

名城大学

MEIJO UNIVERSITY



MEIJO
UNIVERSITY

2026

入試問題集

大学院入試 7月5日実施

◆ 解答例・出題の意図 ◆

本学では、令和 9（2027）年度入試より入試日程の増設など、入試方式の見直しを行っていますので、出願前に必ず入試情報サイト「MEIJO NAVI」や入試ガイド（以下 URL および QR コード）をご確認ください。

入試ガイド 2027 : <https://www.meijo-u.ac.jp/admissions/pamphlet/>



目 次

7月5日実施

理工学研究科 修士課程

専門科目（数学専攻／一般一次）	2
英語（数学専攻／一般一次）	4
専門科目（数学・建築学専攻以外／一般一次）	5
専門科目（建築学専攻／一般一次）	25
製図（建築学専攻／一般一次）	27

情報工学研究科 修士課程

情報工学（一般一次）	28
------------------	----

理工学研究科 修士課程

数学専攻 一般 一次 専門科目

入試年度	令和8(2026)年度入学試験
研究科・専攻名	理工学研究科 数学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	線形代数学
出題の意図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

公開する解答例には、別解がある場合がある。

(解答例)

(1) $\alpha = 2, \beta = 3$.

(2) 次元は1, 基底の例: $\left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \right\}$

(3) 次元は1, 基底の例: $\left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} \right\}$.

(4) 次元は2, 基底の例: $\left\{ \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix} \right\}$.

(5) 例えば

$$P = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & -2 & 0 \end{pmatrix}, \quad J = P^{-1}AP = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}.$$

以上

入試年度	令和8(2026)年度入学試験
研究科・専攻名	理工学研究科 数学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	微分積分学
出題の意図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

公開する解答例には、別解がある場合がある。

(解答例)

解: (1) $\frac{\partial z}{\partial r} = z_x \cos \theta + z_y \sin \theta, \frac{\partial z}{\partial \theta} = -rz_x \sin \theta + rz_y \cos \theta$

(2) (1) を使え

解: (1) $z = -2x + 4y + 2$
(2) $f(2, 1) = f(-2, -1) = 3$ は極小値

解: $\frac{\pi}{8}$

以上

入試年度	令和8(2026)年度入学試験
研究科・専攻名	理工学研究科 数学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	代数学
出題の意図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

公開する解答例には、別解がある場合がある。

(解答例)

(1) 例えば $f(X) = X(X^2 + 1)$ (2) 例えば $f(X) = X^4 + 2$
(3) 正しくない。

以上

入試年度	令和8(2026)年度入学試験
研究科・専攻名	理工学研究科 数学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	整数論
出題の意図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

公開する解答例には、別解がある場合がある。

(解答例)

(1) $(k+1)^5$ の展開を利用すればよい. 結果は $\frac{1}{30}n(n+1)(2n+1)(3n^2+3n-1)$.

(2) 問題にある通り $\frac{1}{\sin^2 z}$ の部分分数分解と Laurent 展開を通常の様に併用すればできる. $\square$

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科 ・ 専 攻 名	理工学研究科 数学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	幾何学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

公開する解答例には、別解がある場合がある。

(解答例)

- (1) O を原点, $P = (0, 0, -1)$ とするとき, $(2, 0, -1)$ を z 軸の周りに回転させた円をなす。
(2) M がもつ対称性を考慮し, $\frac{6}{25}$ が得られる。

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科 ・ 専 攻 名	理工学研究科 数学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	確率及び統計数学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

公開する解答例には、別解がある場合がある。

(解答例)

- [1] (1) $\varphi_X(0) = E[e^{i0X}] = 1$.
(2) ルベーグの収束定理を用いればよい。
(3) $E\left[\sum_{j=1}^n z_j e^{it_j X}\right]^2 \geq 0$ に帰着させる。
[2]
(1) 再帰算法 (再帰呼出し, 再帰アルゴリズムなど)
(2) $\sin(2, 2) = 1, \sin(3, 2) = 3, \sin(4, 2) = 7, \sin(5, 2) = 15$.
(3) $\sin(n, 2) = 2^{n-1} - 1$ と推測できる. $n = 1$ のとき成り立つ. また, $n = k$ のときに成り立つと仮定すると, 数学的帰納法により $n = k + 1$ のときも示すことができる.
(4) $S_5 = 52$.
[3]
(1) 積の微分を繰り返せば良い.
(2) 部分積分を繰り返せば良い.
[4]
(1) $Z = aE[X|G] + bE[Y|G]$ において条件付期待値の定義の条件を確認し, 一意性を用いればよい.
(2) 任意の $A \in G$ に対して,

