

- (1) < い。
- (2)
- (3) し < い
- (4) に同取

2022 年 10 月, 2023 年 4 月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 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)

(2022 年 8 月 25 日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	機械工学(専門科目 I) Mechanical Engineering I	プログラム Program	機械工学 Mechanical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---

**[問題用紙]**

**I - 1 (数学) (Mathematics) [1/3]**

問題 1 (Question 1)

1. 行列  $A = \begin{pmatrix} -2 & -4 & 2 \\ -2 & 1 & 2 \\ 4 & 2 & 5 \end{pmatrix}$  について以下の問いに答えよ。

(a) ベクトル  $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} 1 \\ 6 \\ 16 \end{pmatrix}$  が行列  $A$  の固有ベクトルのひとつであることを示し, 対応する固有値を求めよ。

(b) 行列  $A$  の他の二つの固有値と対応する固有ベクトルを求めよ。

(c) 行列  $A$  を対角化せよ。

2. ベクトル  $\mathbf{b}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ -1 \end{pmatrix}$ ,  $\mathbf{b}_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{pmatrix}$ ,  $\mathbf{b}_3 = \begin{pmatrix} 5 \\ b^2 \\ 0 \end{pmatrix}$  が一次独立であるときの実数  $b$  の条件を求めよ。

1. Answer the following questions about the matrix  $A = \begin{pmatrix} -2 & -4 & 2 \\ -2 & 1 & 2 \\ 4 & 2 & 5 \end{pmatrix}$ .

(a) Show that  $\mathbf{x} = \begin{pmatrix} 1 \\ 6 \\ 16 \end{pmatrix}$  is one of the eigenvectors for the matrix  $A$ , and find the corresponding eigenvalue.

(b) Find other two eigenvalues and the corresponding eigenvectors for the matrix  $A$ .

(c) Diagonalize the matrix  $A$ .

2. Find the condition on the real number  $b$  when vectors  $\mathbf{b}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ -1 \end{pmatrix}$ ,  $\mathbf{b}_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{pmatrix}$  and  $\mathbf{b}_3 = \begin{pmatrix} 5 \\ b^2 \\ 0 \end{pmatrix}$  are linearly independent.

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	機械工学(専門科目 I) Mechanical Engineering I	プログラム Program	機械工学 Mechanical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---

[問題用紙]

I - 1 (数学) (Mathematics) [2/3]

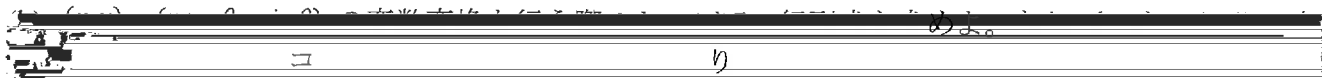
問題 2 (Question 2)

領域  $D = \{x^2 + y^2 \leq 1\}$  上の 2 重積分,

$$I = \iint_D \frac{\ln(x^2 + y^2)}{\sqrt{x^2 + y^2}} dx dy$$

について, 以下の問いに答えよ。

(a) 積分領域を  $x$ - $y$  平面図に示し, その領域にハッチングをつけ, かつ  $x$ ,  $y$  軸上の数値を記入せよ。



$$J = \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial \theta} \\ \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \theta} \end{vmatrix}$$

(c) 2 重積分  $I$  を求めよ。

Answer the following questions about the double integral  $I$  on the region  $D = \{x^2 + y^2 \leq 1\}$ .

$$I = \iint_D \frac{\ln(x^2 + y^2)}{\sqrt{x^2 + y^2}} dx dy$$

(a) Show and hatch the domain of the integral at the  $x$ - $y$  plane and express numerical values on the  $x$  and  $y$  axes.

