

広島大学大学院先進理工系科学研究科 博士課程前期入学試験

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

一般選抜（2025 年 8 月実施）

General Selection (August 2025)

解答又は解答例等 及び 出題の意図

Answers or Model Answers / Intent of the Questions

解答の公表に当たって、一義的な解答が示せない記述式の問題等については、「出題の意図又は複数の若しくは標準的な解答例等」を公表することとしています。

また、記述式以外の問題についても、標準的な解答例として正答の一つを示している場合があります。

In publishing answers, “the intent of the questions or multiple or standard examples of answers” are published for essay-type questions for which no univocal answer can be given.

In addition, one of the correct answers may also be given as an example of a standard answer for questions other than the essay-type.

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

【解答用紙】

I - 1 (数学) (Mathematics) [1/3]

【問題 1 解答欄】【Answer Sheet for Question 1】

出題の意図: 線形代数 (行列, 固有値, 固有ベクトル, 連立一次方程式など) についての基礎学力, 理解力, 考察力を評価する。

$$1. (a) \text{ 固有値を } \lambda \text{ とすると特性方程式は } \begin{vmatrix} \frac{a+2}{6} - \lambda & \frac{-2a+2}{6} \\ \frac{-a+1}{6} & \frac{2a+1}{6} - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$\text{簡単のため } x = 6\lambda \text{ とおくと } (a+2-x)(2a+1-x) - (-2a+2)(-a+1) = 0 \rightarrow x^2 - (3a+3)x + 9a = 0 \\ \rightarrow (x-3a)(x-3) = 0, \text{ よって } x = 3a, 3 \rightarrow \text{固有値 } \lambda = a/2, 1/2$$

$$1. (b) \text{ 題意より } a/2 = 1 \text{ となるので } a = 2$$

$$1. (c) a = 2 \text{ より行列 } A = \begin{pmatrix} 2/3 & -1/3 \\ -1/6 & 5/6 \end{pmatrix}$$

$$\lambda_1 = 1 \text{ に対する固有ベクトルを } \mathbf{x}_1 = \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} \text{ とすると } (A - \lambda_1 E)\mathbf{x}_1 = \begin{pmatrix} -1/3 & -1/3 \\ -1/6 & -1/6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} = 0 \rightarrow x_1 + y_1 = 0$$

$$\text{よって } \mathbf{x}_1 = c_1 \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}, (c_1 \neq 0)$$

$$\text{同様に } \lambda_2 = 1/2 \text{ に対しては } (A - \lambda_2 E)\mathbf{x}_2 = \begin{pmatrix} 1/6 & -1/3 \\ -1/6 & 1/3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix} = 0 \rightarrow x_2 - 2y_2 = 0$$

$$\text{よって } \mathbf{x}_2 = c_2 \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \end{pmatrix}, (c_2 \neq 0)$$

$$1. (d) \text{ 固有ベクトルを並べた行列 } P = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}, \text{ 固有値を対角成分とする行列 } D = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1/2 \end{pmatrix} \text{ を用いると}$$

$$P^{-1}AP = D \text{ より } A = PDP^{-1}, A^n = PD^nP^{-1} \text{ となる. よって,}$$

$$A^n = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1/2^n \end{pmatrix} \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 1 & 1/2^{n-1} \\ -1 & 1/2^n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 1+1/2^{n-1} & -2+1/2^{n-1} \\ -1+1/2^n & 2+1/2^n \end{pmatrix}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} A^n = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$$

$$2. A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 2 \end{pmatrix}, \mathbf{b} = \begin{pmatrix} 6 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix} \text{ とおく. } \det A = -5 \text{ となる. Cramer の公式より,}$$

$$x = \frac{\begin{vmatrix} 6 & 1 & 1 \\ 3 & -1 & 1 \\ 5 & -1 & 2 \end{vmatrix}}{\det A} = 1, y = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 6 & 1 \\ 2 & 3 & 1 \\ 1 & 5 & 2 \end{vmatrix}}{\det A} = 2, z = \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 & 6 \\ 2 & -1 & 3 \\ 1 & -1 & 5 \end{vmatrix}}{\det A} = 3 \text{ となり, 解は } x = 1, y = 2, z = 3.$$

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

(2025 年 8 月 28 日実施 / August 28, 2025)

