

## 問題用紙

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

## Question Sheets

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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 one.
- (9) Raise your hand if you have any questions.

2023年10月, 2024年4月入学 (October 2023 and April 2024 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)

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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。

- (1) 不定積分  $\int x^2 \cos x \, dx$  を求めよ。
- (2) 定積分  $\int_{-1}^1 \sqrt{4-x^2} \, dx$  を求めよ。
- (3) 常微分方程式  $\frac{dy}{dx} + 3y = \frac{y}{x}$  の一般解を求めよ。
- (4)  $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 2 \\ -4 & -5 & -2 \\ 3 & 3 & 1 \end{bmatrix}$  のとき,  $\mathbf{A}$  の固有値を求めよ。
- (5)  $\mathbf{A} = 3\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - \mathbf{k}$ ,  $\mathbf{B} = \mathbf{i} + 2\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$ ,  $\mathbf{C} = 3\mathbf{i} + 3\mathbf{j} + \mathbf{k}$  のとき,  $(\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \times \mathbf{C}$  を求めよ。  
ただし,  $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$  は  $x, y, z$  軸方向の単位ベクトルである。

Question 1 Answer the following questions.

- (1) Find the indefinite integral  $\int x^2 \cos x \, dx$ .
- (2) Find the integral  $\int_{-1}^1 \sqrt{4-x^2} \, dx$ .
- (3) Find the general solution for the ordinary differential equation  $\frac{dy}{dx} + 3y = \frac{y}{x}$ .
- (4) When  $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 2 \\ -4 & -5 & -2 \\ 3 & 3 & 1 \end{bmatrix}$ , find the eigenvalues of  $\mathbf{A}$ .
- (5) When  $\mathbf{A} = 3\mathbf{i} + 2\mathbf{j} - \mathbf{k}$ ,  $\mathbf{B} = \mathbf{i} + 2\mathbf{j} + 3\mathbf{k}$ ,  $\mathbf{C} = 3\mathbf{i} + 3\mathbf{j} + \mathbf{k}$ , find  $(\mathbf{A} \times \mathbf{B}) \times \mathbf{C}$ , where  $\mathbf{i}, \mathbf{j}$  and  $\mathbf{k}$  show the unit vectors in  $x, y$  and  $z$  axis directions.

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

2023年10月, 2024年4月入学 (October 2023 and April 2024 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)

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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 曲面  $S$  で囲まれた閉領域  $\tilde{V}$  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

$$\iiint_{\tilde{V}} \nabla \cdot \mathbf{F} d\tilde{V} = \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS \quad (2.1)$$

が成り立つ。ただし,  $\mathbf{n} = n_x \mathbf{i} + n_y \mathbf{j} + n_z \mathbf{k}$  は  $\tilde{V}$  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。Fig. 2.1, Fig. 2.2 に示すように, 球  $S_0: x^2 + y^2 + z^2 - 1 = 0$ , および, 円錐  $S_1$  で囲まれた均一な物体  $V$  を考える。以下の問いに答えよ。

(1) 物体  $V$  の任意の点の位置ベクトル  $\mathbf{r} = (x, y, z)$  を (2.2) 式で表すとき, 球面  $S_0$  における単位法線ベクトル  $\mathbf{n}_0$  を求めよ。

$$\begin{cases} x = r \cos \phi \sin \theta \\ y = r \sin \phi \sin \theta \\ z = r \cos \theta \end{cases} \quad (0 \leq r \leq 1, 0 \leq \phi \leq 2\pi, 0 \leq \theta \leq \theta_0) \quad (2.2)$$

(2) Fig. 2.3 に示すように, 円錐面上に  $\xi, \eta$  座標系を取る。このとき円錐面上の任意の点の位置ベクトル  $\mathbf{r} = (x, y, z)$  を (2.3) 式で表すとき, 円錐面  $S_1$  における単位法線ベクトル  $\mathbf{n}_1$  を求めよ。

$$\begin{cases} x = a\xi \cos \eta \\ y = a\xi \sin \eta \\ z = h\xi \end{cases} \quad (a = \sin \theta_0, h = \cos \theta_0, 0 \leq \xi \leq 1, 0 \leq \eta \leq 2\pi) \quad (2.3)$$

(3) 小問 (1), (2) 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。

(4) (2.1) 式左辺の積分を行い, 物体  $V$  の重心位置  $z_G$  を求めよ。

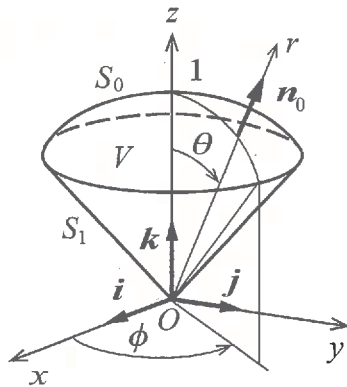


Fig. 2.1

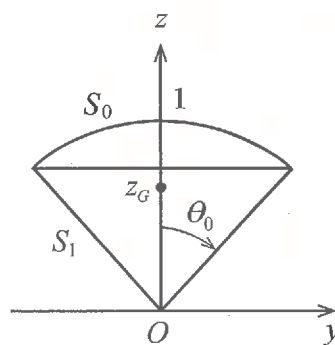


Fig. 2.2

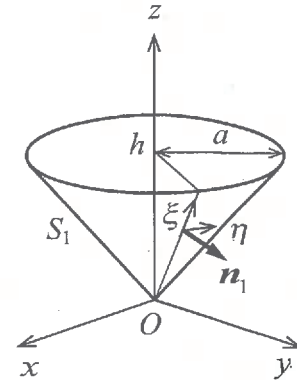


Fig. 2.3

2023年10月, 2024年4月入学 (October 2023 and April 2024 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)

