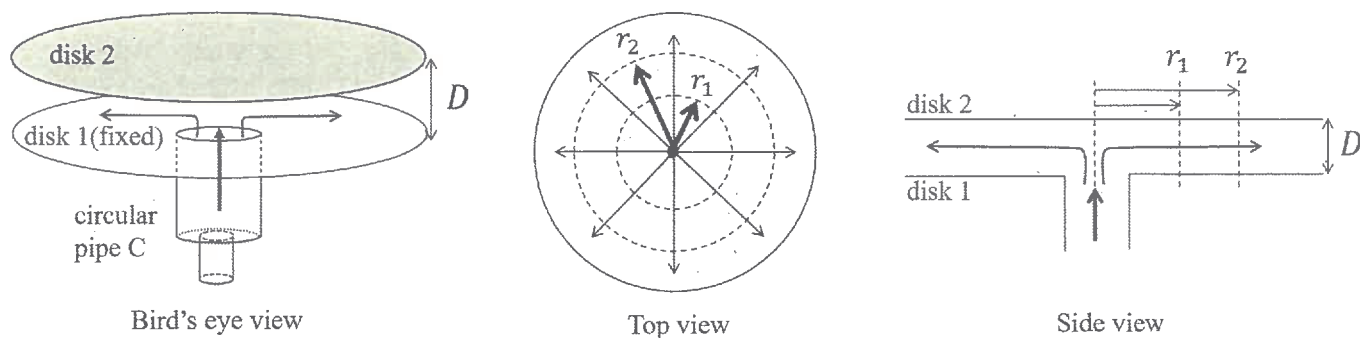


Fig. 2.2

次ページへ続く。 Continued on the following page.

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

流体力学 Fluid Mechanics
-------------------------

問題 3 (3.1)式の複素速度ポテンシャル  $w(z)$  で与えられる, ある物体周りの流れ場について考える。

$$w(z) = Uz + \frac{Q}{2\pi} \ln z \quad (3.1)$$

ここで  $z = re^{i\theta}$  (複素数  $z$  の極形式) とし,  $U$  および  $Q$  は正定数である。以下の問いに答えよ。

- (1) 速度ポテンシャル  $\phi$  と流れ関数  $\psi$  を求めよ。
- (2) 点  $(r, \theta)$  における  $r$  方向の流速  $u_r$  および  $\theta$  方向の流速  $u_\theta$  を求めよ。
- (3) (3.1)式の右辺第一項はどのような流れを表しているか。また, 右辺第二項はどのような流れを表しているか。以下から選び, その理由を述べよ。  
 a) 一様流      b) 吹き出し      c) 吸い込み      d) 渦      e) 二重吹き出し
- (4) 流速がゼロとなるよどみ点の位置を求めよ。また, その点における流れ関数  $\psi$  を求めよ。
- (5) (3.1)式で表される流れ場の模式図を描き, どのような物体周りの流れ場であるかを説明せよ。模式図中には, 物体表面上の代表的な点の位置や物体の代表的な部位の寸法を示すこと。

Question 3 Consider a flow field around an object given by a complex velocity potential  $w(z)$  in eq. (3.1).

$$w(z) = Uz + \frac{Q}{2\pi} \ln z \quad (3.1)$$

Here,  $z = re^{i\theta}$ , which is a polar form of a complex number,  $z$ . Then,  $U$  and  $Q$  are positive real constants. Answer the following questions.

- (1) Show the velocity potential  $\phi$  and the stream function  $\psi$ .
- (2) Find the components of velocity,  $u_r$  and  $u_\theta$  in  $r$  and  $\theta$  directions respectively at a point  $(r, \theta)$ .
- (3) Choose the flow expressed by the first term on the right hand side of eq. (3.1) among the followings and describe the reason. Also, choose the flow expressed by the second term on the right hand side of eq. (3.1) among the followings and describe the reason.  
 a) uniform flow      b) source      c) sink      d) vortex      e) doublet
- (4) Find the position of the stagnation point, where the flow velocity is zero. Also, find the stream function  $\psi$  at the point.
- (5) Draw a schematic diagram of the flow field given by the complex velocity potential  $w(z)$  in eq. (3.1), and describe what kind of object the flow field is around. In the schematic diagram, draw the position of the representative point of the object and the size of the representative part of the object.



