

## 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)

論理・数学	論理・数学	論理・数学	論理・数学
(1)			
(2) $\sqrt{4-x^2}$			
(3) $+$ $=$			
(4) $= -4 -5 -2$ $1$			
(5) $=$ $B=i+$ き $\times \times$			
$da$			
$=$			
of			
$=$ $\times \times$			

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。

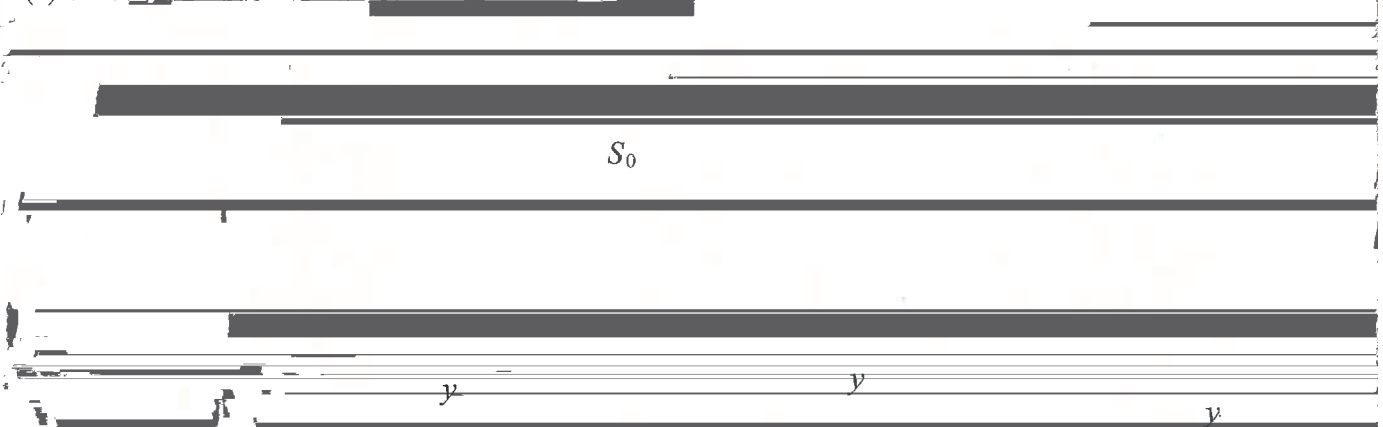


Fig. 2.1

Entrance Examination Booklet (General Selection)

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

$$\begin{cases} x = \\ y = \\ z = \end{cases} = \leq \leq \leq \eta \leq \quad (2.3)$$

$z$

$S_0$

$\mathbf{n}_1$  of the circular cone  $S_1$

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

- (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 mass of the object  $V$  by performing the integration on the left side of eq. (2.1)

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
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

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。

Blank area for the student's answer, containing horizontal lines and some faint markings.

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  $m$  の粒子が水平面上を、定常速度  $v$  で運動している。このとき、粒子の運動エネルギーは、 $\frac{1}{2}mv^2$  である。このとき、粒子の運動エネルギーを  $E$  とし、 $E$  の値を求めよ。