$$\int_A E[X|G](\omega) dP|_G(\omega) = \int_A X(\omega) dP|_G(\omega)$$
が成り立つことと, 仮定 $X \geq 0$ を用いればよい.
(3) 凸関数 f が関数族 $G := \{g(x) = ax + b; a, b \in \mathbb{R}\}$ の上包絡線であることと, (1), (2) を用いればよい. $\square$

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科 ・ 専 攻 名	理工学研究科 数学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	関数方程式
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

公開する解答例には、別解がある場合がある。

(解答例)

1. (1) $u'(x) - 2x \cdot u(x) = -e^{-x^2}$. $\square$
(2) $y(x) = \frac{1}{-xe^{-x^2} + e^{x^2}}$. $\square$
2. $M := \max_{x \in [a, b]} f(x) (\geq 0)$ とおく. 仮定 (A) より, 数学的帰納法を用いることによって

$$\forall x \in [a, b], \forall n \in \mathbb{N} \text{ に対して } f(x) \leq M \frac{\{C(x-a)\}^n}{n!} \quad (\spadesuit)$$
の成り立つことが証明される. (f が非負値であることに注意して) ($\spadesuit$) で $n \rightarrow \infty$ とすることにより

$$f(x) = 0 \quad (\forall x \in [a, b])$$
が得られる. $\square$

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科 ・ 専 攻 名	理工学研究科 数学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	複素解析
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

公開する解答例には、別解がある場合がある。

(解答例)

1. $f(z) = -iz^3 + (1+i)c$
2. $\pi e^{3\pi/8}/\sqrt{2}$

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科 ・ 専 攻 名	理工学研究科 数学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	大域解析学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、 本試験科目を通じて確認する。
公開する解答例には、別解がある場合がある。	
(解答例)	
例えば、 $\mathbb{T}^2$ を円板 S_1 と 1 つ穴あきトーラス S_2 に分解して、van-Kampen の定理を用いると	
$\pi_1(\mathbb{T}^2) \cong \langle \lambda, \mu \mid \mu\lambda\mu^{-1}\lambda^{-1} = 1 \rangle \cong \langle \lambda, \mu \mid \mu\lambda = \lambda\mu \rangle$	
となる． $\pi_1(\mathbb{T}^2)$ の関係式 $\mu\lambda = \lambda\mu$ から、 $\pi_1(\mathbb{T}^2)$ は可換群である。	
以上	

数学専攻 一般 一次 英語

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科 ・ 専 攻 名	理工学研究科 数学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	英語
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、 本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
数学用語・数式的表現について適切に訳出されていればよい。	
以上	

数学・建築学専攻以外 一般 一次
専門科目

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 電気電子工学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	電気磁気学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問1

①

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = (3a_x + a_y - a_z) \cdot (2a_x - 3a_y + a_z) = 6 - 3 - 1 = 2$$

②

$$|\mathbf{3A} + \mathbf{B}| = |3(3a_x + a_y - a_z) + 2a_x - 3a_y + a_z| = |11a_x - 2a_z| = \sqrt{121 - 11.18}$$

③

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = (3a_x + a_y - a_z) \times (2a_x - 3a_y + a_z) = \begin{vmatrix} a_x & a_y & a_z \\ 3 & 1 & -1 \\ 2 & -3 & 1 \end{vmatrix} = a_x \begin{vmatrix} 1 & -1 \\ -3 & 1 \end{vmatrix} - a_y \begin{vmatrix} 3 & -1 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} + a_z \begin{vmatrix} 3 & 1 \\ 2 & -3 \end{vmatrix}$$
$$= -2a_x - 5a_y - 11a_z$$

④

$$(-2\mathbf{A} + \mathbf{B}) \times (\mathbf{A} + 3\mathbf{B}) = -2\mathbf{A} \times \mathbf{A} - 6\mathbf{A} \times \mathbf{B} + \mathbf{B} \times \mathbf{A} + 3\mathbf{B} \times \mathbf{B} = -7\mathbf{A} \times \mathbf{B} = -7(-2a_x - 5a_y - 11a_z) = 14a_x + 35a_y + 77a_z$$