(b) Convert the variables with  $(x, y) = (r \cos \theta, r \sin \theta)$ , then calculate the Jacobian determinant,  $J$ . Note that the Jacobian determinant can be written by the following formula for the coordinate transformation,  $(x, y) \rightarrow (r, \theta)$ .

$$J = \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial \theta} \\ \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \theta} \end{vmatrix}$$

(c) Calculate the double integral  $I$ .

2022 年 10 月, 2023 年 4 月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 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)

(2022 年 8 月 25 日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	機械工学(専門科目 I) Mechanical Engineering I	プログラム Program	機械工学 Mechanical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---

**[問題用紙]**

**I - 1 (数学) (Mathematics) [3/3]**

問題 3 (Question 3)

関数  $f(x)$  について

$$f'(x) + f'(y) = f'(x + y) + xy \quad (1)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f'(x)}{x} = 3 \quad (2)$$

が成立するとき以下の問いに答えよ。

- (a)  $f'(0)$  を求めよ。
- (b) 式(1)が  $y = dx$  についても成立することを考慮して  $f(x)$  に関する微分方程式を求めよ。
- (c)  $f(x)$  を求めよ。

When a function  $f(x)$  satisfies

$$f'(x) + f'(y) = f'(x + y) + xy \quad (1)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f'(x)}{x} = 3 \quad (2)$$

, answer the following questions.

- (a) What is the value of  $f'(0)$ ?
- (b) Get the differential equation for  $f(x)$ , considering that Eq. (1) holds for  $y = dx$ .
- (c) Obtain  $f(x)$ .

【問題用紙】

I-2(材料力学)(Mechanics of Materials)[1/2]

問題1 (Question 1)

Fig. 1 に物体内にある微小要素 ABC に作用する応力成分を示す。平面応力状態において  $(x, y)$  座標系における応力成分を  $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$  とする。  $(x, y)$  座標系を  $(x', y')$  座標系を  $(x', y')$  座標系とする。  $(x', y')$  座標系における応力成分

を書け。

を書け。

表し。

$$\left( \begin{array}{c} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{array} \right)$$

分を  $\sigma_x, \tau_{xy}$  とする。なお、微小要素の厚さは単位長さとする。以下の問いに答えなさい。

- (1) 物体内にある微小要素 ABC における  $x$  方向の力の釣合いの式を導きなさい。
- (2) 物体内にある微小要素 ABC における  $y$  方向の力の釣合いの式を導きなさい。
- (3)  $\sigma_x, \tau_{xy}$  を  $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}, 2\theta$  を用いて  $\sigma_{x'}$  を表しなさい。
- (4) 以下の関係が成立することを示せ。

$$\tau_{xy} \frac{\sigma_x + \sigma_y}{4} + \tau_{xy}^2 = \frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2}{4} + \tau_{xy}^2$$

$y$

$\tau_{xy}$

Fig. 1

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)

広島大学大学院先進理工系科学研究科修士課程前期 (一般選抜) 前期科目入学試験問題

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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

い。

試験科目	機械工学(専門科目 I)	プログラム	機械工学	受験番号	
------	--------------	-------	------	------	--

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	機械工学(専門科目 I) Mechanical Engineering I	プログラム Program	機械工学 Mechanical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---

**[問題用紙]**

**I-3(機械力学)(Mechanical Vibrations)[1/2]**

問題 1 (Question 1)

Fig. 1a のような系を考える。質量の無視できる長さ  $R$  の固い棒が、床からの高さ  $H$  の位置に固定された回転関節に支持されている。棒の右端はばねダンパ要素の上端に接続されている。ばねダンパ要素の下端は床からの高さ  $X$  の位置にあり、それは直動モーターによって鉛直方向に動かすことができる。棒には関節からの距離  $A$  の位置に質量  $m$  の質点が固定されている。ばねダンパ要素の自然長は  $L$ 、ばね定数は  $k$ 、粘性係数は  $c$



- (1) 平衡状態において棒が水平になるように  $X$  が適切に固定されていると仮定する。
  - (1-a) 運動方程式を  $X$  を用いずに書け。
  - (1-b)  $X$  と  $A$  が満たす等式を示せ。
  - (1-c) 系の固有角振動数を求めよ。ただし、 $c$  は十分に小さいとする。