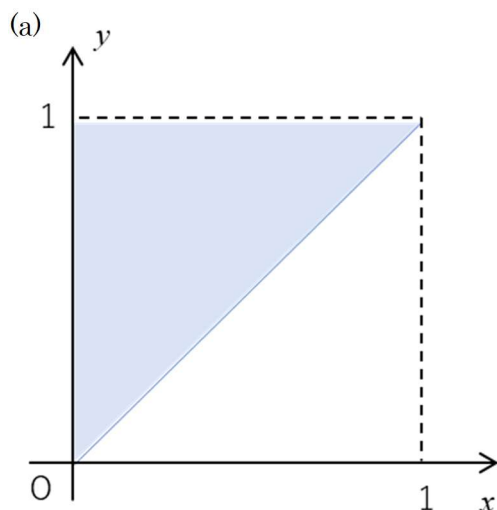
試験科目 Subject	機械工学(専門科目 I) Mechanical Engineering I	プログラム Program	機械工学 Mechanical Engineering	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---

[解答用紙]

I - 1 (数学) (Mathematics) [2/3]

【問題 2 解答欄】【Answer Sheet for Question 2】

出題の意図: 微積分 (2 重積分) についての基礎学力, 理解力, 考察力を評価する。



$$\begin{aligned}
 \text{(b)} \quad I &= \iint_D \frac{1}{x+y^2} dx dy \\
 &= \int_0^1 dy \int_0^y \frac{1}{x+y^2} dx \\
 &= \int_0^1 dy [\ln(x+y^2)]_0^y \\
 &= \int_0^1 (\ln(y+y^2) - \ln(y^2)) dy \\
 &= \int_0^1 (\ln(y+1) - \ln y) dy \\
 &= [(y+1)\ln(y+1) - (y+1) - y\ln y + y]_0^1 \\
 &= [2\ln 2 - 2 + 1 + 1] \\
 &= \ln 4
 \end{aligned}$$

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

[解答用紙]

I - 1 (数学) (Mathematics) [3/3]

【問題 3 解答欄】[Answer Sheet for Question 3]

出題の意図: 微分方程式 (2 階同次線形微分方程式, 連立微分方程式) についての基礎学力, 理解力, 考察力を評価する.

連立微分方程式 (1), (2) を解け。

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

解) 式(1)の特性方程式は $\lambda^2 - 5\lambda + 6 = 0$ で、その解は $\lambda = 2, 3$ 。

よって式(1)の解は $y = C_1 \exp 2x + C_2 \exp 3x$ 。ただし、 C_1, C_2 は任意の定数。

式(2)の特性方程式は $\lambda^2 - 3\lambda + 2 = 0$ で、その解は $\lambda = 1, 2$ 。

よって式(2)の解は $y = C_3 \exp x + C_4 \exp 2x$ 。ただし、 C_3, C_4 は任意の定数。

連立方程式の解はこの両方を満たすので、

$$C_1 \exp 2x + C_2 \exp 3x = C_3 \exp x + C_4 \exp 2x$$

これより、 $C_1 = C_4, C_2 = 0, C_3 = 0$

よって、求める解は、 $y = C_1 \exp 2x$ (C_1 は任意の定数)

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

(解答用紙)

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

【問題 1 解答欄】 [Answer Sheet for Question 1]

熱応力が作用する軸に関する不静定問題についての理解を問う出題である.

1(a)

$$\delta = \frac{PL}{AE} \text{ において } A = \frac{\pi d^2}{4} \quad L = \frac{l}{2} \text{ なので } \delta_1 = \frac{4P}{\pi d^2 E} \frac{l}{2} = \frac{2Pl}{\pi E d_0^2}$$

1(b)

$$d_x = d_0 - \left(\frac{d_0}{2} \div \frac{l}{2} \right) x = d_0 - \frac{d_0}{l} x = \frac{d_0}{l} (l - x) \text{ よって } A = \frac{\pi d_x^2}{4} = \frac{\pi d_0^2}{4l^2} (l - x)^2$$

$$d\delta_2 = \frac{4Pl^2}{\pi E d_0^2 (l - x)^2} dx$$

$$\delta_2 = \int_0^{\frac{l}{2}} \frac{4Pl^2}{\pi E d_0^2 (l - x)^2} dx = \frac{4Pl^2}{\pi E d_0^2} \int_0^{\frac{l}{2}} \frac{1}{(l - x)^2} dx = \frac{4Pl^2}{\pi E d_0^2} \left[\frac{1}{l - x} \right]_0^{\frac{l}{2}} = \frac{4Pl}{\pi E d_0^2}$$

1(c)

$$\delta_{1T} = \frac{\alpha \Delta T l}{2}$$

2(a)