問2

①

$$\nabla \phi(x, y, z) = a_x \frac{\partial}{\partial x} (x^2y - 2y^3x^2) + a_y \frac{\partial}{\partial y} (x^2y - 2y^3x^2) + a_z \frac{\partial}{\partial z} (x^2y - 2y^3x^2) = 2xya_x + (x^2 - 6y^3x^2)a_y - 6y^3xa_z$$
$$\nabla \phi(1, 0, 1) = a_y$$

②

$$\nabla \cdot \mathbf{A}(x, y, z) = \frac{\partial}{\partial x} (x^2z) + \frac{\partial}{\partial y} (-3y^3z^2) + \frac{\partial}{\partial z} (xyz^2z) = 2xz - 9y^3z^2 + xy^3$$
$$\nabla \cdot \mathbf{A}(1, 1, 0) = 1$$

③

$$\nabla \times \mathbf{A}(x, y, z) = \begin{vmatrix} a_x & a_y & a_z \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ xz^3 & -2x^2yz & 2yz^4 \end{vmatrix} = a_x \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ -2x^2yz & 2yz^4 \end{vmatrix} - a_y \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial z} \\ xz^3 & 2yz^4 \end{vmatrix} + a_z \begin{vmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} \\ xz^3 & -2x^2yz \end{vmatrix}$$
$$= a_x \left(\frac{\partial}{\partial y} (2yz^4) - \frac{\partial}{\partial z} (-2x^2yz) \right) - a_y \left(\frac{\partial}{\partial x} (2yz^4) - \frac{\partial}{\partial z} (xz^3) \right) + a_z \left(\frac{\partial}{\partial x} (-2x^2yz) - \frac{\partial}{\partial y} (xz^3) \right)$$
$$= (2xz^4 + 2x^2y) a_x + 3xz^2 a_y - 4xyz a_z$$
$$\nabla \times \mathbf{A}(0, -1, 1) = 2a_x$$

問3

直線上では、 $y = 2x - 1$, $1 \leq x \leq 2$

No.1

$$\int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{r} = \int_1^2 ((3x+y)a_x + (x-3y)a_y) \cdot (dx a_x + dy a_y) = \int_1^2 ((5x-1)a_x + (-5x+3)a_y) \cdot (dx a_x + 2dx a_y)$$
$$= \int_1^2 (5x-1)dx + (-10x+6)dx = \int_1^2 (-5x+5)dx = -5 \left[\frac{x^2}{2} - x \right]_1^2 = -\frac{5}{2}$$
$$W = 5 \int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{r} = -\frac{25}{2} \text{ J}$$

問4

①

境界面の電位を V_2 とする。このとき、

$$V_1 - V_1 = -E_1 d_1 = -\frac{D d_1}{\epsilon_1}$$
$$V_2 - V_2 = -E_2 d_2 = -\frac{D d_2}{\epsilon_2}$$

したがって、

$$V_1 - V_1 = -\frac{D d_1}{\epsilon_1} = \frac{D d_2}{\epsilon_2}$$
$$D = \frac{\epsilon_1}{d_1 + \frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} d_2} = \frac{(\epsilon_1 - V_2) \epsilon_1 \epsilon_2}{\epsilon_2 d_1 + \epsilon_1 d_2}$$

②

$0 \leq x \leq d_1$ では、

$$V = V_1 - E_1 x = V_1 - \frac{D}{\epsilon_1} x = V_1 - \frac{(V_1 - V_2) \epsilon_2}{\epsilon_2 d_1 + \epsilon_1 d_2} x$$

$d_1 \leq x \leq d_1 + d_2$ では、

$$V = V_2 + E_2 (d_1 + d_2 - x) = V_2 + \frac{D}{\epsilon_2} (d_1 + d_2 - x) = V_2 + \frac{(\epsilon_1 - V_2) \epsilon_1}{\epsilon_2 d_1 + \epsilon_1 d_2} (d_1 + d_2 - x)$$

問5

①

$r > c$ では、

$$\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 2\pi r B = 0$$
$$B = 0 \text{ (T)}$$
$$H = 0 \text{ (A/m)}$$