Fig. 1a のような系を考える。質量の無視できる長さ  $R$  の固い棒が、床からの高さ  $H$  の位置に固定された回転関節に支持されている。棒の右端はばねダンパ要素の上端に接続されている。ばねダンパ要素の下端は床からの高さ  $X$  の位置にあり、それは直動モーターによって鉛直方向に動かすことができる。棒には関節からの距離  $A$  の位置に質量  $m$  の質点が固定されている。ばねダンパ要素の自然長は  $L$ 、ばね定数は  $k$ 、粘性係数は  $c$

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

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	機械工学(専門科目 I) Mechanical Engineering I	プログラム Program	機械工学 Mechanical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M	(質量)
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---	------

【問題用紙】

I-3(機械力学)(Mechanical Vibrations)[2/2]

問題 2 (Question 2)

Fig. 2 に示すように, X・Y 方向それぞれ 2 つのばねで支持された, 辺の長さ  $6h$  の一様な正方形の板  $M$  の運動について考える。板の運動は XY 面内に拘束されているとする。板の重心 G の X・Y 方向の変位を  $(x, y)$ , 回転角度を  $\theta$  とし, Fig. 2 に示す方向を正とする。板が平衡状態にあるとき,  $(x, y) = (0, 0)$ ,  $\theta = 0$  であるとする。4 つのばねは平衡状態において Fig. 2 に示す位置につながれており, ばね定数はすべて  $k$  である。  $x$  と  $y$  は十分に小さいと仮定し, ばねは X 軸方向あるいは Y 軸方向のいずれかにのみ力を生じる。また,  $\theta$  も十分に小さく,  $\sin \theta \approx \theta$  および  $\cos \theta \approx 1$  が成立する。次の問いに答えよ。

(4) 板の重心回りの慣性モーメントは  $6Mh^2$  であることを示せ。

この系の運動方程式は次の 3 つの式で表されることを示せ。

(5) 
$$M\ddot{x} + 2kx - kh\theta = 0, \quad M\ddot{y} + 2ky = 0, \quad 6Mh^2\ddot{\theta} + 7kh^2\theta - khx = 0$$

この系の固有角振動数をすべて求めよ。

初期条件を  $(x, y) = (ah, 0)$ ,  $\theta = a$ ,  $\dot{x} = \dot{y} = 0$ ,  $\dot{\theta} = 0$  としたとき,  $x$ ,  $y$ , および  $\theta$  の時間変化のグラフの概形を描け。ただし,  $a$  は十分に小さい正の実数であるとする。

最も低い固有角振動数の振動モードにおいて, 板上に動かない点が存在する。その点の位置を答えよ。

As shown in Fig. 2, a uniform square plate with the mass  $M$  and the edge length  $6h$  is supported by two springs in each of the X and Y directions. Its motion is restricted to the XY plane. The position of its center of mass, G, is denoted by  $(x, y)$ , and its orientation is denoted by  $\theta$ , which is measured positive in the direction shown in Fig. 2. When the plate is in the equilibrium,  $(x, y) = (0, 0)$  and  $\theta = 0$  are satisfied. The four springs are connected to the plate at the positions shown in Fig. 2 in the equilibrium, and their





2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目	機械工学(金属材料)	受験番号
------	------------	------

(Question 1)

(b)

$$\frac{C_0 - C}{C_0 - C_i} = \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right) \quad (1)$$

$$D_\alpha = 8 \times 10^{-7} \exp\left\{\frac{-75.66 \text{ kJ/mol}}{RT}\right\} \text{ m}^2/\text{s} \quad (2)$$

$$D_\gamma = 2 \times 10^{-5} \exp\left\{\frac{-141.28 \text{ kJ/mol}}{RT}\right\} \text{ m}^2/\text{s} \quad (3)$$

(1-4) 式(1)の関係は、何の法則に従うか。

(1-1) Explain the following terms, (a) segregation in solidification, (b) Burgers vector, (c) lever rule, (d) critical shear stress, (e) activity coefficient

(1-2) Indicate both a coordination number in fcc and bcc, and numbers of atoms in their unit cells.