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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  $\bar{V}$  surrounded by the surface  $S$ , the divergence theorem

$$\iiint_{\bar{V}} \nabla \cdot \mathbf{F} d\bar{V} = \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS \quad (2.1)$$

is satisfied for an arbitrary function  $F(x, y, z)$  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  $\bar{V}$ , and  $\mathbf{i}, \mathbf{j}$  and  $\mathbf{k}$  show the unit vectors in  $x, y$  and  $z$  axis directions, respectively. Fig. 2.1 and Fig. 2.2 show a uniform object  $V$  surrounded by the sphere  $S_0 : x^2 + y^2 + z^2 - 1 = 0$  and the circular cone  $S_1$ . Answer the following questions.

- (1) Find the unit normal vector  $\mathbf{n}_0$  on the sphere surface  $S_0$ , when the coordinates of the position vector  $\mathbf{r} = (x, y, z)$  of the object  $V$  at an arbitrary point are expressed in eq. (2.2).

$$\begin{cases} x = r \cos \phi \sin \theta \\ y = r \sin \phi \sin \theta \\ z = r \cos \theta \end{cases} \quad (0 \leq r \leq 1, 0 \leq \phi \leq 2\pi, 0 \leq \theta \leq \theta_0) \quad (2.2)$$

- (2) We take  $\xi$  and  $\eta$  coordinates on the surface of the circular cone as shown in the Fig. 2.3, and the coordinates of the position vector  $\mathbf{r} = (x, y, z)$  on the surface  $S_1$  at an arbitrary point are expressed in eq. (2.3). Find the unit normal vector  $\mathbf{n}_1$  of the circular cone  $S_1$ .

$$\begin{cases} x = a\xi \cos \eta \\ y = a\xi \sin \eta \\ z = h\xi \end{cases} \quad (a = \sin \theta_0, h = \cos \theta_0, 0 \leq \xi \leq 1, 0 \leq \eta \leq 2\pi) \quad (2.3)$$

- (3) 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 subquestions (1) and (2).  
 (4) Find the position of the center of gravity  $z_G$  of the object  $V$  by performing the integration on the left side of eq. (2.1).

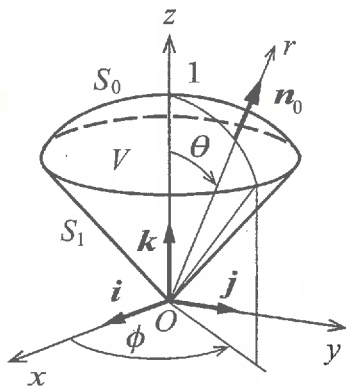


Fig. 2.1

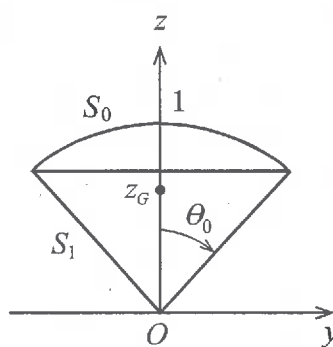


Fig. 2.2

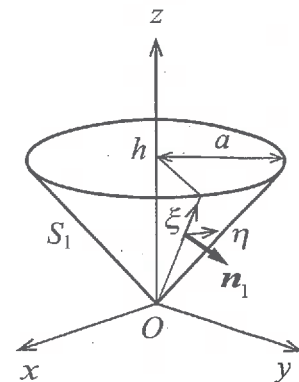


Fig. 2.3

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

2023年10月, 2024年4月入学 (October 2023 and April 2024 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)

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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  $y(t)$  に関する常微分方程式

$$y''(t) + 2\gamma\omega y'(t) + \omega^2 y(t) = \delta(t), \quad y(0) = y'(0) = 0, \quad \gamma > 0 \quad (3.1)$$

について以下の問いに答えよ。ここで,  $\gamma, \omega$  は定数であり,  $\delta(t)$  は普通の関数  $g(t)$  を用いて次式で定義されるデルタ関数である。

$$\delta(t) = 0 \quad (\text{for } t \neq 0), \quad \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) g(t) dt = g(0) \quad (3.2)$$

また, 関数  $f(t)$  の Laplace 変換を  $\mathcal{L}[f(t)] \equiv F(s) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt$  で定義する。

- (1)  $\mathcal{L}[e^{-\lambda t} f(t)] = F(s + \lambda)$  の関係を導け。  $\lambda$  は定数を示す。
- (2)  $\mathcal{L}[t e^{\lambda t}] = \frac{1}{(s - \lambda)^2}$  の関係を導け。
- (3)  $0 < \gamma < 1$  のとき (3.1) 式の解を求めよ。
- (4)  $\gamma = 1$  のとき (3.1) 式の解を求めよ。
- (5)  $\gamma > 1$  のとき (3.1) 式の解を求めよ。

Question 3 Answer the following questions for the ordinary differential equation with respect to  $y(t)$ ,

$$y''(t) + 2\gamma\omega y'(t) + \omega^2 y(t) = \delta(t), \quad y(0) = y'(0) = 0, \quad \gamma > 0. \quad (3.1)$$

Here,  $\gamma$  and  $\omega$  are constants, and  $\delta(t)$  is the Delta function defined by the following equation with the ordinary function  $g(t)$ :

$$\delta(t) = 0 \quad (\text{for } t \neq 0), \quad \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) g(t) dt = g(0). \quad (3.2)$$

And, the Laplace transformation for the function  $f(t)$  is defined by  $\mathcal{L}[f(t)] \equiv F(s) = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt$ .