熱応力による丸棒Iの伸び, 軸力Qによる丸棒Iと軸力Qによるテーパ付き丸棒IIの伸びの総和が0とならなければならないので

$$\frac{\alpha \Delta T l}{2} + \frac{2Ql}{\pi E d_0^2} + \frac{4Ql}{\pi E d_0^2} = 0$$

$$\frac{6Ql}{\pi E d_0^2} = -\frac{\alpha \Delta T l}{2}$$

$$Q = -\frac{\pi \alpha \Delta T E d_0^2}{12}$$

2(b)

$$\delta_2 = \frac{4Ql}{\pi E d_0^2} = -\frac{4l \times \alpha \Delta T E \pi d_0^2}{\pi E d_0^2 \times 12} = -\frac{\alpha \Delta T l}{3} \quad \text{点Cは, 右へ } \frac{\alpha \Delta T l}{3} \text{ 移動する. } \delta_C = \frac{\alpha \Delta T l}{3}$$

(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
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---

【解答用紙】

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

【問題 2 解答欄】[Answer Sheet for Question 2]

出題の意図: 組合せ応力問題において, 基礎的な曲げねじりの知識を問う。

解答例

(1) 最大主応力 σ_1 と最大主せん断応力 τ_1 は以下で求められる。

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$$

$$\tau_1 = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$$

今, 軸の表面において平面応力状態と考えることができ, 軸の長手方向を x とし, 曲げモーメント M とねじりモーメント T を受ける場合を考えると, 曲げ応力とせん断応力の最大値が表面に生じ,

$$\sigma_x = \frac{M}{Z}, \tau_{xy} = \frac{T}{Z_p}$$

σ_y は 0 であるので, σ_1 と τ_1 はそれぞれ, 以下のようになる。

$$\sigma_1 = \frac{M}{2Z} + \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{M}{Z}\right)^2 + 4\left(\frac{T}{Z_p}\right)^2}, \tau_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{M}{Z}\right)^2 + 4\left(\frac{T}{Z_p}\right)^2}$$

また, $Z_p = 2Z$ を考慮すれば,

$$\sigma_1 = \frac{M}{2Z} + \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{M}{Z}\right)^2 + \left(\frac{T}{Z}\right)^2} = \frac{1}{2Z} (M + \sqrt{M^2 + T^2})$$

$$\tau_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{2M}{Z_p}\right)^2 + 4\left(\frac{T}{Z_p}\right)^2} = \frac{1}{Z_p} \sqrt{M^2 + T^2}$$

となる。

(2) 図 2 の側面図を考慮すると, 軸とベルト車の原点に関するモーメントのつり合いは以下のように表される。

$$-T_1 \frac{D}{2} + T_2 \frac{D}{2} - T = 0$$

したがって, ねじりモーメント T は以下のようになる。

$$T = \frac{D}{2} (T_1 - T_2)$$

(3) 右端のベルト車に作用する集中外力を P とすると, W , T_1 と T_2 の合力となることから, 以下のようになる。

$$P = \sqrt{\{W + (T_1 + T_2) \sin \theta\}^2 + \{(T_1 + T_2) \cos \theta\}^2}$$

力のつり合いから, ベアリング A と B に生じる支持外力 R_A と R_B は

$$R_A = -\frac{l_2}{l_1} P, R_B = \frac{l_1 + l_2}{l_1} P$$

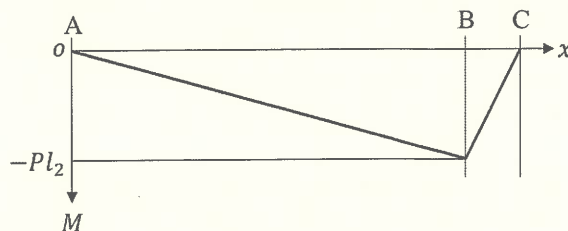
点 A を原点とし, 水平右方向に座標系 x を設けると AB 間での曲げモーメント M_{AB} は

$$M_{AB} = R_A x = -\frac{l_2}{l_1} P x$$

一方, BC 間における曲げモーメント M_{BC} は

$$M_{BC} = R_A x + R_B (x - l_1) = P x - P(l_1 + l_2)$$

以上より, 曲げモーメント線図を描くと, 以下のようになる。



ベアリング B において最大曲げモーメント M_{max} が生じ, $M_{max} = -Pl_2$ となる。

(4) 式(i)に前問(2)と(3)の結果をそれぞれ代入すると, 以下の σ_1 と τ_1 が求められる。

$$\sigma_1 = \frac{32}{\pi d^3} \left\{ Pl_2 + \sqrt{(Pl_2)^2 + \left[\frac{D}{2} (T_1 - T_2) \right]^2} \right\}$$

$$\tau_1 = \frac{32}{\pi d^3} \sqrt{(Pl_2)^2 + \left[\frac{D}{2} (T_1 - T_2) \right]^2}$$