(1-3) The diffusion of material (initial concentration :  $C_i$ ) into a semi-infinite solid is represented by Eq.(1). Determine carburizing time (min) showing 0.8mass% C in the position of 0.3mm-depth, using a carbon steel with 0.3mass% C. Carburizing temperature ( $T$ ) is 1223K and carbon concentration on the surface is 1.4mass%.

$$\frac{C_0 - C}{C_0 - C_i} = \operatorname{erf}\left(\frac{x}{2\sqrt{Dt}}\right) \quad (1)$$

where,  $x, t$  and  $D$  are distance, exposed time and diffusion coefficient, respectively.

$C_0$  and  $C_i$  are concentrations in  $x$  of 0 and  $\infty$ , respectively.

$R (=8.31451 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}))$  is gas constant. Calculate the value by linear completion using Table 1.  $D_\alpha$  and  $D_\gamma$  in  $\alpha$  and  $\gamma$  phases are represented by Eqs.(2) and (3), respectively.

$$D_\alpha = 8 \times 10^{-7} \exp\left\{\frac{-75.66 \text{ kJ/mol}}{RT}\right\} \text{ m}^2/\text{s} \quad (2)$$

$$D_\gamma = 2 \times 10^{-5} \exp\left\{\frac{-141.28 \text{ kJ/mol}}{RT}\right\} \text{ m}^2/\text{s} \quad (3)$$

(1-4) What law does equation (1) obey?

Table 1 誤差関数 Error function

$z$	$\operatorname{erf}(z)$	$z$	$\operatorname{erf}(z)$
0	0	0.90	0.797 0
0.025	0.028 2	0.95	0.820 9
0.05	0.056 4	1.0	0.842 7
0.10	0.112 5	1.1	0.880 2
0.15	0.168 0	1.2	0.910 3
0.20	0.222 7	1.3	0.934 0
0.25	0.276 3	1.4	0.952 3
0.30	0.328 6	1.5	0.966 1
0.35	0.379 4	1.6	0.976 3

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目 Subject	機械工学(専門科目Ⅱ) Mechanical Engineering II	プログラム Program	機械工学 Mechanical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---

[問題用紙]

Ⅱ-1 (機械材料) (Mechanical Materials) [2/2]

問題2 (Question 2)

Fig.1 は Fe-C 二元系状態図の一部を示している。

以下の問いに答えよ。

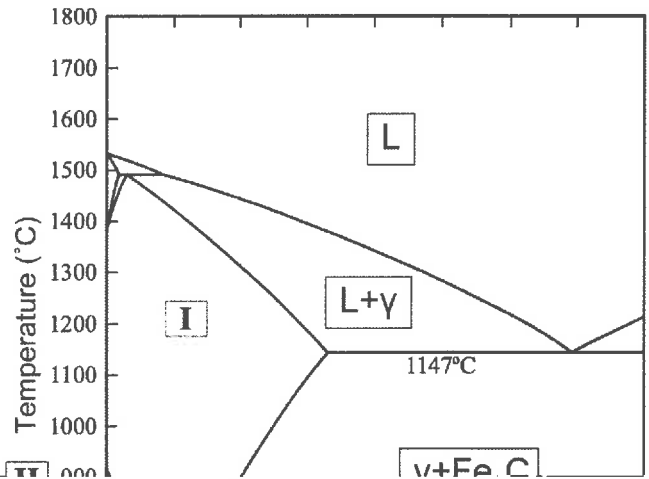
Figure 1 shows the part of Fe-C binary phase diagram.

Answer the following problems.