②

$c > r > b$ では、

$$\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 2\pi r B = -\mu_0 I \frac{c^2 - r^2}{c^2 - b^2}$$
$$B = -\frac{\mu_0 I}{2\pi r} \frac{c^2 - r^2}{c^2 - b^2} \text{ (T)}$$
$$H = -\frac{I}{2\pi r} \frac{c^2 - r^2}{c^2 - b^2} \text{ (A/m)}$$

No.2

③

$b > r > a$ では、

$$\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 2\pi r B = \mu_0 I$$
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \text{ (T)}$$
$$H = \frac{I}{2\pi r} \text{ (A/m)}$$

④

$a > r$ では、

$$\oint_C \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = 2\pi r B = \mu_0 I \frac{r^2}{a^2}$$
$$B = -\frac{\mu_0 I}{2\pi} \frac{r}{a^2} \text{ (T)}$$
$$H = -\frac{I}{2\pi} \frac{r}{a^2} \text{ (A/m)}$$

以上

No.3

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 電気電子工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	電気回路
出 題 の 意 図	問1：交流回路理論の基礎の理解度を確認する。 問2：回路の過渡応答の基礎の理解度を確認する。 問3：回路計算の基礎の理解度を確認する。 問4：記号法による回路計算の理解度を確認する。 問5：回路の諸定数の理解度を確認する。

(解答例)

問1.

解答例：

$$L_1 = \frac{I_0}{2} \quad L_2 = \frac{I_0}{\sqrt{3}}$$

問2.

解答例：

$$i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \quad W = 50 \quad (J)$$

問3.

解答例：

- (1) (イ) $\dot{Z}_C$ (ロ) $\dot{Z}_B$ (ハ) $\dot{Z}_A$
(2) (ニ) $\dot{Z}_A$ (ホ) $\dot{Z}_C$ (ヘ) $\dot{Z}_B$
(3) (ト) $\dot{Z}_A$ (チ) $\dot{Z}_B$ (リ) $\dot{Z}_C$
(4) 略 (理由・解答の方法が計算欄の内容と矛盾なく正しく記述されていれば正答)

No.1

問4.

解答例：

$$(1) |I| = \frac{V_c}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \quad \tan \phi = \frac{\omega L}{R}$$

$$(2) \dot{V}_R = \left(\frac{R V_c}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \right) e^{j\omega t} - \phi$$

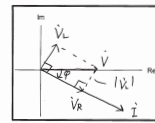
$$\dot{V}_L = \left(\frac{\omega L V_c}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \right) e^{j\omega t} - \phi + \frac{\pi}{2}$$

$$(4) \dot{P}_R = \left(\frac{R V_c^2}{R^2 + \omega^2 L^2} \right) e^{j\omega t} \quad 0$$

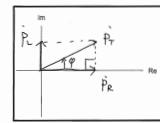
$$\dot{P}_L = \left(\frac{\omega L V_c^2}{R^2 + \omega^2 L^2} \right) e^{j\omega t} \quad \frac{\pi}{2}$$

$$\dot{P}_S = \left(\frac{V_c^2}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}} \right) e^{j\omega t} \quad \phi$$

(3)



(5)



問5.

解答例：

略 (電気回路の参考書等を参照)

以上

No.2

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 電気電子工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	電子回路
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

1.図のようなオペアンプを用いた回路がある。(1) 出力電圧 v_o を求めよ。(2) 入力電圧と出力電圧の比である伝達関数(複素関数で、ゲインと位相が実数部と虚数部で表される)から、過渡応答を求めよ。

解答例：

$$v_o = -\frac{Z_2}{Z_1} v_i = -\frac{R_2}{R_1} v_i = -\frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1+j\omega CR_2} v_i$$

$$\text{伝達関数は} \quad G(j\omega) = \frac{v_o}{v_i} = -\frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1+j\omega CR_2} = -\frac{R_2}{R_1} \frac{1}{1+(\omega CR_2)^2} + j \frac{R_2}{R_1} \frac{\omega CR_2}{1+(\omega CR_2)^2}$$

$$\text{伝達関数の絶対値がゲインであるので} \quad |G(j\omega)| = \left| \frac{v_o}{v_i} \right| = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{\sqrt{1+(\omega CR_2)^2}}$$