- (1) Derive the relation  $\mathcal{L}[e^{-\lambda t} f(t)] = F(s + \lambda)$ .  $\lambda$  denotes a constant.
- (2) Derive the relation  $\mathcal{L}[t e^{\lambda t}] = \frac{1}{(s - \lambda)^2}$ .
- (3) Find the solution of eq. (3.1) for  $0 < \gamma < 1$ .
- (4) Find the solution of eq. (3.1) for  $\gamma = 1$ .
- (5) Find the solution of eq. (3.1) for  $\gamma > 1$ .

2023 年 10 月, 2024 年 4 月入学 (October 2023 and April 2024 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)

(2023 年 8 月 24 日実施 / August 24, 2023)

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 質量  $m$  の船が平水中を一定船速  $u_0$  で直進している。急にエンジンが停止し、船は惰性で走ることとなった。その際、船は速度に比例する水抵抗を受けるとし、その比例定数を  $C (> 0)$  とする。エンジンが停止した時刻を  $t=0$  とし、船の進行方向に  $x$  軸を取るとき、次の問いに答えよ。

- (1) この船の運動方程式を求めよ。ただし、船の付加質量を  $m_x$  とする。
- (2) 運動方程式を解き、時刻  $t$  における船の速度  $u(t)$  を求めよ。
- (3) 速度  $u$  が  $u_0$  の 1% になったとき、船は停止したとみなす。その時の時刻  $t_s$  ならびに船の停止距離  $x_s$  を求めよ。ただし、時刻  $t=0$  における船の停止距離はゼロとする。

Question 1 A ship with a mass of  $m$  was moving straight with a constant speed of  $u_0$  in calm water. The engine suddenly stopped and the ship is coasting. At that time, the water resistance proportional to the speed acts on the ship, and the proportionality constant is denoted by  $C (> 0)$ . The time when the engine stopped is assumed to be  $t=0$ . Taking the  $x$ -axis as the forward direction of the ship, answer the following questions.

- (1) Obtain the equation of motion of the ship. Here, the added mass of the ship is denoted by  $m_x$ .
- (2) Solve the equation of motion and find the ship speed  $u(t)$  at time  $t$ .
- (3) The ship is assumed to completely stop when  $u$  is 1% of  $u_0$ . Find the stopping time  $t_s$  and the stopping distance  $x_s$  of the ship. The stopping distance is zero at  $t=0$ .

2023年10月, 2024年4月入学 (October 2023 and April 2024 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)

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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 質量  $M$ , 半径  $r$  の一様な円板がある。この円板を斜面 (傾斜角:  $\theta$ ) の  $A$  点におくと, 円板は斜面上をすべらずに転がり落ち,  $B$  点で斜面から離れ,  $D$  点に落下した (Fig. 2.1)。  $AB=l$ ,  $BC=h$  とする時, 以下の問いに答えよ。

- (1) 円板の慣性モーメントを求めよ。
- (2)  $B$  点における円板の中心の速度を求めよ。なお重力加速度を  $g$  とする。
- (3)  $CD$  の長さを求めよ。

Question 2 There is a disk with homogeneous material (mass:  $M$ , radius:  $r$ ). When the disk is put on the point  $A$  on the slope (angle of the slope:  $\theta$ ), the disk rolls down along the slope without slipping. After that, the disk parts from the slope at point  $B$  and falls to point  $D$  (Fig. 2.1). Answer the following questions assuming  $AB=l$  and  $BC=h$ .

- (1) Obtain the moment of inertia of the disk.
- (2) Obtain the speed of the center of the disk at Point  $B$ . The gravity acceleration is denoted by  $g$ .
- (3) Obtain the length  $CD$ .

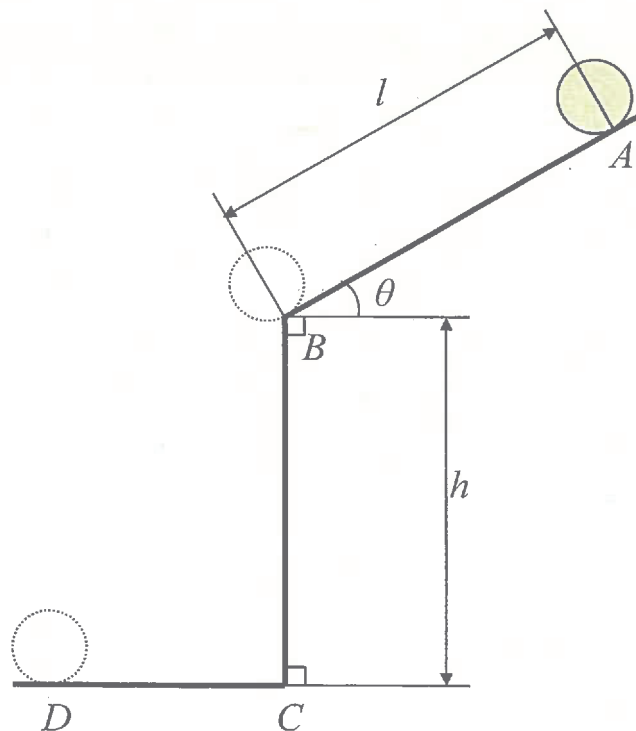


Fig. 2.1

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

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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, 長さ  $l$ , 質量  $m$  の一様なはしごが, 鉛直な壁に立てかけてある。はしごと水平な地面との角度は  $\theta$  である。このはしごを質量  $M$  の人がのぼりはじめると, 図中  $A$  点の位置 (はしごの下端からの距離:  $x$ ) までのぼった時, はしごが滑り出した。はしごが地面から受ける垂直抗力を  $R_1$ , はしごが壁から受ける垂直抗力を  $R_2$ , はしごと地面との静止摩擦係数, および, はしごと壁との静止摩擦係数をともに  $\mu$  とし, 以下の問いに答えよ。なお, はしごは薄く頑丈であり, 人の重心ははしご上を移動する。

