

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 ξ, η 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。

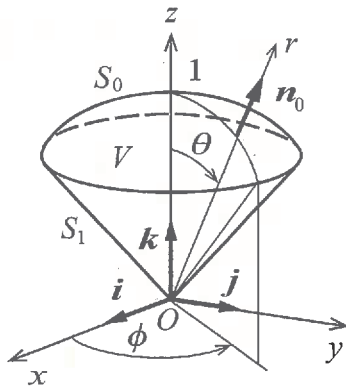


Fig. 2.1

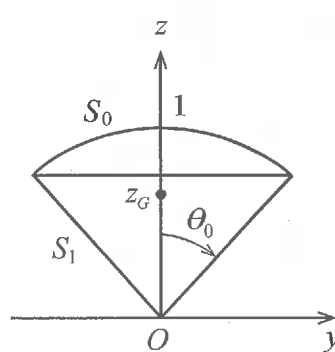


Fig. 2.2

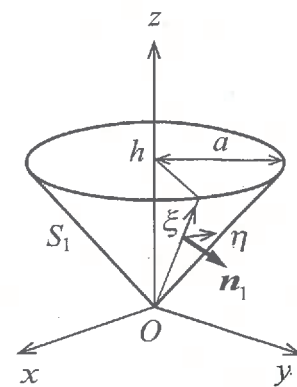


Fig. 2.3

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 ξ and η 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).

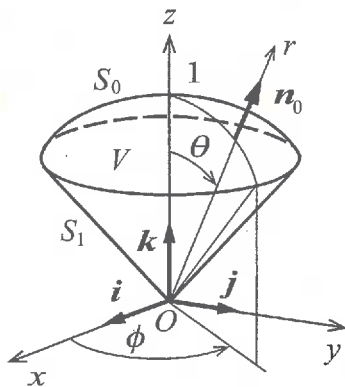


Fig. 2.1

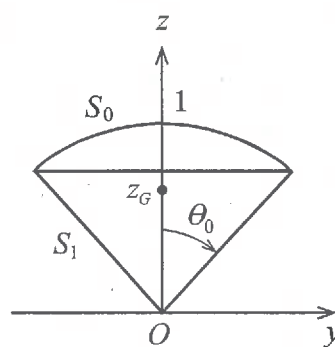


Fig. 2.2

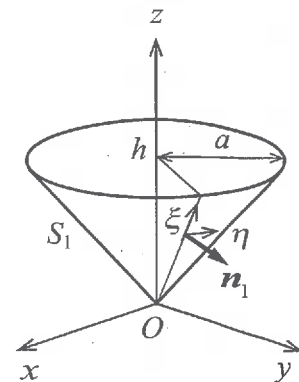


Fig. 2.3

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, γ, ω 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。 λ 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, γ and ω 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 $\mathcal{L}[e^{-\lambda t} f(t)] = F(s + \lambda)$. λ 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 $\gamma > 1$.

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

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: θ) 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: θ), 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 .

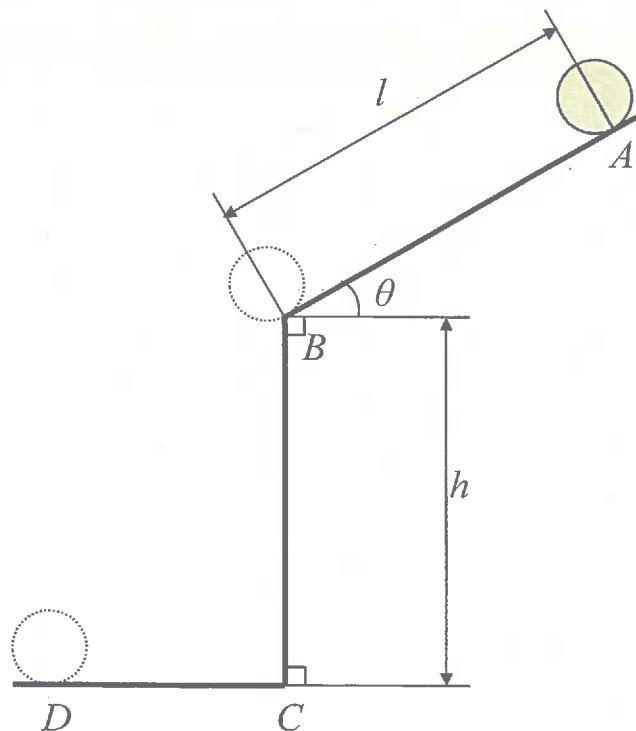


Fig. 2.1

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 θ 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 μ 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 θ . 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 μ , and the coefficient of static friction between the ladder and the wall is also μ . 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 .

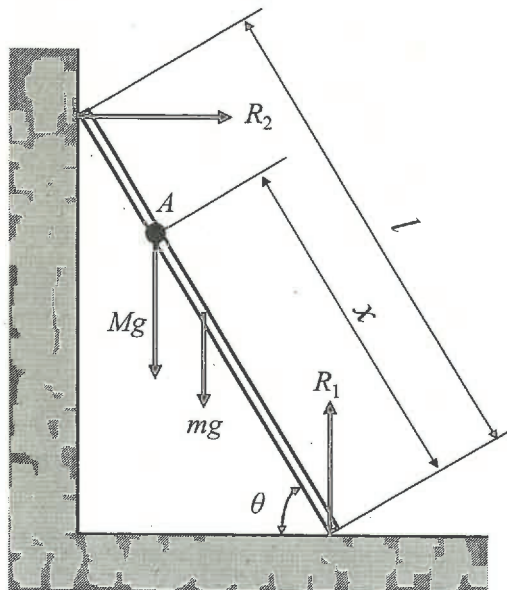


Fig. 3.1