

2025 年 10 月, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 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

問題用紙

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

Question Sheets

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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

試験時間 : 09 時 00 分 ~ 12 時 00 分 (Examination Time : From 09:00 to 12:00)

受験上の注意事項

- (1) 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。
- (2) 問題用紙は表紙を含み 8 枚あります。
- (3) 本表紙およびすべての問題用紙に受験番号を記入してください。
- (4) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。

Notices

- (1) This booklet consists of only question sheets. Use another booklet for answers.
- (2) This booklet consists of eight (8) sheets including this front sheet.
- (3) Fill in your examinee's number in all sheets including this front sheet.
- (4) Return these question sheets together with the answer sheets.

2025 年 10 月, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 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)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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 $A = \frac{1}{6} \begin{pmatrix} a+2 & -2a+2 \\ -a+1 & 2a+1 \end{pmatrix}$ について以下の問いに答えよ。ただし a は実数である。

- 行列 A の固有値を求めよ。
- 行列 A の固有値のひとつが 1 であるとき, a の値を求めよ。
- 上記(b)の条件下ですべての固有値と対応する固有ベクトルをそれぞれ示せ。
- 上記(b)の条件下で $\lim_{n \rightarrow \infty} A^n$ を求めよ。 n は正の整数である。

2. 次の連立一次方程式を Cramer の公式を用いて解け。

$$\begin{cases} x + y + z = 6 \\ 2x - y + z = 3 \\ x - y + 2z = 5 \end{cases}$$

1. Answer the following questions about the matrix $A = \frac{1}{6} \begin{pmatrix} a+2 & -2a+2 \\ -a+1 & 2a+1 \end{pmatrix}$. Here a is a real number.

- Find the eigenvalues for the matrix A .
- Find the value of a when one of the eigenvalues for the matrix A is 1.
- Show all the eigenvalues and the associated eigenvectors under the above condition (b).
- Calculate $\lim_{n \rightarrow \infty} A^n$ under the above condition (b). Here n is a positive integer number.

2. Solve the following simultaneous linear equations using Cramer's formula.

$$\begin{cases} x + y + z = 6 \\ 2x - y + z = 3 \\ x - y + 2z = 5 \end{cases}$$

2025 年 10 月, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 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)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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 $D = \{0 \leq x \leq y \leq 1\}$ 上の 2 重積分,

$$I = \iint_D \frac{1}{x+y^2} dx dy$$

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。

(b) 2 重積分 I を求めよ。

Answer the following questions about the double integral I on the region $D = \{0 \leq x \leq y \leq 1\}$.

$$I = \iint_D \frac{1}{x+y^2} dx dy$$

(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) Calculate the double integral I .

2025 年 10 月, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 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)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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)

x の関数 y についての連立微分方程式 (1), (2) を解け。

$$\begin{cases} y'' - 5y' + 6y = 0 & (1) \\ y'' - 3y' + 2y = 0 & (2) \end{cases}$$

Solve the simultaneous differential equations (1) and (2) on the function y of x .

$$\begin{cases} y'' - 5y' + 6y = 0 & (1) \\ y'' - 3y' + 2y = 0 & (2) \end{cases}$$

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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-2(材料力学)(Mechanics of Materials)[1/2]

問題 1 (Question 1)

以下の問いに答えよ。解答に至る計算の過程も答案用紙に記述せよ。ただし、丸棒 I とテーパ付き丸棒 II のヤング率、線膨張係数および長さをそれぞれ E , α , $l/2$ とする。

1. 左端を剛体壁に固定された直径 d_0 の丸棒 I へ軸方向に直径が d_0 から $d_0/2$ まで直線的に変化するテーパ付き丸棒 II が固定されている。

(a) Fig. 1(a)のように荷重 P を加えたときの丸棒 I の伸び δ_1 を求めよ。

(b) 1.(a)のときのテーパ付き丸棒 II 中の微小長さ dx に生じる伸び $d\delta_2$ およびテーパ付き丸棒 II 全体の伸び δ_2 をそれぞれ求めよ。

(c) Fig. 1(b)のように丸棒 I だけ温度を ΔT 上昇させたとき、丸棒 I の伸び δ_{IT} を求めよ。

2. Fig. 1(c)のように丸棒 I とテーパ付き丸棒 II からなる組み合わせ棒の両端を剛体壁間に固定したのち丸棒 I だけ温度を ΔT 上昇させる。

(a) 棒材が受ける荷重 Q を求めよ。

(b) 点 C の軸方向の変位 δ_c を求めよ。

Answer the following questions. Describe also the calculation process in your answer sheet. Note that Young's modulus, coefficient of thermal expansion and length of the bars are E , α and $l/2$, respectively.

1. A round bar I with a diameter d_0 is fixed at the left end to a rigid wall. A tapered bar II whose diameter is changing from d_0 to $d_0/2$ linearly along the axis is fixed to the end of the round bar I.

(a) As shown in Fig. 1(a), when the axial load P acts on the bars, determine the elongation δ_I of the round bar I.

(b) In question 1(a), determine the elongation $d\delta_2$ of the element of infinitesimal length dx of the tapered bar II and the elongation δ_2 of the tapered bar II, respectively.

(c) As shown in Fig. 1(b), when only the temperature of the round bar I is risen by ΔT , determine the elongation δ_{IT} of the round bar I.

2. As shown in Fig. 1(c), after a combined bar of the round bar I and the tapered bar II is supported at the both ends by the rigid walls, only the temperature of the round bar I is risen by ΔT .