(5) 軸が破損しないためには, σ_1 と τ_1 がそれぞれ許容応力を超えないようにしなければならないため,

$$\frac{32}{\pi d^3} \left\{ Pl_2 + \sqrt{(Pl_2)^2 + \left[\frac{D}{2} (T_1 - T_2) \right]^2} \right\} < \sigma_{al} = \frac{\sigma_y}{f}$$

$$\frac{32}{\pi d^3} \sqrt{(Pl_2)^2 + \left[\frac{D}{2} (T_1 - T_2) \right]^2} < \tau_{al} = \frac{\tau_y}{f}$$

これらを d について解けば,

$$d > \sqrt[3]{\frac{32f}{\pi \sigma_y} \left\{ Pl_2 + \sqrt{(Pl_2)^2 + \left[\frac{D}{2} (T_1 - T_2) \right]^2} \right\}}$$

$$d > \sqrt[3]{\frac{32f}{\pi \tau_y} \sqrt{(Pl_2)^2 + \left[\frac{D}{2} (T_1 - T_2) \right]^2}}$$

上の 2 式を満足する d を選べば, 軸は破損しないことになる。

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

【解答用紙】

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

【問題 1 解答欄】【Answer Sheet for Question 1】

本問題では, 質点とばねで構成される 2 自由度系の自由振動と振動モードに対する理解を問うことを意図している。解答は下記である。

(1) 運動方程式は下記のように得られる。

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 3k & -2k \\ -2k & 3k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

(2) $M = \begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix}$, $K = \begin{bmatrix} 3k & -2k \\ -2k & 3k \end{bmatrix}$ とする。 $(K - \omega^2 M)\phi = \mathbf{0}$ を満たす ω と ϕ の対は, $\omega_1 = \sqrt{k/m}$,

$\phi_1 = [1, 1]^T$, $\omega_2 = \sqrt{5k/m}$, $\phi_2 = [1, -1]^T$ と得られる。これらを用いて, 自由振動解は

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} A_1 \cos(\sqrt{k/m} t + \alpha_1) + \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix} A_2 \cos(\sqrt{5k/m} t + \alpha_2)$$

と得られる。ここで, A_1 , A_2 , α_1 , α_2 は初期条件によって決まる定数である。

(3) 上式より, 物体 P と物体 Q の中点は $(x + y)/2 = A_1 \cos(\sqrt{k/m} t + \alpha_1)$ のように時間変化することが分かる。これの振動数が 10 rad/s であるので, $\sqrt{k/m} = 10$ rad/s である。 $m = 1$ kg より, $k = 100$ N/m が得られる。

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

【解答用紙】

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

【問題 2 解答欄】【Answer Sheet for Question 2】

本問題では, 回転・並進運動する系の固有角振動数と固有モードに対する理解を問うことを意図している。

(1) 円板の密度を ρ , 厚さを z とすると, $m = \pi\rho zR^2$ より, $\rho z = m/(\pi R^2)$ が成り立つ。これより, 円板の軸周りの慣性モーメントは $J = \int_0^R 2\pi\rho z r^3 dr = \frac{2\pi\rho z R^4}{4} = \frac{mR^2}{2}$ である。

(2) 下記の通りである。

- P_2 の x 変位: $x - R\theta$
- P_3 の y 変位: $y - R\theta$
- P_4 の x 変位: $x + R\theta$

(3) P_1, P_2, P_3, P_4 の変位により生じるばねの力を考慮すると, 運動方程式は下記のように得られる。

$$m\ddot{x} + 2k(x - R\theta) + 2k(x + R\theta) = 0$$

$$m\ddot{y} + 3k(y + R\theta) + k(y - R\theta) = 0$$

$$(mR^2/2)\ddot{\theta} + 3kR(y + R\theta) - 2kR(x - R\theta) - kR(y - R\theta) + 2kR(x + R\theta) = 0$$

上記を整理すると, 下記になる。

$$\begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & mR^2/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \\ \ddot{\theta} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 4k & 0 & 0 \\ 0 & 4k & 2kR \\ 0 & 2kR & 8kR^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ \theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