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。

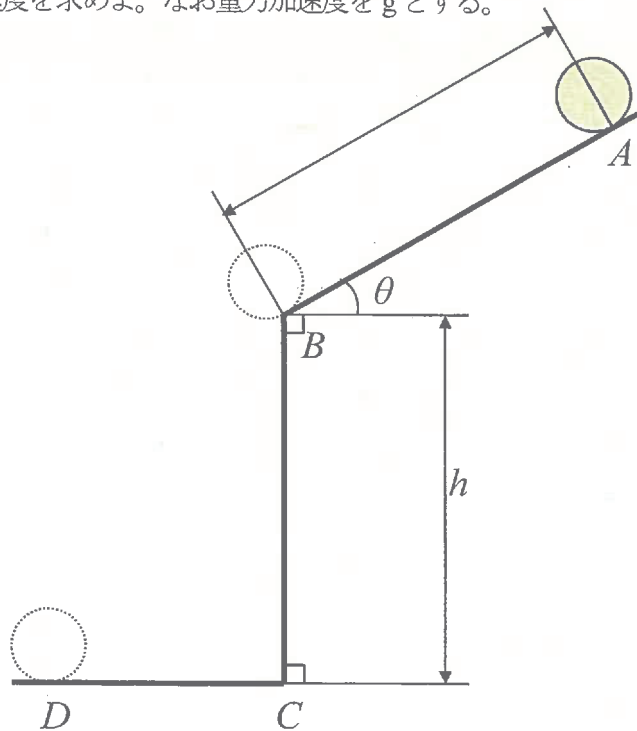


Fig. 2.1

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

(2023年8月24日実施 / August 24,

論議機要槽情工学

物理学

力学

長さ

$l, m)$

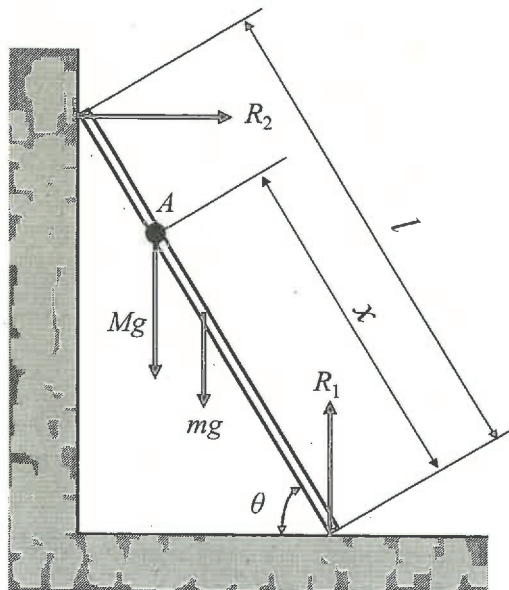


Fig. 3.1



# 問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course) Hiroshima University



- (1)
- (2)
- (3)
- (4)
- (5)
- (6)
- (7)
- (8)
- (9)

Entrance Examination Booklet (General Selection)

## Question Sheets

(2023年8月24日実施 August 24, 2023)

試験 科目	輸送機器環境工学 (専門科目 II)	プログラム	輸送・環境システムプログラム Transportation and	受験番号	
----------	-----------------------	-------	--------------------------------------	------	--

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	輸送機器環境工学 (専門科目Ⅱ)	プログラム	輸送・環境システムプログラム Transportation and	受験番号	M
(ρ <sub>s</sub> < ρ <sub>w</sub> ), W					
d) こ					
=					
ン					
う					
Floating body X					
ρ <sub>w</sub>					

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
-----------------	--	------------------	--	------------------------------	---