(a) Determine the axial load Q acting on the bars.

(b) Determine the displacement δ_c of the point C.

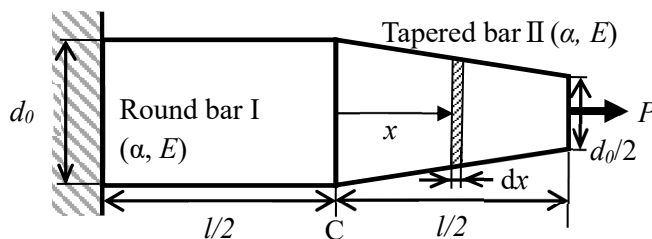


Fig. 1(a)

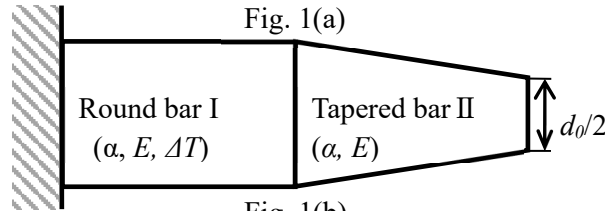


Fig. 1(b)

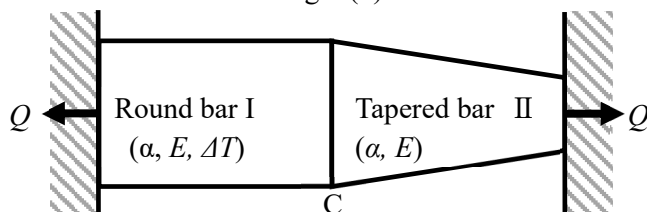


Fig. 1(c)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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-2(材料力学)(Mechanics of Materials)[2/2]

問題 2 (Question 2)

(1) 断面係数 Z , 極断面係数 Z_p を持つ軸に, 曲げモーメント M とねじりモーメント T が同時に作用する場合, 最大主応力 σ_1 と最大主せん断応力 τ_1 が, 以下で求められることを示せ。

$$\sigma_1 = \frac{1}{2Z} \left(M + \sqrt{M^2 + T^2} \right), \tau_1 = \frac{1}{Z_p} \sqrt{M^2 + T^2} \quad (i)$$

ここで, $Z_p = 2Z$ を満足するものとする。

Fig. 2 に示すような, ベルトに張力 T_1 と T_2 が作用する重さ W を持つ剛体のベルト車が右端 C で固定され, 2 つのベアリングで点 A と B が支持された軸を考える。なお, 軸の左端にはモーターを取り付け, 点 A おいて軸の長手方向回転のみを拘束する。また, 軸の断面は直径 d を持つ円形とし, ベルト車の直径を D , 軸受間の長さを l_1 , 右の軸受からベルト車の中心までの長さを l_2 , ベルトの傾き角を θ とする。以下の問いに答えよ。

- (2) Fig. 2 の側面図を考慮して, 軸とベルト車の中心に関するモーメントのつり合い式を記し, ねじりモーメント T を求めよ。
- (3) 軸の曲げモーメント線図を描き, 曲げモーメント M の最大値を求めよ。
- (4) 軸の Z_p と Z を d で表した上で, 式(i)より σ_1 と τ_1 を求めよ。
- (5) 降伏強度を σ_y , せん断降伏強度を τ_y , 安全率を f とし, 上記問いの結果を使用して, 軸が破損しない d の条件を求めよ。

(1) When bending moment M and torsional moment T act simultaneously on a shaft with section modulus Z and polar section modulus Z_p , show that the maximum principal stress σ_1 and maximum principal shear stress τ_1 can be calculated as follows.

$$\sigma_1 = \frac{1}{2Z} \left(M + \sqrt{M^2 + T^2} \right), \tau_1 = \frac{1}{Z_p} \sqrt{M^2 + T^2} \quad (i)$$

Here, it is assumed that $Z_p = 2Z$.

Consider a shaft with a rigid belt pulley of weight W fixed to its right end C as shown in Fig. 2. Tensions T_1 and T_2 are acting on the belt, and the shaft is supported by two bearings at points A and B. A motor is attached to the left end of the shaft, and only the axial rotation of the shaft is constrained at the point A. The cross section of the shaft is a circle with diameter d , the diameter of the belt pulley is D , the length between the bearings is l_1 , the length from the right bearing to the center of the belt pulley is l_2 , and the inclination angle of the belt with respect to the horizontal plane is θ .

- (2) Considering the side view of Fig. 2, write the balance equation of the moment about the center of the shaft and the belt pulley, and calculate the torsional moment T .
- (3) Draw the bending moment diagram of the shaft and find the maximum value M_{max} of the bending moment.
- (4) Express Z_p and Z of the shaft in terms of d , and then find σ_1 and τ_1 by using Eq. (i).
- (5) Find the conditions on d by using the results of the above problems as well as the yield strength σ_y , the shear yield strength τ_y , and the safety factor f to prevent a failure in the shaft.