断周波数は電圧増幅度が過渡域の増幅度の $1/\sqrt{2}$ 倍となる周波数であるので

$\omega CR_2 = 1$ のとき、すなわち

$$f = \frac{1}{2\pi CR_2}$$

2. 図のような比較回路がある。動作原理を説明せよ。必要な数値を記入して、入力電圧及び出力電圧のグラフを完成させよ。

解答例：

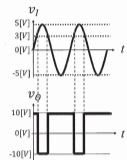
反転入力端子に入力された入力電圧と、非反転入力端子に入力されている基準電圧とを比較し、その大小を出力する回路である。オペアンプの増幅率は理想的に無限大であるので、オペアンプの電源電圧が出力電圧となる。

非反転入力端子の電圧は $\Delta v = v_{(+) - v_{(-)}}$ とすると

出力電圧は $v_o = \Delta v \times \infty \cong V_S$

$$v_i > 3 \text{ のとき} \quad v_o = (3 - v_i) \times \infty \cong -10$$

$$v_i < 3 \text{ のとき} \quad v_o = (3 - v_i) \times \infty \cong 10$$



図のような差動増幅回路がある。トランジスタの電流増幅率を h_{fe} 、入力インピーダンスを h_{ie} とする。(1) 出力電圧 v_{o1} を求めよ。(2) 出力電位差 v_o を求めよ。(3) 差動利得を求めよ。

解答例：

$$\begin{cases} i_{c1} = h_{fe} \cdot i_{b1} \\ h_{ie} = \frac{v_{i1}}{i_{b1}} \\ v_{o1} + V_{RC} = V_{CC} \end{cases}$$

No.1

$$v_{o1} = V_{CC} - R_C \cdot i_{c1} = V_{CC} - R_C \frac{h_{fe}}{h_{ie}} v_{i1}$$

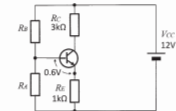
$$v_o + v_{o2} = v_{o1} \quad v_o = v_{o1} - v_{o2} = -R_C \frac{h_{fe}}{h_{ie}} (v_{i1} - v_{i2})$$

$$A_d = \frac{v_o}{v_d} = \frac{v_{o1} - v_{o2}}{v_{i1} - v_{i2}} = -R_C \frac{h_{fe}}{h_{ie}}$$

4. バイポーラトランジスタを用いた増幅回路について、以下の問いに答えよ。ただし、 $h_{fe} \cong \beta$ と近似できるものとし、コンデンサ C_1 、 C_2 、 C_E の容量は十分大きいものとする。また、ベース・エミッタ間電圧 $0.6V$ 、トランジスタの入力インピーダンス h_{ie} を $1k\Omega$ とする。

解答例：

直流等価回路は右図となる。



$$V_{CC} = V_{CE} + V_{RC} + V_{RE}$$

$$I_C = -\frac{V_{CE}}{R_C + R_E} + \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} = -\frac{V_{CE}}{3 + 1} + \frac{12}{3 + 1} = \frac{V_{CE}}{4} + 3$$

$$\text{動作点より} \quad \begin{cases} I_C = 1.5 \text{ mA} \\ I_B = 15 \mu\text{A} \\ V_{CE} = 6 \text{ V} \end{cases}$$

$$I_C = h_{fe} I_B \quad h_{fe} = 100$$

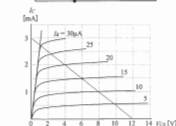
$$I_A = 10 \times I_B = 10 \times 15 \times 10^{-6} = 0.15 \text{ mA}$$

$$V_{RE} = V_E = I_C R_E = 1.5 [V]$$

$$V_B = V_{BE} + V_{RE} = 0.6 + 1.5 = 2.1 [V]$$

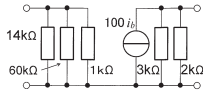
$$R_A = \frac{V_B}{I_A} = \frac{2.1}{0.15 \times 10^{-3}} = 14 \text{ k}\Omega$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_B}{I_A + I_B} = \frac{12 - 2.1}{0.165 \times 10^{-3}} = 60 \text{ k}\Omega$$



No.2

交流等価回路は右図となる。



$$Z_L = \frac{1}{\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \frac{1}{R_{eq}}} = \frac{1}{\frac{1}{60 \times 10^3} + \frac{1}{14 \times 10^3} + \frac{1}{1 \times 10^3}} = \frac{1}{17 \times 10^{-6} + 71 \times 10^{-6} + 1 \times 10^{-3}} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_C // R_L = R_L = \frac{3 \times 2 \times 2 \text{ k}}{3 \times 2 \times 2 \text{ k}} = 1200 \Omega$$

$$A_v = \frac{|V_o|}{|V_i|} = \frac{h_{fe} i_b}{h_{ie} i_b} R_L = \frac{100 \times 1.2 \times 10^3}{1 \times 10^3} = 120$$