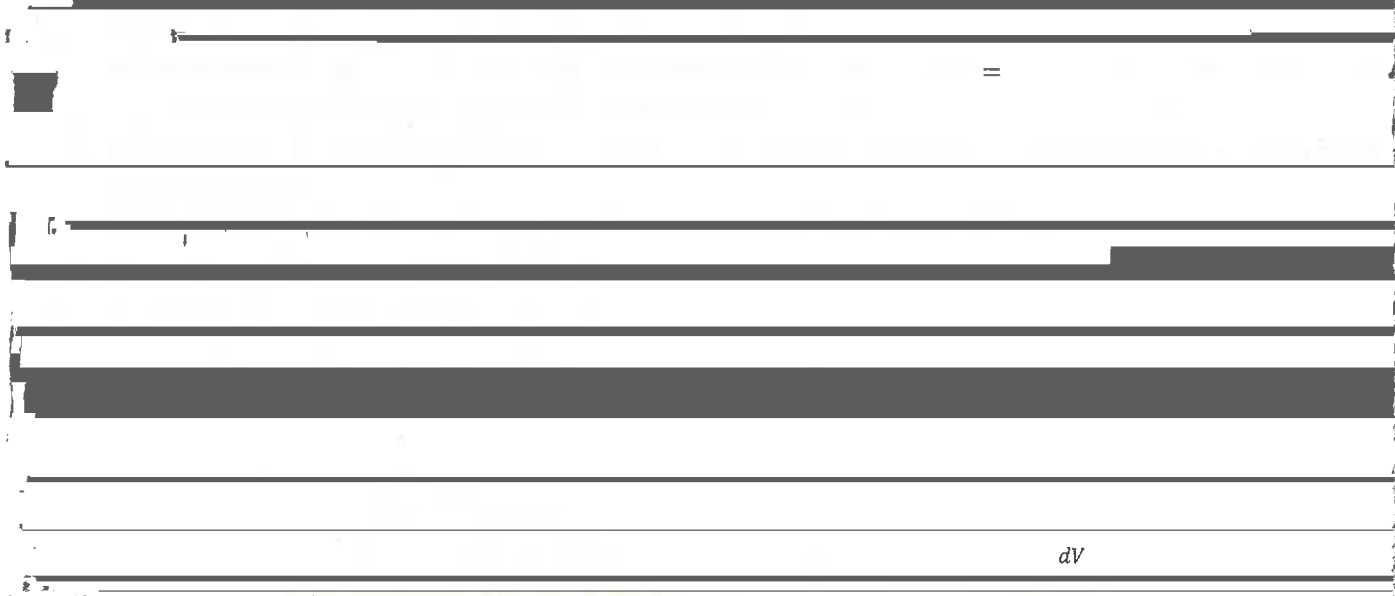
流体力学  
Fluid Mechanics

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  $Y$ .

$H$

(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  $Y$

Fig. 1.3

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 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



Fig. 2.1

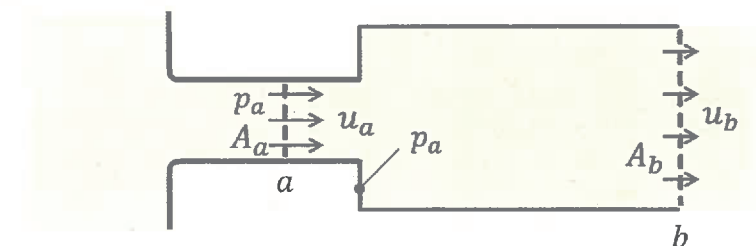
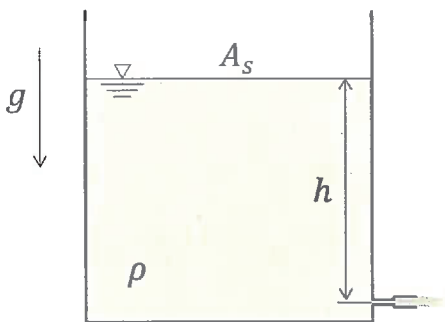
次ページへ続く。 Continued on the following page.

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

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.



ここで  $\eta =$

こ

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) 停滞点の位置  $(x, y)$  を求めよ。

(b)  $x = 0$  かつ  $y = (0, -a)$  のとき、

(3.1)

(3.2)

(3.3)

(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.

材料力学  
 Material and Structural Mechanics

があり,

しく

こ

く

(1)

(2023年8月24日実施 / August 24, 2023)

(2)試験 (3)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
---------------------------	--	------------------	--	------------------------------	---