2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

材料力学 Material and Structural Mechanics
---

問題 1 従来, 多くの機械の接合構造にはリベットやボルトによる接合が用いられてきたが, 最近では, Fig. 1.1 に示すような, はめあいによる接合も増加している。以下の問いに答えよ。

- (1) はめあい接合をリベットやボルトによる接合と比較した場合の利点と欠点について簡潔に述べよ。
- (2) Fig. 1.1 に示すように, 引張荷重  $P$  を受けるはめあい接合を考える。部材の荷重方向の許容せん断応力を  $\tau_s$ , ABCD 面の許容圧縮応力を  $\sigma_s$  とした場合, 必要となる長さ  $L$  および  $H$  について, それぞれ,  $P, \tau_s, \sigma_s, a, b$  の中から必要な値を用いて示しなさい。
- (3)  $\tau_s = \sigma_s / \sqrt{3}$  の場合,  $L/H$  を求めなさい。
- (4)  $\tau_s = \sigma_s / 2$  の場合,  $L/H$  を求めなさい。

Question 1 Traditionally, rivets and bolts have been used for the joining structures of many machines, but recently, the use of joints with fits, as shown in Fig. 1.1, has been increasing. Answer the following questions.

- (1) Explain the advantages and disadvantages of fit joints compared to joints using rivets or bolts, simply.
- (2) Consider a fitting joint subjected to a tensile load  $P$  as shown in Fig. 1.1. If the allowable shear stress in the load direction of the member is  $\tau_s$  and the allowable compressive stress on the ABCD surface is  $\sigma_s$ , show the required lengths  $L$  and  $H$  in terms of  $P, \tau_s, \sigma_s, a$  and  $b$ , respectively.
- (3) If  $\tau_s = \sigma_s / \sqrt{3}$ , find  $L/H$ .
- (4) If  $\tau_s = \sigma_s / 2$ , find  $L/H$ .

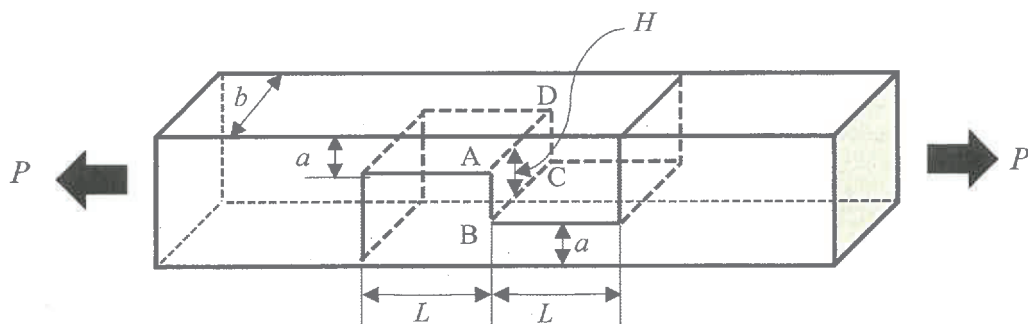


Fig. 1.1

2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

材料力学 Material and Structural Mechanics
---

問題2 Fig. 2.1 に示すように, 区間 BC に等分布荷重  $q$  を受ける片持ちはり AB がある。はりの長さは  $L$  である。曲げ剛性は  $EI$  とする。このはりについて以下の問いに答えよ。

- (1) はり AB の自由物体図を描け。
- (2) 全ての支点反力を求めよ。
- (3) せん断力図, 曲げモーメント図を描け。ただし, 主要な値を図中に記載すること。
- (4) 位置 B と C におけるたわみをそれぞれ求めよ。

Question 2 As shown in Fig. 2.1, there is a cantilever beam AB subjected to the uniformly distributed load  $q$  over the region BC. The length of the beam is  $L$ . The bending stiffness of the beam is denoted as  $EI$ . Answer the following questions about the beam.

- (1) Draw the free body diagram of the beam AB.
- (2) Determine all reactions.
- (3) Draw the shearing force diagram and the bending moment diagram. Note that the specific values should be described in the diagrams.
- (4) Determine the deflection at the positions B and C, respectively.