- (1) 水平方向, 鉛直方向の力のつりあいを示せ。重力加速度を  $g$  とする。
- (2) はしごの下端まわりのモーメントのつりあいを示せ。
- (3)  $R_1$  および  $R_2$  を求めよ。
- (4)  $x$  を求めよ。

Question 3 As shown in Fig. 3.1, the homogeneous ladder (length:  $l$ , mass:  $m$ ) is placed on the vertical wall. The angle between the ladder and the horizontal ground is  $\theta$ . Consider that a person (mass:  $M$ ) goes up this ladder. When the person goes to the position  $A$  in the Figure (distance from the bottom of the ladder:  $x$ ), the ladder begins to slip. Answer the following questions by using  $R_1$  as the normal reaction which the ladder receives from the ground,  $R_2$  as the normal reaction which the ladder receives from the wall. The coefficient of static friction between the ladder and the ground is  $\mu$ , and the coefficient of static friction between the ladder and the wall is also  $\mu$ . Hence, the ladder is thin and strong, and the center of the gravity of the person moves on the ladder.

- (1) Show the equilibriums of forces in horizontal direction and vertical direction. The gravity acceleration is denoted by  $g$ .
- (2) Show the equilibrium of moments around the bottom of the ladder.
- (3) Obtain  $R_1$  and  $R_2$ .
- (4) Obtain  $x$ .

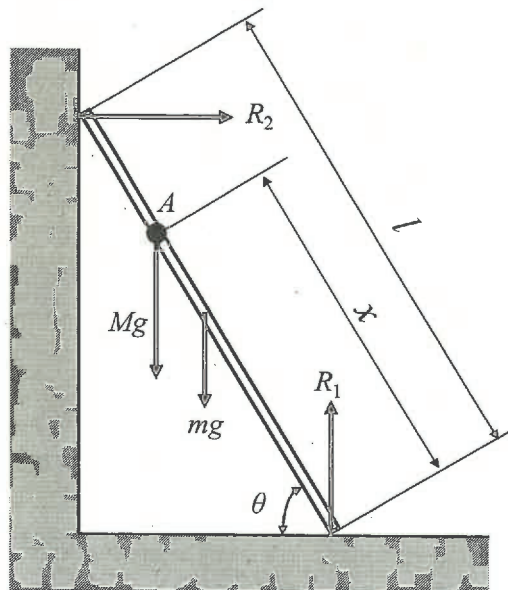


Fig. 3.1



## 問題用紙

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

## Question Sheets

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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

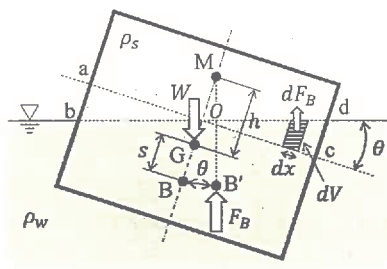
- (1) There are 9 question sheets including a front sheet.
- (2) Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question and answer sheet.
- (3) This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
- (4) If the space is exhausted, 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.

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 浮体に関する以下の問いに答えよ。ここで、 $g$ は重力加速度、 $\rho_w$ は流体の密度、 $\rho_s$ は浮体の様な密度 ( $\rho_s < \rho_w$ )、 $W$ は浮体の重量、 $F_B$ は浮体に作用する浮力とする。また、 $G$ は浮体の重心、 $B$ は静水状態における浮心、 $B'$ は浮体がわずかに傾いた時の浮心、 $M$ は傾心 (直線  $BG$  と  $B'$  を通る鉛直線との交点) とする。

- (1) Fig. 1.1 に示すような任意形状の浮体  $X$  が、傾き  $\theta$  だけ微小傾斜することを考える。
- 図中斜線部の微小容積  $dV$  を求めよ。ただし、微小面積  $dA (= dx \cdot l)$  を用いること。
  - この微小容積  $dV$  に作用する浮力  $dF_B$  を求めよ。
  - この浮力  $dF_B$  による  $O - O'$  軸周りのモーメント  $dM_B$  を求めよ。
  - 浮体  $X$  に生じる  $O - O'$  軸周りのモーメント  $M_B$  を求めよ。ただし、 $\int x^2 dA = I_0$  (浮体  $X$  を水面で切った面の  $O - O'$  軸周りの断面 2 次モーメント) を用いること。
  - 重量  $W$ 、距離  $s (= \overline{BG})$ 、距離  $h (= \overline{GM})$  を用いて、浮力  $F_B$  による  $O - O'$  軸周りのモーメント  $M_{B'}$  を求めよ。
  - $M_B = M_{B'}$  として、距離  $h$  を求めよ。また、この浮体  $X$  について、浮体の安定条件を示せ。
- (2) Fig. 1.2 に示すような箱型浮体  $Y$  を考える。
- 静水状態の時、喫水  $d_0$  を  $H$ 、 $\rho_w$ 、 $\rho_s$  で表せ。
  - この浮体  $Y$  に、風、波および流れが作用した時、Fig. 1.3 に示すように浮体  $Y$  は直立状態からわずかに傾斜した。距離  $\overline{BM}$  と距離  $\overline{GM}$  を求めよ。ただし、 $\alpha$ 、 $H$ 、 $\rho_w$ 、 $\rho_s$  を用いること。
  - この浮体  $Y$  が安定であるための  $\alpha$  の条件を、 $\rho_w$ 、 $\rho_s$  を用いて示せ。