(1) Fig.1 中の I~IV に示される領域に現れる相は, それぞれ何か答えよ。

(1) Describe the phases of regions I~IV in Fig.1.

(2) C 量が 0.15 mass% の鋼を 1000 °C まで加熱した後, 室温まで非常にゆっくりと冷却した場合の組織変化について,  $A_3$  変態温度および  $A_1$  変態温度に関連させて



2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

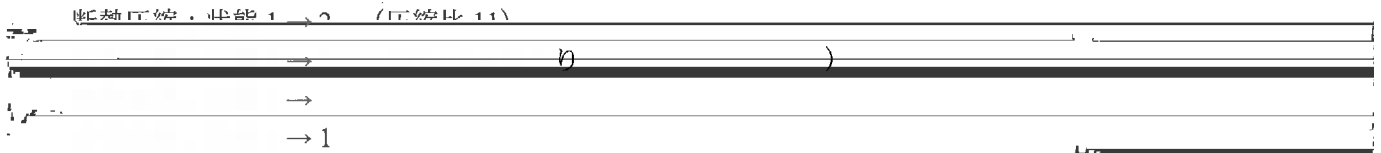
試験科目 Subject	機械工学(専門科目Ⅱ) Mechanical Engineering II	プログラム Program	機械工学 Mechanical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---

**[問題用紙]**

**Ⅱ-2(熱力学)(Thermodynamics)[1/2]**

**問題 1 (Question 1)**

ある熱機関を考える。動作流体が空気で、次の4つの可逆過程を行うものとする。



断熱圧縮過程前の空気の初期温度  $T_1$  は 350 K, 初期圧力  $p_1$  は 0.1 MPa であった。空気は理想気体として扱えるものとして、以下の設問に答えよ。但し、空気の気体定数は  $0.287 \text{ kJ}/(\text{K}\cdot\text{kg})$ , 比熱比は 1.4 とする。

- (a) このサイクルを定性的に  $p-v$  面上に描け。但し  $p, v$  はそれぞれ圧力, 比体積である。
- (b) 断熱圧縮後の温度  $T_2$  と圧力  $p_2$  を求めよ。
- (c) 断熱圧縮過程で空気 1 kg を圧縮するのに要する仕事を求めよ。
- (d) 定容加熱後の温度  $T_3$  と圧力  $p_3$  を求めよ。
- (e) 定容加熱過程における比エントロピーの変化  $\Delta s_{23}$  を求めよ。

Consider a heat engine, where the working fluid is air. It consists of the following reversible four processes:

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| Adiabatic compression   | state 1 $\rightarrow$ 2 (Compression ratio is 11)                              |
| Constant-volume heating | state 2 $\rightarrow$ 3 (The heat of 800 kJ is transferred to 1 kg of the air) |
| Adiabatic expansion     | state 3 $\rightarrow$ 4  |
| Constant-volume cooling | state 4 $\rightarrow$ 1  |

At the beginning of the adiabatic compression process, the initial temperature  $T_1$  and pressure  $p_1$  of the air are 350 K and 0.1 MPa, respectively. Treating the air as an ideal gas, answer the following questions. Here, the gas constant and the specific-heat ratio of the air are  $0.287 \text{ kJ}/(\text{K}\cdot\text{kg})$  and 1.4, respectively.

- (a) Draw the cycle on the  $p-v$  plane qualitatively, where  $p$  and  $v$  denote the pressure and the specific volume, respectively.
- (b) Calculate the temperature  $T_2$  and pressure  $p_2$  of the state 2.
- (c) Calculate the required work to compress 1 kg of the air during the adiabatic compression process.
- (d) Calculate the temperature  $T_3$  and pressure  $p_3$  of the state 3.
- (e) Calculate the change of the specific entropy  $\Delta s_{23}$  during the constant-volume heating process.