(4) $M = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & mR^2/2 \end{bmatrix}$, $K = \begin{bmatrix} 4k & 0 & 0 \\ 0 & 4k & 2kR \\ 0 & 2kR & 8kR^2 \end{bmatrix}$ とする。 $(K - \omega^2 M)\phi = 0$ を満たすベクトル ϕ が存在するのは,

$$K - \omega^2 M = \begin{bmatrix} 4k - m\omega^2 & 0 & 0 \\ 0 & 4k - m\omega^2 & 2kR \\ 0 & 2kR & R^2(16k - m\omega^2)/2 \end{bmatrix}$$

の行列式 Δ が 0 のときである。 $\Delta = R^2(4k - m\omega^2)(56k^2 - 20mk\omega^2 + m^2\omega^4)/2$ より, 下記が得られる。

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{10 - 2\sqrt{11}}, \quad \omega_2 = 2\sqrt{\frac{k}{m}}, \quad \omega_3 = \sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{10 + 2\sqrt{11}}$$

(5) モードベクトルは $(K - M\omega_1^2)\phi_1 = 0$ を満たすベクトル ϕ_1 であり, $\phi_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ R \\ -(\sqrt{11} - 3) \end{bmatrix}$ と得られる。

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

(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
-----------------	--	------------------	--------------------------------	---------------------------	---

【解答用紙】

Ⅱ－１(機械材料)(Mechanical Materials)〔1/2〕

この科目を選択しない場合、右欄に✓を記入せよ。
Write "✓" in the box on the right if you **do not** choose this subject.

【問題 1 解答欄】(Answer Sheet for Question 1)

(1-1)

(a)	C (炭素), C(carbon)	(b)	Ni (ニッケル), Ni(nickel)	(c)	Cr (クロム), Cr(chromium)
(d)	Cr (クロム), Cr(chromium), Mo (モリブデン), Mo(molybdenum)	(e)	S (イオウ), S(sulfur)		

(1-2)

(a)	アルミニウム合金 (Aluminum alloys) : アルミニウムは酸化しやすく、表面に緻密で強固な Al 酸化被膜が形成される。この酸化被膜は、それ以上の酸化を防ぐ保護皮膜 (不働態被膜) として機能するため、アルミニウム合金は耐食性に優れる。 Aluminum oxidizes easily, forming a dense and strong oxide film on its surface. This oxide film acts as a protective coating that prevents further oxidation (passive film), giving aluminum alloys excellent corrosion resistance.	
	ステンレス鋼 (Stainless steels) : ステンレス鋼は Cr を多く含有 (JIS では 10.5%以上以上) した鋼であり、表面に緻密で強固な Cr 酸化被膜が形成される。この酸化被膜は、それ以上の酸化を防ぐ保護皮膜 (不働態被膜) として機能するため、ステンレス鋼は耐食性に優れる。 Stainless steels are the steel that contains a high percentage of Cr (chromium) (10.5% or more according to JIS), and a dense, strong chromium oxide film forms on its surface. This oxide film acts as a protective layer (passive film) that prevents further oxidation, giving stainless steels its excellent corrosion resistance.	
(b)	アルミニウム合金 (Aluminum alloys) : 低合金鋼に比べて、比強度が高く、耐食性に優れ、展性・延性に優れ、低温じん性に優れ、線膨張係数が大きく、熱伝導係数が大きく、電気抵抗が小さく、磁性がなく、ヤング率が小さく、溶融潜熱が大きく、比熱が大きく、密度が小さい。 Compared with low-alloy steels, aluminum alloys have high specific strength, excellent corrosion resistance, excellent ductility and malleability, excellent low-temperature toughness, high linear expansion coefficient, high thermal conductivity, low electrical resistance, no magnetism, low Young's modulus, high latent heat of fusion, high specific heat, and low density.	
	オーステナイトステンレス鋼 (Austenitic stainless steels) : 低合金鋼に比べて、耐食性に優れ、展性・延性に優れ、低温じん性に優れ、線膨張係数が大きく、熱伝導係数が小さく、電気抵抗が大きく、磁性がない。なお、比強度、ヤング率、溶融潜熱、比熱、密度は低合金鋼と大きな差異はない。 Compared with low-alloy steels, stainless steels have excellent corrosion resistance, excellent ductility and malleability, excellent low-temperature toughness, large linear expansion coefficient, small thermal conductivity, high electrical resistance, and no magnetism. Furthermore, there are no significant differences between low-alloy steels and stainless steels in terms of specific strength, Young's modulus, latent heat of fusion, specific heat, and density.	
(c)	熱処理合金 (Heat-treated alloys)	
	A2017 (Al-Cu 系), A6061 (Al-Mg-Si 系), A7075 (Al-Zn-Mg 系)	非熱処理合金 (Non-heat-treated alloys) A3003 (Al-Mn 系), A4043 (Al-Si 系), A5083 (Al-Mg 系)

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

【解答用紙】

Ⅱ－１(機械材料)(Mechanical Materials)【2/2】

【問題 2 解答欄】【Answer Sheet for Question 2】

この科目を選択しない場合、右欄に✓を記入せよ。
 Write “✓” in the box on the right if you **do not** choose this subject.