Floating body X

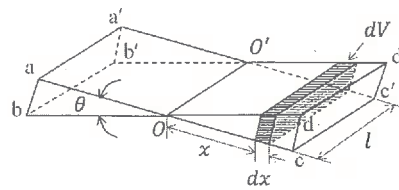


Fig. 1.1

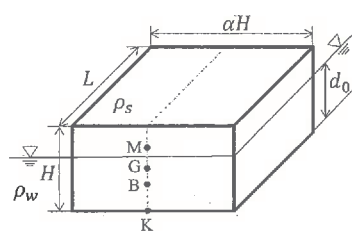
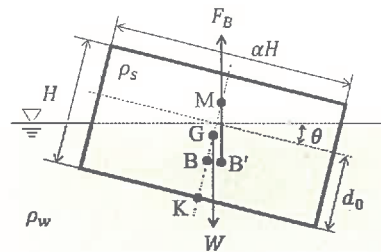


Fig. 1.2



Floating body Y

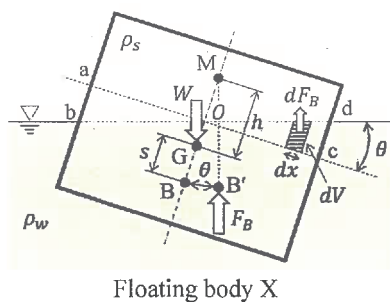
Fig. 1.3

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 Answer the following questions regarding a floating body. Here  $g$  is the gravity acceleration,  $\rho_w$  is the density of fluid,  $\rho_s$  is the uniform density of floating body ( $\rho_s < \rho_w$ ),  $W$  is the weight of floating body, and  $F_B$  is the buoyancy force acting on the floating body.  $G$  is the center of gravity,  $B$  is the center of buoyancy at the still water,  $B'$  is the center of buoyancy when the floating body is slightly inclined, and  $M$  is the metacenter (the point at which a vertical line through  $B'$  crosses the straight line  $BG$ ).

- (1) As shown in Fig. 1.1, consider a floating body  $X$  of arbitrary shape inclined at very small angle  $\theta$ .
  - (a) Find the small volume  $dV$ , shaded in the figure, using the small area  $dA (= dx \cdot l)$ .
  - (b) Find the buoyancy force  $dF_B$  acting on the small volume  $dV$ .
  - (c) Find the moment  $dM_B$  of the buoyancy force  $dF_B$  about  $O - O'$  axis.
  - (d) Find the moment  $M_B$  about  $O - O'$  axis acting on the floating body  $X$ , using  $\int x^2 dA = I_O$  (moment of inertia of area around  $O - O'$  axis of the plane of floating body  $X$  cut by the water surface).
  - (e) Find the moment  $M_B'$  of the buoyancy force  $F_B$  about  $O - O'$  axis, using the weight  $W$  and the distance  $s (= \overline{BG})$  and the distance  $h (= \overline{GM})$ .
  - (f) Find the distance  $h$  when  $M_B = M_B'$ . Then, show the stability condition of the floating body  $X$ .
- (2) As shown in Fig. 1.2, consider a box-shaped floating body  $Y$ .
  - (a) Show the draft  $d_0$  at the still water using  $H$ ,  $\rho_w$  and  $\rho_s$ .
  - (b) When wind, waves and currents act on the floating body  $Y$ , the floating body  $Y$  is slightly inclined from the upright state as shown in Fig. 1.3. Find the distance  $\overline{BM}$  and the distance  $\overline{GM}$ , using  $\alpha$ ,  $H$ ,  $\rho_w$ , and  $\rho_s$ .
  - (c) Show the condition for  $\alpha$  that makes the floating body  $Y$  stable, using  $\rho_w$  and  $\rho_s$ .



Floating body X

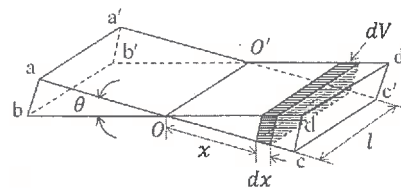


Fig. 1.1

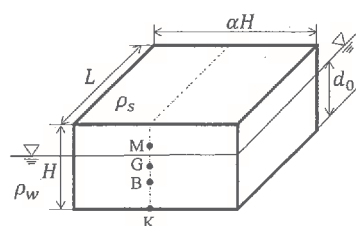
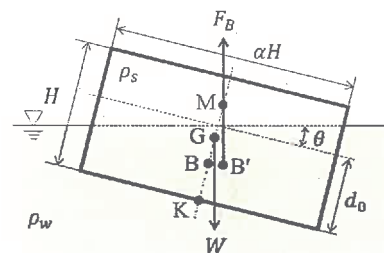


