

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。

- (1) 不定積分 $\int (x+2)\sqrt{x+1} dx$ を求めよ。
- (2) 定積分 $\int_1^e \frac{2 \log x}{x^2} dx$ を求めよ。
- (3) 常微分方程式 $\cos x \frac{dy}{dx} = 3y \sin x$ の一般解を求めよ。
- (4) $A = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 1 \\ -1 & -3 & -1 \\ -4 & -4 & -3 \end{bmatrix}$ のとき, A の固有値と固有ベクトルを求めよ。
- (5) $A = 2i - 2j + k$, $B = i + 2j + 2k$, $C = -2i + j + 3k$ 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.

- (1) Find the indefinite integral $\int (x+2)\sqrt{x+1} dx$.
- (2) Find the integral $\int_1^e \frac{2 \log x}{x^2} dx$.
- (3) Find the general solution for the ordinary differential equation $\cos x \frac{dy}{dx} = 3y \sin x$.
- (4) When $A = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 1 \\ -1 & -3 & -1 \\ -4 & -4 & -3 \end{bmatrix}$, find the eigenvalues and eigenvectors of A .
- (5) 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。

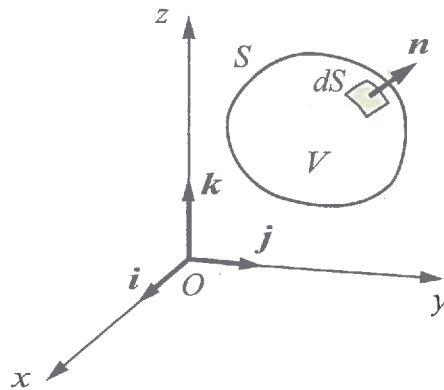


Fig. 2.1

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

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.

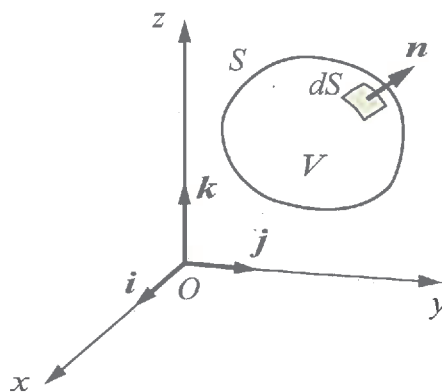


Fig. 2.1

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 $y(t)$:

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

(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: θ) 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 μ' 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: θ), 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 μ' . 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.

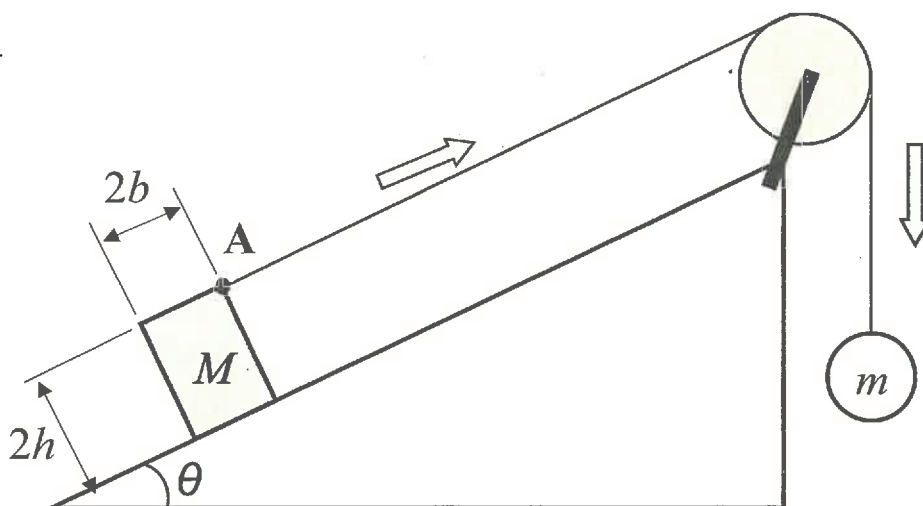


Fig. 1.1

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 $dE/dt \leq 0$.

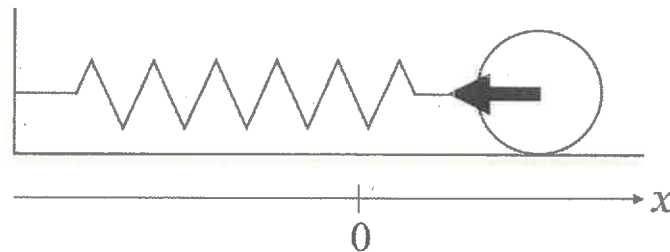


Fig. 2.1

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 $M\kappa^2$ (κ 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 ω 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 ω 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 ω 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 κ 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 ω , respectively. Then, answer the following questions.

- (1) Obtain the motion equations with respect to v and ω .
- (2) Obtain the relationship between v and ω 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 $\kappa/a \gg 1$.

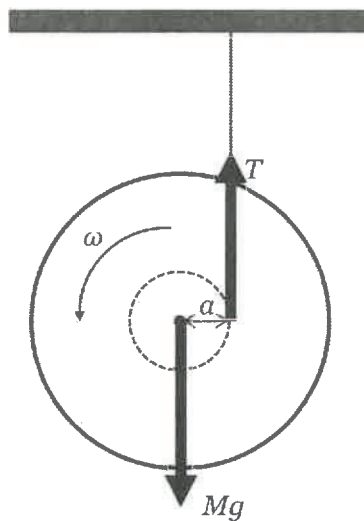


Fig. 3.1