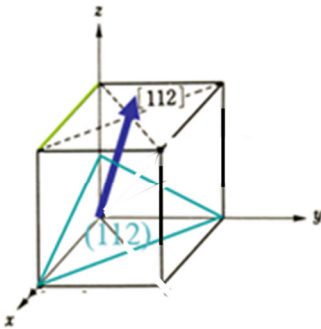
(2-1) 出題の狙い: 材料科学, 機械材料の基礎となる事項の説明ができる。

- (a) 凝固偏析: 液体中で溶質原子が最初均一な状態であった事に対し, 凝固に伴って溶質原子が固相と液相に再分配される事で不均一な分布状態となること。
- (b) バーガース・ベクトル: 転位線の周りに時計回りに 1 原子間距離ステップの連続で構成される回路を描く (: バーガース回路)。本回路に転位が含まれていると, その回路は閉じない。本回路を完結するために必要な終点から始点に向かうベクトル。
- (c) この法則: 2 元系平衡状態図上で固・液共存域において, ある温度, 平均組成での液相と固相の質量分率の比は, 平均組成を支点とし両端の固相と液相の組成に至る長さを腕の長さにした天秤が釣り合った時の質量比の関係で表される。
- (d) 臨界せん断応力: ある材料の決まった温度において, すべりを開始する決まった値の, せん断応力。
- (e) 活量係数: 実在液体の Raoult あるいは Henry 法則からのズレの程度を表す係数

(2-2) 出題の狙い: 結晶構造の単位ユニットにおける原子状態の説明ができる。

単位胞に属する原子 N fcc: $N=8 \times (1/8) + 6 \times (1/2) = 4$ bcc: $N=8 \times (1/8) + 1 = 2$

(2-3) 出題の狙い: 結晶構造の単位ユニットにおける方向や面表示の説明ができる。



(2-4) 出題の狙い: 平衡状態図の基礎として Fe-C 系を例題に, 存在する相の量比の説明ができる。

$$0.4 - 0.0218 / 6.67 - 0.0218 = 0.057$$

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

【解答用紙】

Ⅱ－2(熱力学)(Thermodynamics)[1/2]

【問題 1 解答欄】[Answer Sheet for Question 1]

この科目を選択しない場合、右欄に✓を記入せよ。

Write "✓" in the box on the right if you **do not** choose this subject.

[解答例] 出題の意図: ガスサイクルおよび理想気体に関する学力を問う。

$$c_p = \kappa R / (\kappa - 1) = 1.00 \text{ kJ}/(\text{K} \cdot \text{kg}), \quad c_v = R / (\kappa - 1) = 0.715 \text{ kJ}/(\text{K} \cdot \text{kg}).$$

(a) デイジーゼルサイクル

$$(b) T_2 = T_1(V_1/V_2)^{\kappa-1} = 297 \times 16^{0.4} = 900 \text{ K}, \quad p_2 = p_1 \times (V_1/V_2)^{\kappa} = 0.1 \times 16^{1.40} = 4.85 \text{ MPa}.$$

$$(c) T_3 = T_2 + q_H / Mc_p = 900 + 900 / 1.00 = 1800 \text{ K}, \quad \sigma = V_3/V_2 = T_3/T_2 = 2.00.$$

$$(d) T_4 = T_3(V_3/V_1)^{\kappa-1} = 1800 \times (2/16)^{0.4} = 783 \text{ K}, \quad q_L = c_v(T_4 - T_1) = 0.715 \times (783 - 297) = 347 \text{ kJ}.$$

$$(e) \eta = 1 - q_L/q_H = 1 - 347/900 = 0.614. \quad [\text{or } \eta = 1 - (\sigma^{\kappa} - 1)/\varepsilon^{\kappa-1}\kappa(\sigma - 1) = 1 - (2^{1.4} - 1)/(16^{0.4} \times 1.4 \times 1) = 0.614]$$

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

【解答用紙】

Ⅱ－２(熱力学)(Thermodynamics)【2/2】

【問題 2 解答欄】【Answer Sheet for Question 2】

この科目を選択しない場合、右欄に✓を記入せよ。
 Write “✓” in the box on the right if you **do not** choose this subject.