Fig. 1.2



Floating body Y

Fig. 1.3

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

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 Fig. 2.1 に示すように, 密度 $\rho$ の液体が入った容器がある。深さ $h$ の位置に, 急拡大を伴う水平な管路が接続されており, 管路の先端から液体が大気中へと流出している (Fig. 2.2)。急拡大前と後の管路の断面積は, それぞれ $A_a, A_b$ で一定とする。ここで, 容器の上部は大気に解放されており, 深さ $h$ は管路断面の鉛直高さに比べて十分大きいものとする。また, 容器中の液面面積 $A_s$ は $A_a, A_b$ よりも十分に大きく, 管路内の流れは定常とする。深さ $h$ に対する大気圧の変化, 容器から管路への流入口における圧力損失, および管路や容器の壁面と液体の間の摩擦の影響は無視できるものとして, 以下の問に答えよ。

- (1) Fig. 2.2 に示すように, 管路の急拡大部手前に断面 $a$ , 管路の先端に断面 $b$ をとる。このとき, 断面 $a, b$ における流速は $u_a, u_b$ で, それぞれ一様とする。 $u_b$ を $u_a, A_a, A_b$ を用いて表せ。
- (2) 断面 $a$ における液体のゲージ圧は,  $p_a$ で一様であるとする。また, 急拡大部の鉛直壁面上のゲージ圧も $p_a$ で一様であるとする。 $p_a$ を $\rho, A_a, A_b, u_a$ を用いて表せ。
- (3)  $p_a$ を $\rho, h, u_a$ および重力加速度 $g$ を用いて表せ。
- (4)  $u_a$ を $A_a, A_b, h, g$ を用いて表せ。
- (5)  $u_a$ が最大となる $A_a$ と $A_b$ の関係を示せ。また, その時の $u_a$ を示せ。
- (6) 管路中の急拡大によって $u_b$ が必ず減少することを, 数式を用いて示せ。

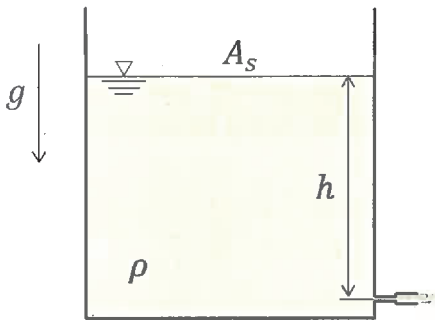


Fig. 2.1

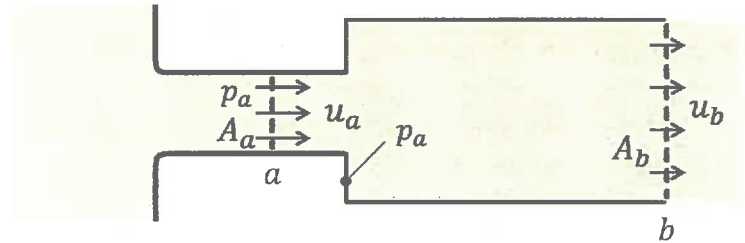


Fig. 2.2

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. As shown in Fig. 2.1, there is a tank containing liquid with density  $\rho$ . A horizontal pipe with a sudden expansion is connected to the tank at the depth of  $h$ , and the liquid flows out from the end of the pipe (Fig. 2.2). The cross-sectional area of the pipe before and after the sudden expansion are  $A_a$  and  $A_b$ , respectively, and they are constant. Here, the top of the tank is open to the atmosphere and the depth  $h$  is sufficiently larger than the vertical height of the cross section of the pipe. The liquid surface area  $A_s$  in the tank is sufficiently larger than  $A_a$  and  $A_b$ , and the flow in the pipe is steady. Answer the following questions, assuming that variation of atmospheric pressure against the depth  $h$ , pressure loss at the inlet of the pipe from the tank, and friction on the walls of tank and pipe are negligible.

- As shown in Fig. 2.2, the cross sections  $a$  and  $b$  are defined before the sudden expansion and at the end of the pipe, respectively. Assuming uniform flow velocities  $u_a$  and  $u_b$  at the cross sections  $a$  and  $b$ , respectively, find  $u_b$  using  $u_a$ ,  $A_a$  and  $A_b$ .
- Assuming a uniform gauge pressure  $p_a$  at the cross section  $a$  and also a uniform gauge pressure  $p_a$  on the vertical wall surface at the sudden expansion, find  $p_a$  using  $\rho$ ,  $A_a$ ,  $A_b$ , and  $u_a$ .
- Find  $p_a$  using  $\rho$ ,  $h$ ,  $u_a$ , and gravity acceleration  $g$ .
- Find  $u_a$  using  $A_a$ ,  $A_b$ ,  $h$ , and  $g$ .
- Show the relationship between  $A_a$  and  $A_b$  where  $u_a$  is maximum. Then, show the maximum  $u_a$ .
- Show mathematically that  $u_b$  must decrease due to the sudden expansion of the pipe.