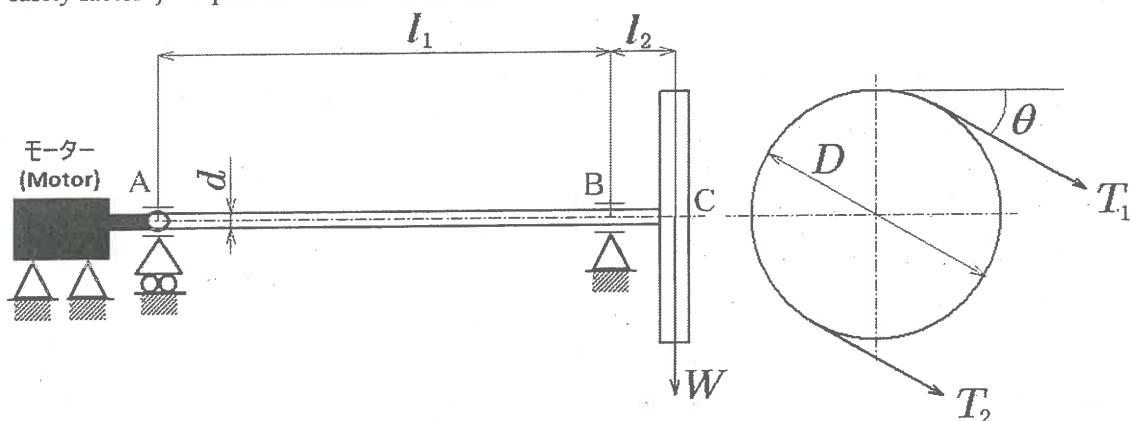


Fig. 2

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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. 1 の系を考える。物体 P および Q は水平な直線上を滑らかに動き、物体 P はばね A を介して左壁と接続されている。物体 P と物体 Q はばね B を介して接続され、物体 Q はばね C を介して右壁と接続されている。物体 P および Q の質量はともに m である。ばね A, B, および C のばね定数は、それぞれ k , $2k$, k である。物体 P および Q のそれぞれの平衡点からの変位を x および y とする。(すなわち、 $x = y = 0$, $\dot{x} = \dot{y} = 0$ であるときに系は平衡状態にある。) 以下の問いに答えよ。

- (1) この系の運動方程式を書け。
- (2) (1) の運動方程式の自由振動解を求めよ。
- (3) $m = 1$ kg であることが分かったとする。また、物体 P を軽く手で叩いたところ、物体 P の位置と物体 Q の位置の midpoint が角振動数 10 rad/s で自由振動したとする。 k を求めよ。(適切な単位を付けて答えよ。)

Consider the system illustrated in Fig. 1. The objects P and Q can move smoothly on a horizontal line, and the object P is connected to the left wall through the spring A. The objects P and Q are connected through the spring B, and the object Q is connected to the right wall through the spring C. The masses of the objects P and Q are both m . The spring constants of the springs A, B, and C are k , $2k$, and k , respectively. The displacements of the objects P and Q from their equilibrium positions are denoted by x and y , respectively. (That is, the system is in equilibrium when $x = y = 0$ and $\dot{x} = \dot{y} = 0$.)

- (1) Write the equation of motion of this system.
- (2) Find the free-vibration solution of the equation of motion obtained in (1).
- (3) Suppose that m was found to be 1 kg. Also suppose that, when the object P was lightly tapped by hand, the midpoint of the positions of the objects P and Q oscillated at an angular frequency of 10 rad/s. Find k and give your answer with the appropriate unit.

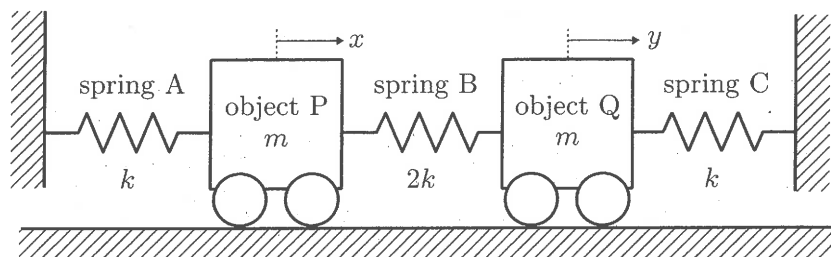


Fig. 1

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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)[2/2]

問題 2 (Question 2)

Fig. 2 の系を考える。一様な材質と厚さを持つ質量 m , 半径 R の剛体の円板が、図のように 4 本のばねで支持され、その運動が xy 面内に拘束されている。ばね A, B, C, および D は、円板の周を 4 分する点 P_1 , P_2 , P_3 , および P_4 にそれぞれ接続されている。円板の重心 G の x 方向, y 方向の変位をそれぞれ x および y とし、円板の回転角を θ とする。平衡状態において $x = y = 0$, $\theta = 0$ であり、点 P_1 と点 P_3 は x 軸上に、点 P_2 のと点 P_4 は y 軸上にある。 x , y , θ は微小であり、 $\sin \theta \approx \theta$, $\cos \theta \approx 1$ が成立する。また、ばね A およびばね C は y 方向にのみ、ばね B およびばね D は x 方向にのみ力を生じる。ばね A, B, C, および D のばね定数はそれぞれ $3k$, $2k$, k , および $2k$ である。以下の問いに答えよ。

- (1) 円板の中心を通り円板の面に垂直な軸まわりの慣性モーメントが $mR^2/2$ であることを示せ。
- (2) 点 P_2 の x 方向の変位, 点 P_3 の y 方向の変位, 点 P_4 の x 方向の変位を求めよ。ここで、点 P_1 の y 方向の変位は $y + R\theta$ となることに注意せよ。
- (3) この系の運動方程式を書け。
- (4) この系の固有角振動数 $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ を求めよ。ただし、 $\omega_1 < \omega_2 < \omega_3$ とする。
- (5) 第 1 モードのモードベクトルを求めよ。