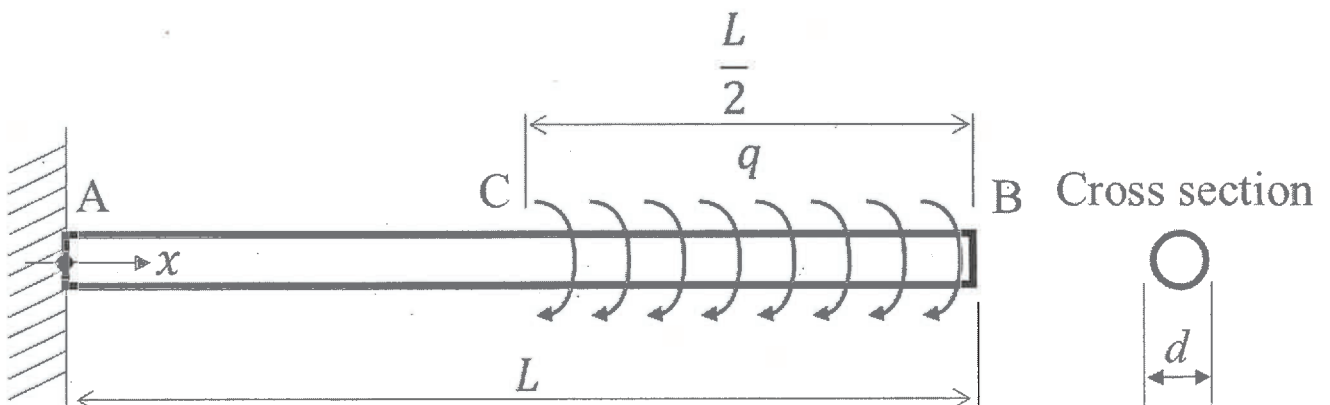


Fig. 1.1

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 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.

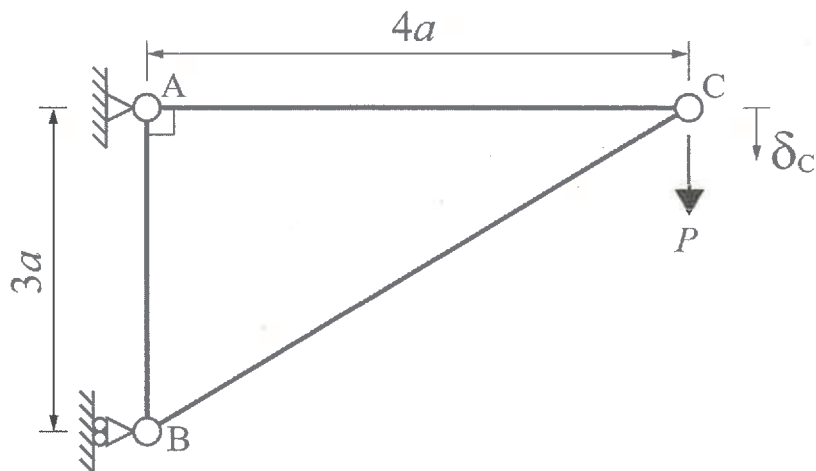


Fig. 2.1

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



り ん る。

り

り

と。

(1)

(2)

(3)

(1)

(2)

(3)

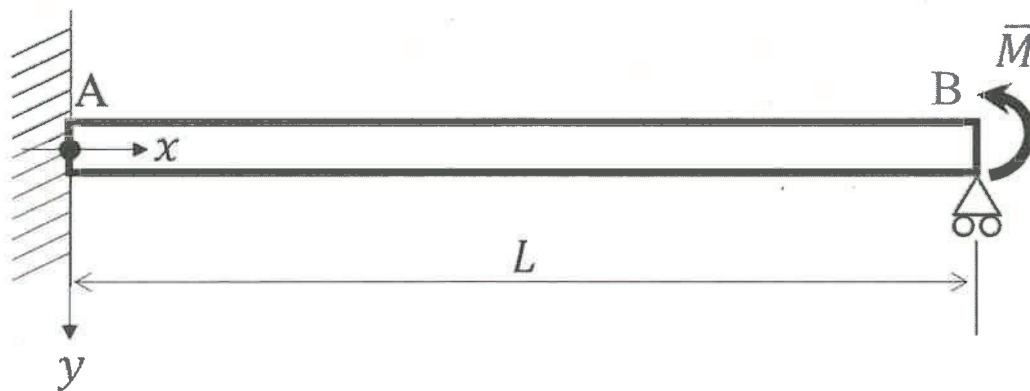


Fig.3.1