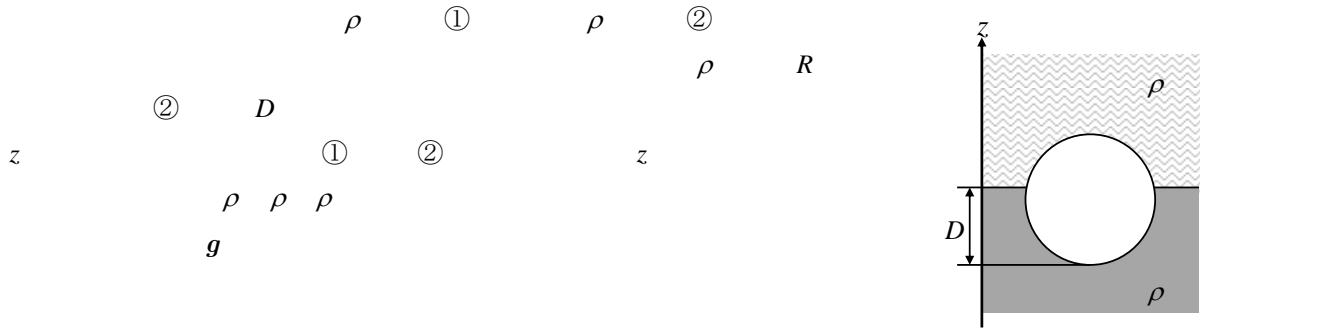


( 年 月 日実施 )

試験科目	機械工学(専門科目Ⅱ)	プログラム	機械工学	受験番号	
------	-------------	-------	------	------	--

Fluid Mechanics 2/2

2 Question 2



$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \mathbf{g}$$

$\mathbf{u} \quad \rho \quad p \quad \mathbf{g}$

$z \quad p z$

$z$

①内の

$p$

$V$

②

$z$

$p z$

$F \quad V \quad V$

$\rho \quad \rho$

①内の

$V$

②

$V \quad D \quad R$

$\rho \quad \rho \quad \rho \quad D$

$R$

①

$\rho$

②

$\rho$

②

$D$

$z$

$\rho$

$R$

①

②

$z$

$\rho \quad \rho \quad \rho$

$\mathbf{g}$

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p + \mathbf{g}$$

$\mathbf{u} \quad \rho \quad p \quad \mathbf{g}$

$z \quad p z$

$p \quad z$

$z$

$p z$

①

②

$F$

$V \quad V \quad \rho \quad \rho$

①

②

$V$

$V$

①  $V$

②  $V$

$D \quad R$

$\rho$

$\rho \quad \rho \quad D \quad R$

2022年10月, 2023年4月入学 (October 2022 and April 2023 Admission)  
 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)

(2022年8月25日実施 / August 25, 2022)

試験科目	機械工学(専門科目Ⅱ)	プログラム	機械工学	受験番号 Examinee's	M
------	-------------	-------	------	--------------------	---

以下の問いに答えよ。

二 つぎの微分方程式を考える。

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + \dots \quad \angle y(t) = u(t), \quad y(0) = \dots = 0$$

(a)  $u$  から  $y$

(b)  $u(t) = \dots$  について解け。

(c)  $u(t) = \dots$

Answer the following questions.

1. Consider the following differential equation.

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + \dots = \frac{dy(t)}{dt} = \dots$$

$\geq$

(a)

(b)

$=$

$=$

$\geq$

$=$

$y(t) =$

$-$

$\geq$

$G(s)$ .