Consider the system in Fig. 2. A rigid circular disk of the mass m and the radius R with uniform material and thickness is supported by four springs, and its motion is restricted to the xy plane. The springs A, B, C, and D are respectively connected to the points P_1 , P_2 , P_3 , and P_4 , which divide the circumference of the disk into four equal parts. The displacements of the center of mass G of the disk in the x - and y -directions are denoted by x and y , respectively, and the rotation angle of the disk is denoted by θ . In the equilibrium state, $x = y = 0$ and $\theta = 0$, the points P_1 and P_3 lie on the x -axis, and the points P_2 and P_4 lie on the y -axis. The quantities x , y , and θ are small enough to satisfy $\sin \theta \approx \theta$ and $\cos \theta \approx 1$. The springs A and C exert forces only in the y direction, and the springs B and D exert forces only in the x direction. The spring constants of the springs A, B, C, and D are $3k$, $2k$, k , and $2k$, respectively.

- (1) Show that the moment of inertia of the disk about its central axis perpendicular to the plane of the disk is $mR^2/2$.
- (2) Find the x displacement of P_2 , the y displacement of P_3 , and the x displacement of P_4 . Note that the y displacement of the point P_1 is $y + R\theta$.
- (3) Write the equations of motion of this system.
- (4) Find the natural angular frequencies of the system, ω_1, ω_2 , and ω_3 , where $\omega_1 < \omega_2 < \omega_3$.
- (5) Find the mode vector of the first mode.

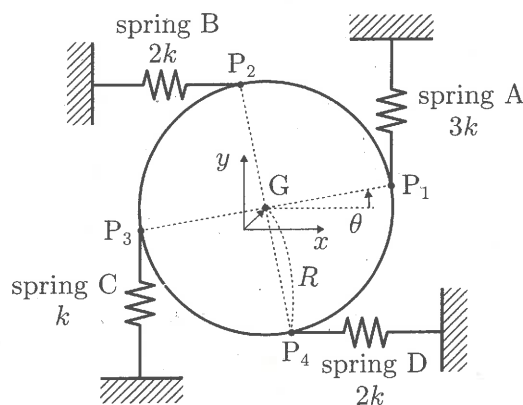


Fig. 2

2025 年 10 月, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 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

問題用紙

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

Question Sheets

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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

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) 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。
- (2) 問題用紙は表紙を含み 9 枚あります。
- (3) 本表紙およびすべての問題用紙に受験番号を記入してください。
- (4) 問題用紙は解答用紙とともに回収します。

Notices

- (1) This booklet consists of only question sheets. Use another booklet for answers.
- (2) This booklet consists of nine (9) sheets including this front sheet.
- (3) Fill in your examinee's number in all sheets including this front sheet.
- (4) Return these question sheets together with the answer sheets.

2025 年 10 月、2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 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)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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)[1/2]

問題 1 (Question 1)

(1-1) 鉄鋼材料の各種特性に大きな影響を及ぼす化学成分をそれぞれ答えよ。

Answer each chemical element that greatly affects the various properties of steel materials.

(a) 硬さ・強度を向上させる一方、延性・じん性を低下させる主な化学成分

Main chemical element that increases hardness and strength while decreasing its ductility and toughness.

(b) 低温じん性や耐食性を向上させる主な化学成分

Main chemical element that improves low-temperature toughness and corrosion resistance.

(c) ステンレス鋼の主成分であり、焼入れ性の向上にも効果のある化学成分

Main chemical element of stainless steels and it is effective in improving hardenability.

(d) クリープ強度(高温強度)向上に効果のある主な化学成分

Main chemical element that is effective in improving creep strength (high temperature strength).

(e) 偏析しやすく、じん性を低下させるため一般的に含有量は少ない方がよいが、被削性改善のために添加されることがある化学成分

Main chemical element that tends to segregate and reduce toughness, so generally it is better to have a low content, but it is sometimes added to improve machinability.

(1-2) アルミニウム合金及びステンレス鋼に関する次の各問いに答えよ。

Answer the following questions about aluminum alloys and stainless steels.

(a) 耐食性が優れている理由をそれぞれ述べよ。

Explain why aluminum alloys and stainless steels have excellent corrosion resistance, respectively.

(b) 低合金鋼と比較した場合のアルミニウム合金及びオーステナイト系ステンレス鋼の特徴を、下記の語句も含めて、それぞれ説明せよ。

Explain the various characteristics of aluminum alloys and austenitic stainless steels compared with low-alloy steels including the following terms, respectively.

【比強度 (specific strength), 耐食性 (corrosion resistance), 展性・延性 (malleability and ductility), 低温じん性 (low-temperature toughness), 線膨張係数 (linear expansion coefficient), 熱伝導率 (thermal conductivity), 電気抵抗率 (Electrical resistivity), 磁性 (magnetism), ヤング率 (Young's modulus), 溶融潜熱 (latent heat of fusion), 比熱 (specific heat), 密度 (density)】

(c) 下記のアルミニウム合金を、熱処理合金と非熱処理合金とに分類せよ。

Classify the following aluminum alloys into heat-treated alloys and non-heat-treated alloys.