〔解答例〕 出題の意図：相変化および完全な熱力学関数に関する学力を問う。

(a) 温度 T_0 の低温側において $\mu_A < \mu_B$ なので、 μ_A は低温側で安定な相の化学ポテンシャルである。したがって、 μ_A は相 1 の化学ポテンシャルである。

(b) 圧力 p_0 ，温度 T_0 において単位質量の物質が相 1 から相 2 に相転移するとき，系は $L_{1 \rightarrow 2}$ の熱を可逆的に吸収する。定圧過程では，吸収する熱とエンタルピー変化が等しいので， $L_{1 \rightarrow 2} = h_2 - h_1$ と書ける。

(c) 圧力 p_0 ，温度 T_0 において単位質量の物質が相 1 から相 2 に相転移するとき，系は $L_{1 \rightarrow 2}$ の熱を可逆的に吸収する。したがって $\frac{L_{1 \rightarrow 2}}{T_0} = s_2 - s_1$ であり， $L_{1 \rightarrow 2} = T_0(s_2 - s_1)$ と書ける。

(d) 比ギブズ自由エネルギーを g とすると， $dg = \frac{1}{M}d\mu = -sdT + vdp$ であり，

$s = -\frac{1}{M}\left(\frac{\partial \mu}{\partial T}\right)_p$ である。したがって，前問の答えを使い，

$L_{1 \rightarrow 2} = \frac{T_0}{M}\left[\left(\frac{\partial \mu_1}{\partial T}\right)_p - \left(\frac{\partial \mu_2}{\partial T}\right)_p\right]_{p_0, T_0}$ と書ける。

(e) 状態 p_0, T_0 の近傍では，低温側で安定な相 1 に対する $\left(\frac{\partial \mu_1}{\partial T}\right)_p = \left(\frac{\partial \mu_A}{\partial T}\right)_p$ の方が高温側

で安定な相 2 に対する $\left(\frac{\partial \mu_2}{\partial T}\right)_p = \left(\frac{\partial \mu_B}{\partial T}\right)_p$ よりも大きい。したがって，前問の答えより，

$L_{1 \rightarrow 2} = \frac{T_0}{M}\left[\left(\frac{\partial \mu_1}{\partial T}\right)_p - \left(\frac{\partial \mu_2}{\partial T}\right)_p\right]_{p_0, T_0} > 0$ である。

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

【解答用紙】

Ⅱ－3(流体力学)(Fluid Mechanics)[1/2]

【問題 1 解答欄】[Answer Sheet for Question 1]

この科目を選択しない場合、右欄に✓を記入せよ。

Write “✓” in the box on the right if you **do not** choose this subject.

【出題の意図】 ベルヌーイの定理、流量測定法の理解を確認する。

Objective: To assess the understanding of Bernoulli's theorem and the method of flow rate measurement.

(a)

$$Q = A_1 u_1 = A_2 u_2 \quad (1)$$

(b)

$$\frac{u_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} = \frac{u_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} \quad (2)$$

(c) 圧力差から

$$h = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} \quad (3)$$

From the pressure difference,

$$h = \frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} \quad (4)$$

(d) 問 (a) の答えより u_1 、 u_2 を求め、問 (c) の答えに代入して整理すると

$$Q = \frac{A_1 A_2}{\sqrt{A_1^2 - A_2^2}} \sqrt{2gh} \quad (5)$$

From the answer to Question (a), u_1 and u_2 are calculated. Substituting u_1 and u_2 into the result of Question (c), the expression is simplified as follows:

$$Q = \frac{A_1 A_2}{\sqrt{A_1^2 - A_2^2}} \sqrt{2gh} \quad (6)$$

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

【解答用紙】

Ⅱ－３(流体力学) (Fluid Mechanics) [2/2]

【問題 2 解答欄】【Answer Sheet for Question 2】

この科目を選択しない場合、右欄に✓を記入せよ。

Write “✓” in the box on the right if you **do not** choose this subject.

出題の意図：質量と運動量の保存に関する学力を問う。

Objective: To assess understanding of the conservation of mass and momentum.