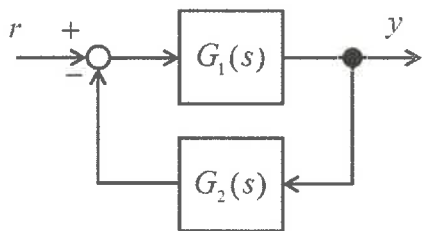


Fig. 1 Feedback system

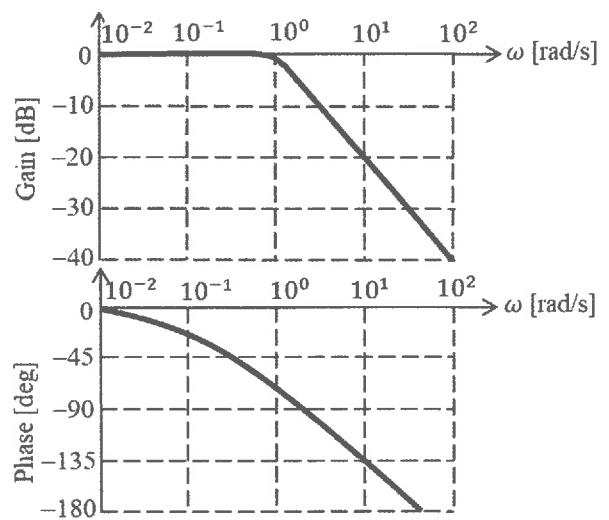
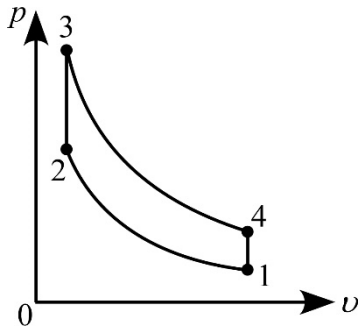


Fig. 2 Bode diagram of  $G_1$



$$= \frac{p_3}{v_3} \times \frac{v_3}{v_2} = \frac{p_3}{v_2} = \frac{p_2}{v_2} \times \frac{v_2}{v_1} = \frac{p_2}{v_1}$$

$$v_2 (p_2 - p_1) = \frac{p_2}{\gamma} \times (v_2 - v_1) =$$

$$v_1 (p_3 - p_1) = \frac{p_3}{\gamma} \times (v_1 - v_3) =$$

$$= \frac{p_2}{v_2} \times \frac{v_2}{v_1} \times (v_2 - v_1) =$$

$$= \frac{p_2}{v_1} (v_2 - v_1) =$$

$$= \frac{p_3}{v_3} \times \frac{v_3}{v_1} \times (v_1 - v_3) =$$

$$= \frac{p_3}{v_1} (v_1 - v_3) =$$

$$\Delta W = \int_{v_1}^{v_2} \frac{p}{\gamma} dv = \frac{p_2}{\gamma} (v_2 - v_1) = \frac{p_3}{\gamma} (v_1 - v_3) \quad / ( \cdot )$$

$$= \frac{p_2}{\gamma} (v_2 - v_1) \approx \frac{p_2}{\gamma} (v_2 - v_1) = \frac{p_2}{\gamma} \frac{v_2 - v_1}{v_2 - v_1} =$$

$$= \frac{p_3}{\gamma} (v_1 - v_3) \approx \frac{p_3}{\gamma} (v_1 - v_3) = \frac{p_3}{\gamma} \frac{v_1 - v_3}{v_1 - v_3} =$$

$$\Rightarrow \int_{v_1}^{v_2} \frac{p}{\gamma} dv = \int_{v_1}^{v_2} \frac{p}{\gamma} dv \Rightarrow \frac{p}{\gamma} (v_2 - v_1)$$

$$= \left[ \frac{p}{\gamma} (v_2 - v_1) \right] = \frac{p_2}{\gamma} (v_2 - v_1) \times \left[ \frac{p_3}{\gamma} (v_1 - v_3) \right] =$$

流体力学

年 月実施の入試問題の略解

問題

$$v = \frac{\dots}{\pi(\dots)} = \dots / , v = \frac{\dots}{\pi(\dots)} = \dots / \circ$$

ベルヌーイの式を使い,  $\dots = +\rho(v - v) = \dots \circ$

$$= +\rho(v - v) =$$

~~軸方向の運動量保存則より,~~  $(\rho v)\pi - (\dots)(\dots) -$