【A2017 (Al-Cu alloy), A3003 (Al-Mn alloy), A4043 (Al-Si alloy), A5083 (Al-Mg alloy), A6061 (Al-Mg-Si alloy), A7075 (Al-Zn-Mg alloy)】

2025 年 10 月, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 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)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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)

(2-1) 次の語句を説明せよ。(a)凝固偏析, (b)バーガース・ベクトル, (c)てこの法則, (d)臨界せん断応力, (e)活量係数

(2-2) fcc 及び bcc の単位格子中に属する原子個数を, 導出過程を含めて記せ。

(2-3) ミラー指数で表した面(112)および方向[112]を単位胞中に図示せよ。

(2-4) 0.4mass%C を含む Fe-C 合金を 1173K のオーステナイト領域から除冷した。A₁変態点直下のセメンタイト量を重量分率で求めよ。ここでフェライトの C 最大固溶限は 0.0218mass%, セメンタイト組成は 6.67mass%C とする。

(2-1) Explain the following terms, (a) segregation in solidification, (b) Burgers vector, (c) lever rule, (d) critical shear stress, (e) activity coefficient

(2-2) Describe the number of atoms contained in the unit cell of fcc and bcc, including the derivation process.

(2-3) Draw the plane (112) and the direction [112] using of Miller indices in the unit cell.

(2-4) The Fe-C alloy containing 0.4 mass% C is cooled slowly from the austenite region at 1173 K. Determine the weight fraction of cementite just below the A₁ transformation point in terms of weight fraction. Here, the maximum solubility limit of C in ferrite is 0.0218 mass%, and the cementite composition is 6.67 mass% C.

2025 年 10 月, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 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)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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)

以下の 4 つの可逆過程で構成される熱力学サイクルについて、設問 (a)～(e) に答えよ。ここで p, V, T は順に圧力、体積、熱力学温度を表し、添字 1～4 は状態 1～4 を表す。動作気体は 1.00 kg の理想気体であり、気体定数 R は 0.286 kJ/(K·kg) である。また比熱比 κ は 1.40 であり定数とする。圧縮比 $\varepsilon = V_1/V_2$ は 16.0、 T_1 および p_1 は 297 K および 0.100 MPa とする。定圧加熱で加えられた熱 q_H は 900 kJ とする。

[過程 1→2] 状態 1 から状態 2 へは断熱圧縮 ($p_1, V_1, T_1 \rightarrow p_2, V_2, T_2$)

[過程 2→3] 状態 2 から状態 3 へは定圧加熱 ($p_2, V_2, T_2 \rightarrow p_2, V_3, T_3$)

[過程 3→4] 状態 3 から状態 4 へは断熱膨張 ($p_2, V_3, T_3 \rightarrow p_4, V_1, T_4$)

[過程 4→1] 状態 4 から状態 1 へは定積冷却 ($p_4, V_1, T_4 \rightarrow p_1, V_1, T_1$)

- (a) このサイクルの名称を書け。
- (b) 状態 2 の温度 T_2 および圧力 p_2 を求めよ。
- (c) 状態 3 の温度 T_3 を求め、縮切比 $\sigma = V_3/V_2$ を求めよ。
- (d) 定積冷却で捨てた熱 q_L を求めよ。
- (e) このサイクルの熱効率 η を求めよ。

Answer the questions (a) through (e) for a thermodynamic cycle consisting of the following four reversible processes. Here p, V , and T denote pressure, volume and thermodynamic temperature, respectively, and subscripts 1 to 4 denote states 1 to 4. The operating gas is 1.00 kg of ideal gas with the gas constant R of 0.286 kJ/(K·kg). The specific-heat ratio κ is 1.40 and constant. The compression ratio $\varepsilon = V_1/V_2$ is 16.0, and T_1 and p_1 are 297 K and 0.100 MPa, respectively. The heat q_H added during the isobaric heating is 900 kJ.

[Process 1→2] Adiabatic compression from state 1 to state 2 ($p_1, V_1, T_1 \rightarrow p_2, V_2, T_2$)

[Process 2→3] Isobaric heating from state 2 to state 3 ($p_2, V_2, T_2 \rightarrow p_2, V_3, T_3$)

[Process 3→4] Adiabatic expansion from state 3 to state 4 ($p_2, V_3, T_3 \rightarrow p_4, V_1, T_4$)

[Process 4→1] Isochoric cooling from state 4 to state 1 ($p_4, V_1, T_4 \rightarrow p_1, V_1, T_1$)

- (a) Write the name of this cycle.
- (b) Calculate the temperature T_2 and the pressure p_2 of the state 2.
- (c) Calculate the temperature T_3 of the state 3 and then calculate the cut-off ratio $\sigma = V_3/V_2$.
- (d) Calculate the heat q_L rejected during the isochoric cooling.
- (e) Calculate the thermal efficiency η of this cycle.

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

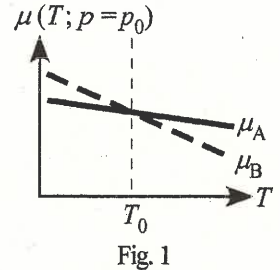
試験科目 Subject	機械工学(専門科目Ⅱ) Mechanical Engineering II	プログラム Program	機械工学 Mechanical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---

[問題用紙]

Ⅱ-2(熱力学)(Thermodynamics)[2/2]

問題 2 (Question 2)

圧力 p_0 , 温度 T_0 において低温側で安定な相 1 (例えば液相) と高温側で安定な相 2 (例えば気相) が共存できるモル質量 M の純物質がある。圧力を p_0 に保ったときの化学ポテンシャル (各相における物質 1 モルあたりのギブズ自由エネルギー) の温度依存性 $\mu(T; p = p_0)$ は, T_0 の近傍において Fig. 1 のようである。ただし, 添え字 A, B は, 相 1 あるいは相 2 のいずれかを意味している。以下の設問 (a) ~ (e) に答えよ。