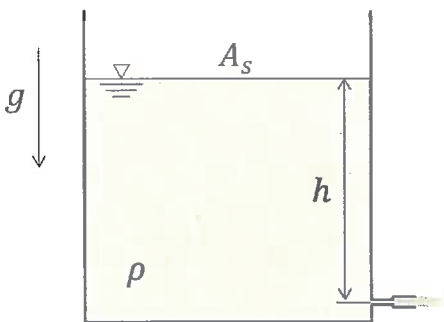


Fig. 2.1

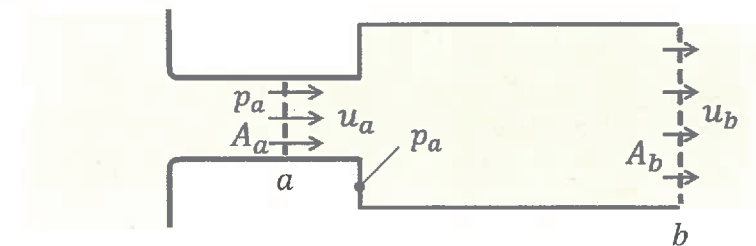


Fig. 2.2

2023年10月, 2024年4月入学 (October 2023 and April 2024 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)

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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 2次元のポテンシャル流れに関して, 以下の問いに答えよ。ここで  $z$  は複素数であり,  $z = x + iy$  もしくは  $z = re^{i\theta}$  (複素数  $z$  の極形式) と書き表せる。  $i$  は虚数単位である。

(1) 複素速度ポテンシャル  $w(z)$  が, 以下の(a), (b), (c)で書き表される流場を考える。それぞれの流場について流れ関数を求めよ。また流れの向きを付した流線を描き, 流場の概要を説明せよ。ここで  $m$  は吹き出しの強さ,  $\Gamma$  は反時計回りの循環を表す。

(a)  $w(z) = e^{-i\pi/4} z$  (3.1)

(b)  $w(z) = z^4$  (3.2)

(c)  $w(z) = \frac{m}{2\pi} \log z - \frac{i\Gamma}{2\pi} \log z$  (3.3)

(2) 半径  $a$  の円柱が一様流速  $V$  の流れの中にある時, 円柱周りの流場は次式の複素速度ポテンシャルで表される。

$$w(z) = V \left( z + \frac{a^2}{z} \right) \quad (3.4)$$

(a) 淀み点の位置  $(x, y)$  を求めよ。

(b) 原点に渦を置き, 円柱周りに循環  $\Gamma$  を与えた時, 淀み点の位置が  $(x, y) = (0, -a)$  になった。この時の循環  $\Gamma$  の大きさと向きを求めよ。

Question 3 Answer the following questions about two dimensional potential flows. Here,  $z$  is a complex number and expressed as  $z = x + iy$  or  $z = re^{i\theta}$  which is a polar form of a complex number,  $z$ .  $i$  is an imaginary unit.

(1) Consider the flow fields where the complex velocity potentials,  $w(z)$ , are given by (a), (b) and (c) as below. Show each stream function and outline each flow field by drawing the streamlines with the flow direction. Here,  $m$  is the strength of a source and  $\Gamma$  is a counterclockwise circulation.

(a)  $w(z) = e^{-i\pi/4} z$  (3.1)

(b)  $w(z) = z^4$  (3.2)

(c)  $w(z) = \frac{m}{2\pi} \log z - \frac{i\Gamma}{2\pi} \log z$  (3.3)

(2) When there is a circular cylinder having a radius  $a$  in a uniform flow velocity  $V$ , the complex velocity potential to represent a potential flow around the cylinder is expressed as below.

$$w(z) = V \left( z + \frac{a^2}{z} \right) \quad (3.4)$$

(a) Find the position of the stagnation point  $(x, y)$ .

(b) When adding a circulation  $\Gamma$  around the cylinder by a vortex placed on the origin, the stagnation point was at  $(x, y) = (0, -a)$ . Find the magnitude of the circulation  $\Gamma$  and its direction.

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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 Fig. 1.1 に示すように, 片端を固定された軸 AB があり, 区間 CB に等分布トルク  $q$  が作用している。Fig. 1.1 には, この軸の断面も示している。この軸の横弾性係数, 長さおよび直径は, それぞれ  $G, L, d$  とする。この軸について以下の問いに答えよ。

- (1) この軸 AB の自由物体図を描け。
- (2) 全ての支点反力を求めよ。
- (3) 軸 AB に生じるトルクの分布を図示せよ。ただし, 主要な値を図中に記載すること。
- (4) せん断応力の最大値が発生する位置もしくは区間とその値を求めよ。また, その位置もしくは区間における断面上のせん断応力の分布を図示せよ。
- (5) 断面 B におけるねじり角を求めよ。

Question 1 As shown in Fig. 1.1, a shaft is fixed at one end to a rigid wall, and loaded by a uniformly distributed torque  $q$  over the region CB. Fig. 1.1 also shows the cross section of the shaft. Modulus of transvers elasticity, length and diameter of the shaft are denoted as  $G, L$  and  $d$ , respectively. Answer the following questions about the shaft.

- (1) Draw the free body diagram of the shaft AB.
- (2) Determine all reactions.
- (3) Draw the distribution of torque produced in the shaft AB. Note that the specific values should be described in the figure.
- (4) Determine the position or region where the maximum shearing stress occurs, and its value. Also, draw the distribution of the shearing stress on the cross section at that position or region.
- (5) Determine the angle of twist at the section B.