- (a) r 方向は, 円運動における加速度と 圧力勾配による力がバランスしており,

In the r -direction, the acceleration in circular motion is balanced by the force due to the pressure gradient,

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \rho r \omega^2.$$

z 方向は, 圧力勾配による力と重力がバランスしており,

In the z -direction, the force due to the pressure gradient is balanced by gravity,

$$\frac{\partial p}{\partial z} = -\rho g.$$

- (b) r 方向の偏微分方程式を積分すると,

By integrating the partial differential equation in the r -direction,

$$\int \frac{\partial p}{\partial r} dr = \int \rho r \omega^2 dr \rightarrow p = \frac{1}{2} \rho r^2 \omega^2 + f(z).$$

$f(z)$ は積分定数で, z のみの関数。積分結果を z 方向の偏微分方程式に代入すると,

$f(z)$ is the constant of integration and is a function of z only. Substituting the result of the integration into the partial differential equation in the z -direction,

$$\frac{df(z)}{dz} = -\rho g.$$

z について積分すると,

By integrating with respect to z ,

$$f(z) = -\rho g z + C.$$

C は積分定数。よって, 圧力分布は,

C is the constant of integration. The pressure distribution is

$$p(r, z) = \frac{1}{2} \rho \omega^2 r^2 - \rho g z + C.$$

境界条件 $r=0, z=z_0$ で $p=p_0$ より,

From the boundary condition $p=p_0$ at $r=0$ and $z=z_0$,

$$p(r, z) = p_0 + \frac{1}{2} \rho \omega^2 r^2 + \rho g(z_0 - z).$$

- (c) 水面 $z=z_s(r)$ では, $p(r, z)=p_0$ なので

At the free surface $z=z_s(r)$, $p(r, z)=p_0$, so

$$p_0 = p_0 + \frac{1}{2} \rho \omega^2 r^2 + \rho g(z_0 - z_s(r))$$

$$\rightarrow z_s(r) = \frac{1}{2} \frac{\omega^2 r^2}{g} + z_0.$$

- (d) 静止時の水の体積は $V = \pi R^2 H$. 回転中の水の体積は上式を積分して,

The volume of water at rest is $V = \pi R^2 H$. When the water is rotating, its volume is obtained by integrating the above equation,

$$\begin{aligned} \int_0^R 2\pi r z_s(r) dr &= \int_0^R 2\pi r \left(\frac{1}{2} \frac{\omega^2}{g} r^2 + z_0 \right) dr \\ &= \frac{\pi}{4} \frac{\omega^2}{g} R^4 + \pi z_0 R^2. \end{aligned}$$

従って,

Therefore,

$$\frac{\pi}{4} \frac{\omega^2}{g} R^4 + \pi z_0 R^2 = \pi R^2 H$$

$$\rightarrow z_0 = H - \frac{1}{4} \frac{\omega^2}{g} R^2.$$

$z_0 > 0$ より,

Since $z_0 > 0$,

$$\omega^2 < \frac{4gH}{R^2}.$$

変数 ω, g, H, R はすべて正値であるから,

Since all the variables ω, g, H and R are positive,

$$\omega < \frac{\sqrt{4gH}}{R}.$$

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

【解答用紙】

Ⅱ－４(制御工学)(Control Engineering)〔1/2〕

【問題 1 解答欄】【Answer Sheet for Question 1】

この科目を選択しない場合、右欄に✓を記入せよ。

Write “✓” in the box on the right if you **do not** choose this subject.

出題のねらい： ラプラス変換, 逆ラプラス変換, および伝達関数の導出を行えるかが問われている。

1. $X(s) = \frac{1}{s+1}U(s), Y(s) = \frac{s}{(s+1)^2}U(s)$

2. $x(t) = e^{-t}, y(t) = (1-t)e^{-t}$

3. $Y(s) = \frac{s}{s+1}X(s)$

4. $y(t) = \frac{1}{2}(-e^{-t} + \sin t + \cos t)$

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

【解答用紙】

Ⅱ－４（制御工学）（Control Engineering）〔2/2〕

【問題 2 解答欄】【Answer Sheet for Question 2】

この科目を選択しない場合、右欄に✓を記入せよ。

Write “✓” in the box on the right if you **do not** choose this subject.

出題のねらい： 周波数応答およびフィードバック系の安定条件を理解しているかが問われている。

1. $a = \frac{5}{2}, b = -1$

2. $a > 0, b + 1 > 0, a(b + 1) - 1 > 0$

3. 回答：(a)

理由：一巡伝達関数 $L(s) = P(s)K(s)$ の位相 $\angle L(j\omega)$ が、 $\omega \rightarrow \infty$ のとき $\angle L(j\omega) \rightarrow -3\pi/2$ rad，および、 $\omega \rightarrow 0$ のとき $\angle L(j\omega) \rightarrow -\pi/2$ rad となるため。