- Fig. 1 中の μ_A は, 相 1 の化学ポテンシャルであるか, それとも相 2 の化学ポテンシャルであるか, 理由と共に答えよ。
- 圧力 p_0 , 温度 T_0 において相 1 から相 2 に相転移するときの単位質量あたりの潜熱 $L_{1 \rightarrow 2}$ (相転移の際の可逆的な吸収熱として定義) を, p_0, T_0 における相 1 および相 2 の比エンタルピー h_1 および h_2 で表せ。
- 潜熱 $L_{1 \rightarrow 2}$ を, p_0, T_0 , さらに p_0, T_0 における相 1 と 2 の比エントロピー s_1, s_2 および相 1 と 2 の比体積 v_1, v_2 の中の必要なものを使って表せ。
- 潜熱 $L_{1 \rightarrow 2}$ を, M, p_0, T_0 , および p_0, T_0 における相 1 と 2 の化学ポテンシャル μ_1, μ_2 の適切な偏微分係数, の中の必要なものを使って表せ。ヒント: 比ギブズ自由エネルギーに関するギブズの関係式を使え。
- 潜熱 $L_{1 \rightarrow 2}$ は正か負か, 理由と共に答えよ。

We think of a pure substance, whose molar mass is M . For this substance, its phase 1 and phase 2 can coexist at the pressure p_0 and the temperature T_0 , where the phase 1, the liquid phase for example, is stable in the lower-temperature side and the phase 2, the vapor phase for example, is stable in the higher-temperature side. For this substance, Fig. 1 shows the temperature dependence of the chemical potential $\mu(T; p = p_0)$ in the vicinity of T_0 in the case that the pressure is kept constant as p_0 , where the subscript A or B stands for either the phase 1 or the phase 2 (note that the chemical potential is the Gibbs free energy per one mole of the substance in each phase). Answer the following questions (a) through (e).

- Is μ_A in Fig. 1 the chemical potential of the phase 1 or the phase 2? Answer with the reason.
- Express the specific latent heat $L_{1 \rightarrow 2}$ in terms of h_1 and h_2 , which are the specific enthalpies of the phases 1 and 2 at p_0, T_0 , where $L_{1 \rightarrow 2}$ is defined as the heat reversibly absorbed by the substance during the phase transition from the phase 1 to the phase 2 at p_0, T_0 .
- Express the specific latent heat $L_{1 \rightarrow 2}$ using the appropriate quantities selected from $p_0, T_0, s_1, s_2, v_1, v_2$, where s_1, s_2, v_1, v_2 are the specific entropies and volumes of the phases 1 and 2 at p_0, T_0 .
- Express the specific latent heat $L_{1 \rightarrow 2}$ using the appropriate quantities selected from M, p_0, T_0 , and suitable partial differential coefficients of the chemical potentials of the phases 1 and 2: μ_1 and μ_2 at p_0, T_0 . Hint: use the Gibbs' fundamental relation for the specific Gibbs free energy.
- Is the specific latent heat $L_{1 \rightarrow 2}$ positive or negative? Answer with the reason.

2025 年 10 月, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 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)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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－3(流体力学)(Fluid Mechanics)[1/2]

問題 1 (Question 1)

Fig.1 に示すように, 大気中に水平に設置されたベンチュリ管に一定体積流量 Q で密度 ρ の水が流れている。断面①と②では, 流れは一様かつ一次元流とみなせる。断面①と②の場所には, 直管マノメーターがそれぞれ設置されている。断面①と②の面積を A_1 と A_2 (ただし $A_1 > A_2$ とする), 流速を u_1 と u_2 , 静圧を p_1 と p_2 とする。水は非圧縮, 非粘性で, 重力加速度を鉛直下向きに g とするとき, 以下の問いに答えよ。

- 断面①と断面②の間の連続の式を示せ。
- 断面①と断面②の間のベルヌーイの式を示せ。
- 断面①と断面②に設置されている直管マノメーター間の液柱の高さの差 h を求めよ。
- 体積流量 Q を求めよ。

Water is flowing at a constant volume flow rate, Q , through a horizontally set Venturi tube in the atmosphere as shown in Fig.1. In cross sections ① and ②, the flow can be considered uniform and one-dimensional. Two piezometers are installed at sections ① and ②. Let the areas at sections ① and ② be A_1 and A_2 ($A_1 > A_2$), the flow velocities be u_1 and u_2 , and the static pressures be p_1 and p_2 . When water is incompressible and inviscid, with a density of ρ , and is subject to gravity acting downward with acceleration g , answer the following questions.

- Find the equation of continuity between cross sections ① and ②.
- Find the Bernoulli equation between cross sections ① and ②.
- Calculate h , the difference in the height of the liquid column in the piezometers at cross sections ① and ②.
- Calculate the volume flow rate, Q .