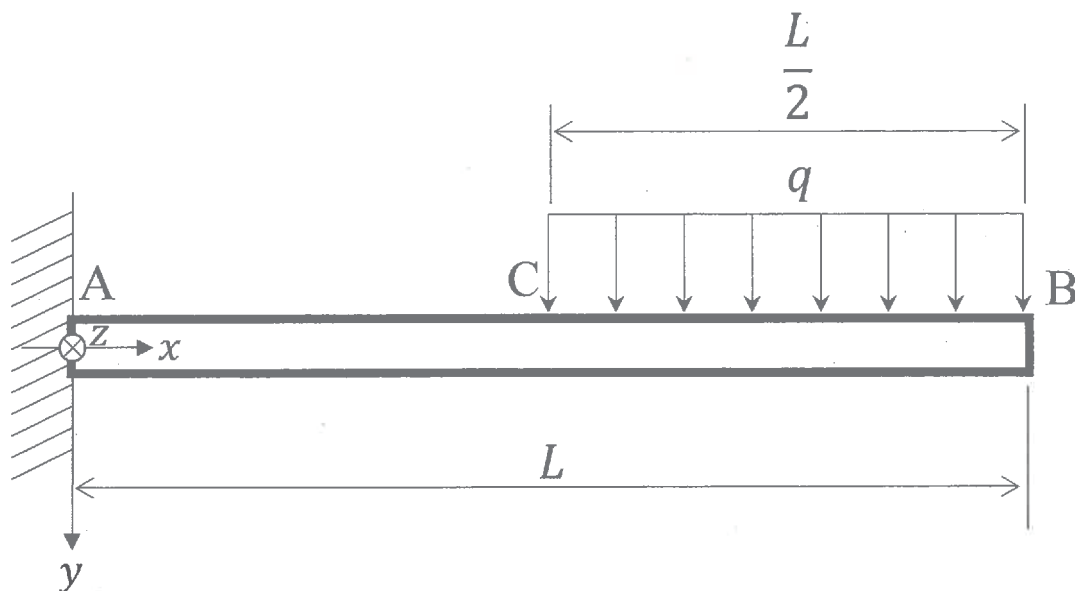


Fig. 2.1

次ページへ続く。 Continued on the following page.



2024 年 10 月, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admissions)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験 科目 Subject	輸送機器環境工学 (専門科目 II) Vehicle and Environmental Systems Engineering II	プログラム Program	輸送・環境システムプログラム Transportation and Environmental Systems Program	受験番号 Examinee's Number	M
---------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

材料力学 Material and Structural Mechanics
---

問題3 Fig. 3.1 に示すように3本の部材からなるトラス構造の点Aに集中荷重 $P$ が作用する問題を考える。載荷前の部材の長さを Fig. 3.1 に示す。載荷前の部材の軸力はゼロである。全ての部材のヤング率, 断面積をそれぞれ $E, S$ とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 全ての部材の軸力を求めよ。
- (2) 点Aでの荷重 $P$ 方向の変位を求めよ。

Question 3 A truss structure consists of three members under a load  $P$  at point A as shown in Fig. 3.1 is studied. The length of the members before the loading is shown in Fig. 3.1. Axial forces of the members before the loading are zero. Young's modulus and cross section area of all the members are  $E$  and  $S$ , respectively. Answer the following questions.

- (1) Determine axial forces for all the members.
- (2) Determine the displacement at point A along the direction of load  $P$ .

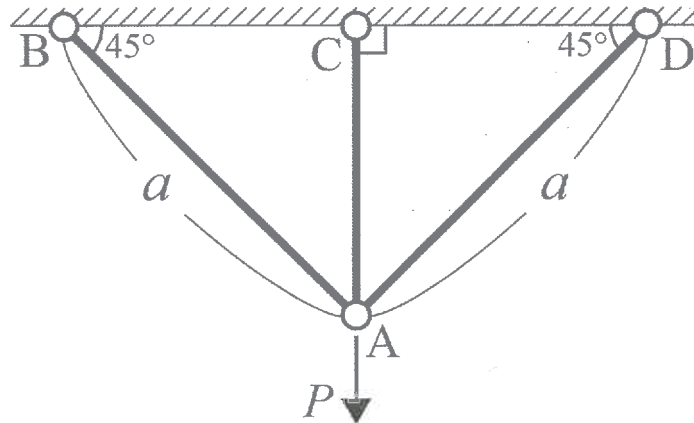


Fig. 3.1