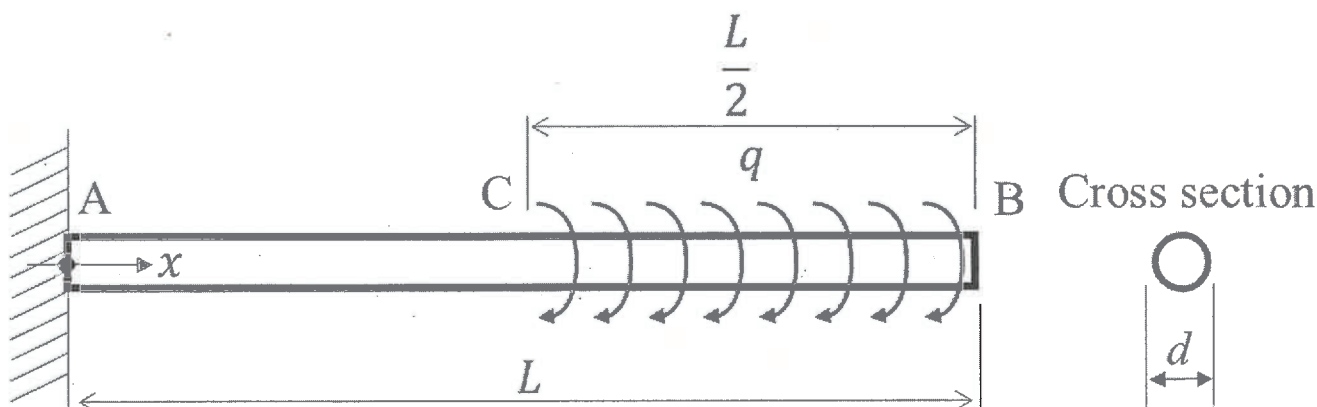


Fig. 1.1

2023年10月, 2024年4月入学 (October 2023 and April 2024 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)

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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 に示す点Cに集中荷重 $P$ が作用している静定トラスを考える。部材の長さは Fig. 2.1 に示すものとし, 全ての部材のヤング率は $E$ , 断面積は $A$ とする。以下の問いに答えよ。

- (1) 全ての支点反力を求めよ。
- (2) 全ての部材の軸力を求めよ。
- (3) 点Cでの荷重 $P$ 方向の変位 $\delta_C$ を求めよ。

Question 2 A statically determinate truss is subjected to a load  $P$  at point C as shown in Fig. 2.1. The length of the members is shown in Fig. 2.1. Young's modulus and cross section area of each member are  $E$  and  $A$ , respectively. Answer the following questions.

- (1) Determine all the reactions.
- (2) Determine axial forces for all the members.
- (3) Determine the displacement  $\delta_C$  at point C along the direction of load  $P$ .

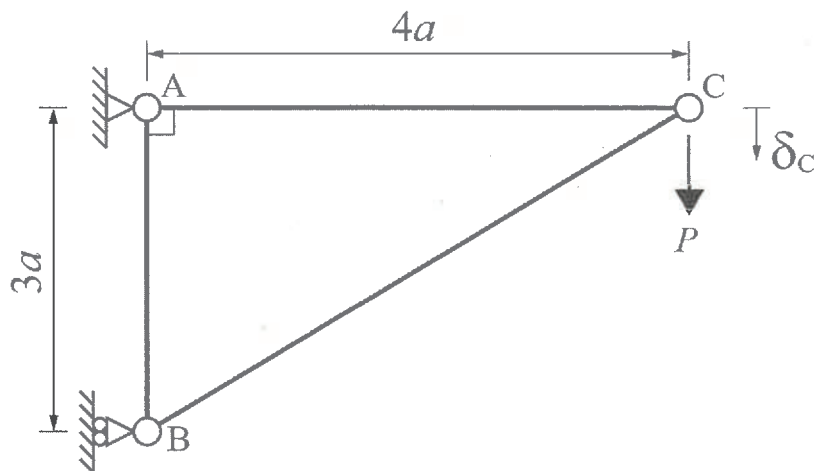


Fig. 2.1

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



(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

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, 点Aを完全固定, 点Bを単純支持されたはりがある。点Bには, モーメント $\bar{M}$ が作用している。はりのヤング率, 断面2次モーメントおよび長さは, それぞれ $E, I, L$ 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) 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。

Question 3 As shown in Fig. 3.1, a beam is rigidly clamped at the point A, simply supported at the point B. A moment  $\bar{M}$  is applied to the point B. Young's modulus, the moment of inertia of area and length of the beam are denoted as  $E, I$  and  $L$ , respectively. Answer the following questions about the beam.

- (1) Draw the free body diagram of the beam AB.
- (2) Determine all reactions.
- (3) Draw the bending moment diagram. Note that the specific values should be described in the figure.

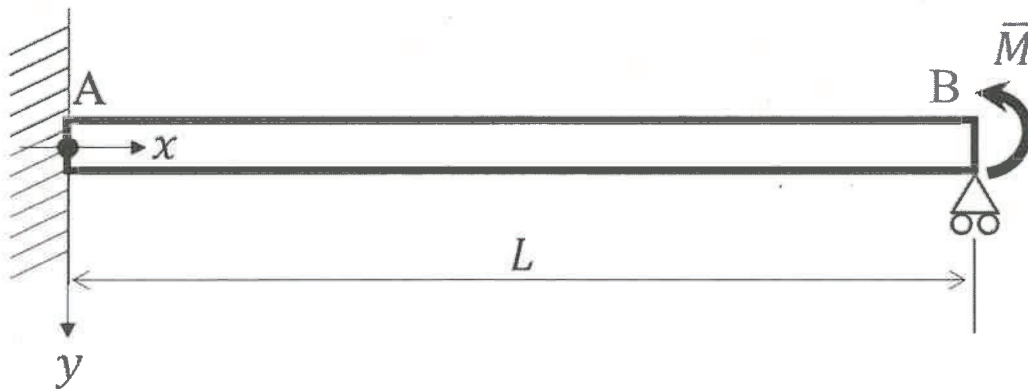


Fig. 3.1