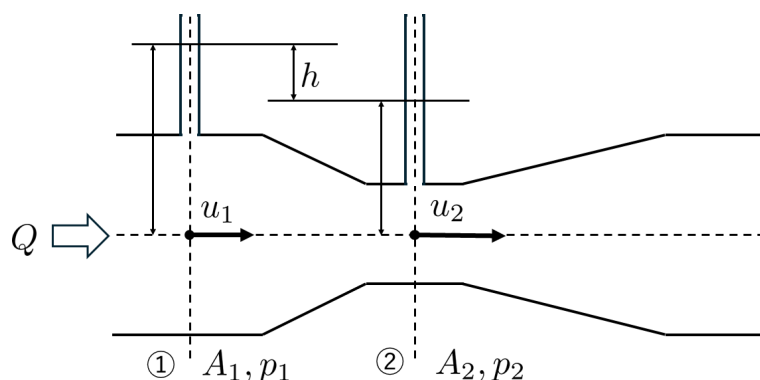


Fig. 1

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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－3(流体力学)(Fluid Mechanics)[2/2]

問題 2 (Question 2)

Fig.2(a) のように, 圧力 p_0 の空気中にある静止した水平な台の上に, 密度 ρ , 高さ H の水が入った内半径 R の円筒容器が置かれている。この容器の中心軸を z 軸とした円柱座標系 (r, θ, z) を考え, 原点を容器底面上に取り, 鉛直上向きを正の向きとする。この容器を z 軸のまわりに一定角速度 ω で回転させて十分な時間が経過すると, 水は容器とともに容器からあふれることなく角速度 ω で剛体回転する状態となった (Fig. 2 (b))。水面の表面張力および乱れ, ならびに空気粘性は無視でき, 水は非圧縮性とする。重力加速度の大きさは g とする。以下の問いに答えよ。

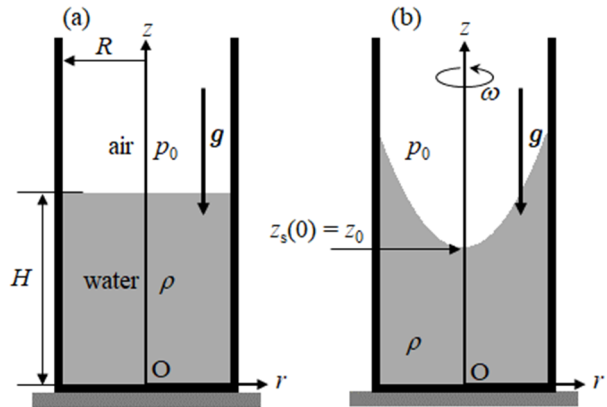


Fig. 2

- (a) 剛体回転する水中の単位体積の流体要素に働く r, z 方向の力のつり合いから, 水中の圧力分布 $p(r, z)$ に対する r, z 方向の偏微分方程式 (支配方程式) を導け。なお, 軸対称円柱座標系においてスカラー場 $A(r, z)$ の勾配は

$$\nabla A = \frac{\partial A}{\partial r} \mathbf{e}_r + \frac{\partial A}{\partial z} \mathbf{e}_z$$

と表される。ここで $\mathbf{e}_r, \mathbf{e}_z$ はそれぞれ r 方向, z 方向の単位ベクトルである。

- (b) 設問 (a) で導出した偏微分方程式を解いて, 水中の圧力分布 $p(r, z)$ を求めよ。ただし, 中心軸上における水面の z 座標を $z_0 (> 0)$ とする。
 (c) 水面の形状 $z_s(r)$ を, z_0, ω, r, g を用いて表せ。
 (d) 中心軸上での水面の z 座標 z_0 を, H, R, ω, g を用いて表し, 容器底面に水面が達しない (すなわち $z_0 > 0$) ための角速度 ω の条件を求めよ。

As shown in Fig. 2 (a), a cylindrical vessel of inner radius R , filled with water of constant density ρ up to height H , is placed on a horizontal and stationary plate in air at pressure p_0 . A cylindrical coordinate system (r, θ, z) is taken with the origin at the center of the inner bottom of the vessel, and the z -axis directed vertically upward. This vessel is then rotated around the z -axis at a constant angular velocity ω . After sufficient time has passed, the water reaches a state of rigid-body rotation at the same angular velocity ω , without spilling over the edge of the vessel (Fig. 2 (b)). Surface tension and disturbances at the water surface, as well as the viscosity of the air, are neglected. The water is assumed to be incompressible. The magnitude of gravitational acceleration is denoted by g . Answer the following questions.

- (a) Derive the partial differential equations in the r - and z -directions governing the pressure distribution $p(r, z)$ within the water, based on the force balance in these directions acting on a fluid element of unit volume in the rigidly rotating water. Note that, in an axisymmetric cylindrical coordinate system, the gradient of a scalar field $A(r, z)$ is expressed as:

$$\nabla A = \frac{\partial A}{\partial r} \mathbf{e}_r + \frac{\partial A}{\partial z} \mathbf{e}_z,$$

where $\mathbf{e}_r$ and $\mathbf{e}_z$ denote the unit vectors in the r - and z -directions, respectively.

- (b) Solve the partial differential equations derived in Question (a) to obtain the pressure distribution $p(r, z)$ within the water, assuming that the height of the free surface of the water on the central axis is z_0 ($z_0 > 0$).
 (c) Express the shape of the free surface of the water $z_s(r)$ in terms of z_0, ω, r and g .
 (d) Express z_0 in terms of H, R, ω , and g , and determine the condition on the angular velocity such that the free surface of the water remains above the bottom of the vessel (i.e., $z_0 > 0$).

2025 年 10 月, 2026 年 4 月入学 (October 2025 and April 2026 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)

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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－４(制御工学)(Control Engineering)〔1/2〕

問題 1 (Question 1)

つぎの連立微分方程式を考える。

$$\begin{aligned}\frac{dx(t)}{dt} + x(t) &= u(t) \\ \frac{dy(t)}{dt} + y(t) + x(t) &= u(t)\end{aligned}$$

ただし, $x(0) = y(0) = 0$ とする。以下の問いに答えよ。

1. $u(t)$, $x(t)$ と $y(t)$ の Laplace 変換をそれぞれ $U(s)$, $X(s)$ と $Y(s)$ で表すものとする。 $U(s)$ から $X(s)$ への伝達関数と, $U(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数を求めよ。
2. $u(t)$ を単位インパルス関数とすると, $x(t)$, $t \geq 0$ と $y(t)$, $t \geq 0$ を求めよ。
3. $X(s)$ から $Y(s)$ への伝達関数を求めよ。
4. $x(t) = \sin t$, $t \geq 0$ のとき, $y(t)$, $t \geq 0$ を求めよ。

Consider the following set of differential equations

$$\begin{aligned}\frac{dx(t)}{dt} + x(t) &= u(t) \\ \frac{dy(t)}{dt} + y(t) + x(t) &= u(t),\end{aligned}$$

where $x(0) = y(0) = 0$. Answer the following questions.

1. Let $U(s)$, $X(s)$, and $Y(s)$ denote the Laplace transforms of $u(t)$, $x(t)$, and $y(t)$, respectively. Derive the transfer functions from $U(s)$ to $X(s)$ and from $U(s)$ to $Y(s)$.
2. Let $u(t)$ be the unit impulse function. Derive $x(t)$, $t \geq 0$ and $y(t)$, $t \geq 0$.
3. Derive the transfer function from $X(s)$ to $Y(s)$.
4. For $x(t) = \sin t$, $t \geq 0$, derive $y(t)$, $t \geq 0$.

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

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-4(制御工学)(Control Engineering)[2/2]

問題 2 (Question 2)

Fig. 1 のシステムについて考える。以下の問いに答えよ。

1. $K(s) = 10$ および $P(s) = \frac{1}{s^2 + as + b}$ であるものとする。ここで、 a と b は実数である。入力 $r(t) = \sin(2t)$ に対する出力は、 $y(t) = \sqrt{2}\sin\left(2t - \frac{\pi}{4}\right)$ であるものとする。 a と b の値を求めよ。
2. $K(s) = 1 + \frac{1}{s}$ および $P(s) = \frac{1}{s^2 + as + b}$ であるものとする。ここで、 a と b は実数である。このシステムが安定となるために a と b が満たすべき条件を求めよ。
3. $K(s) = \frac{1}{s}$ および $P(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)}$ であるものとする。このシステムのナイキスト線図の特徴を最もよく表している図を、Figs. 2 (a)~(d) から一つ選べ。また、その図を選択した理由を説明せよ。

Consider the system shown in Fig. 1. Answer the following questions.

1. Let $K(s) = 10$ and $P(s) = \frac{1}{s^2 + as + b}$, where a and b are real numbers. Suppose that the output for the input $r(t) = \sin(2t)$ is $y(t) = \sqrt{2}\sin\left(2t - \frac{\pi}{4}\right)$. Obtain the values of a and b .
2. Let $K(s) = 1 + \frac{1}{s}$ and $P(s) = \frac{1}{s^2 + as + b}$, where a and b are real numbers. Derive the condition of a and b under which the system is stable.
3. Let $K(s) = \frac{1}{s}$ and $P(s) = \frac{1}{(s+1)(s+2)}$. Select one figure that best describes the characteristics of the Nyquist diagram of the system, from Figs. 2 (a)~(d). Also, explain the reason for selecting the figure.

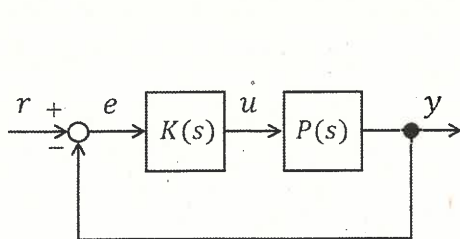


Fig. 1 Feedback system

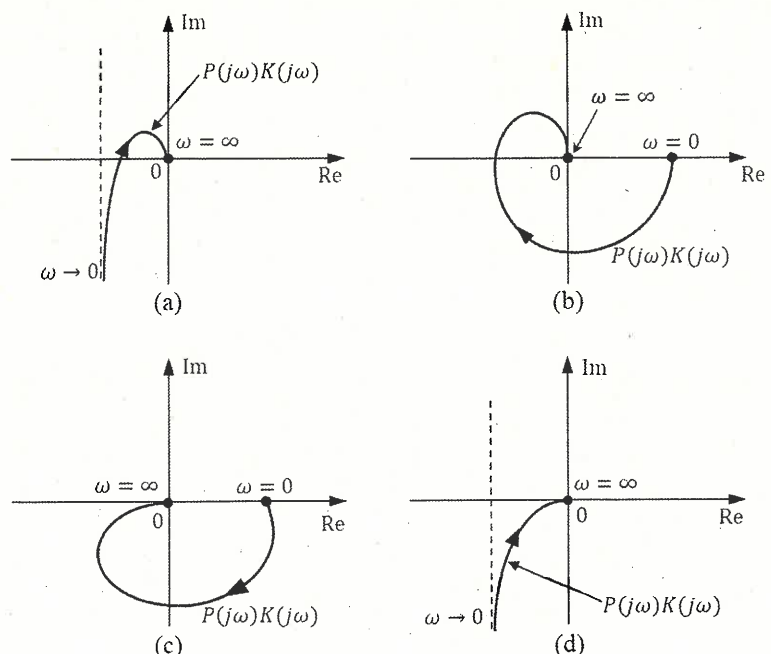


Fig. 2 Nyquist diagrams