以上

No.3

大 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 材料機能工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	電磁気学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。電場と磁場、さらに関連物理量の次元も含めて、満遍なく理解しているかを確認する。

(解答例)

問 1. N (ニュートン), C (クーロン), m (メートル), s (秒) を用いて下記の単位を表せ。(各 5 点×3=計 15 点)

解答例:

$$\text{磁場 } H \left[\frac{C}{ms} \right], \text{ 透磁率 } \mu \left[\frac{Ns^2}{C^2} \right], \text{ ポインティング・ベクトル } S \left[\frac{N}{ms} \right]$$

問 2. 2. 以下の問いに答えなさい。必要ならば、真空中の誘電率 ϵ_0 を用いよ。(計 35 点)

図 1-1 のような、長さ h で半径 r_1 の極めて薄い導体円筒と、それと同じ長さで半径 r_2 の極めて薄い導体円筒が中心軸を共通にして置かれている ($r_1 < r_2$)。導体円筒の中心からの距離は r とする。ただし、 h は r_2 に比べて十分長く、導体円筒端部の影響は無視してよい。

- 半径 r_1 の導体円筒のみを考える。この導体円筒に電荷 Q を一様に与えた場合の、距離 r ($r > 0$) における電場 E_1 を求めよ。
- 続いて、半径 r_2 の円筒のみを考える。この導体円筒に電荷 $-Q$ を一様に与えた場合の、距離 r ($r > 0$) における電場 E_2 を求めよ。
- 上記 E_1 と E_2 を重ね合わせた場合の結果の電気力線を図 1-2 (導体を上からみた図) に記入せよ。これを参考に、距離 r ($r > 0$) における合成電場 E を求めよ。
- この場合、二つの導体円筒が有する静電エネルギーを求めよ。

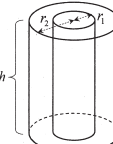


図 1-1

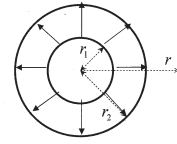


図 1-2

No.1

解答例:

- (1) ガウスの法則より、 $E_1 \cdot 2\pi r h = \frac{Q}{\epsilon_0}$ 。ただし外向きが正とする

$$\Delta E_1 = \begin{cases} 0 & (0 < r < r_1) \\ \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r h} & (r_1 < r) \end{cases} \quad (5 \text{ 点} \times 2)$$

- (2) 同様に、 $E_2 \cdot 2\pi r h (-1) = -\frac{Q}{\epsilon_0}$ 。ただし外向きが正とする。

$$\Delta E_2 = \begin{cases} 0 & (0 < r < r_1) \\ -\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r h} & (r_2 < r) \end{cases} \quad (5 \text{ 点} \times 2)$$

- (3) 電気力線は右上図の通り。全て重ね合わせた合成電場は、

$$\Delta E = \begin{cases} 0 & (0 < r < r_1) \\ \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 r h} & (r_1 < r < r_2) \\ 0 & (r_2 < r) \end{cases} \quad (2.5 \text{ 点} \times 4 \text{ (含む電気力線)})$$

- (4) 途中状態 (電荷が q 蓄積) を考える。その際、極板間の電場は $E = \frac{q}{2\pi\epsilon_0 r h}$ である。微小電荷 Δq を動かすには、 $F_{\text{静}} = -\Delta q E$ が必要である。

これを Δr だけ動かす仕事は、 $\Delta W_{\text{静}} = -\frac{q}{2\pi\epsilon_0 r h} \Delta q \Delta r$ 、ゆえに極板間を動かすための仕事は $\Delta W_q = \sum_{q=0}^Q \left(-\frac{q}{2\pi\epsilon_0 r h} \Delta q \Delta r \right) = -\frac{q \Delta q}{2\pi\epsilon_0 r h} \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{r} dr = \frac{q \Delta q}{2\pi\epsilon_0 h} \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right)$

$$\text{電荷を } 0 \text{ から } Q \text{ まで全て移動させると、} \Delta W = \sum_{q=0}^Q \Delta W_q = \int_0^Q \frac{q}{2\pi\epsilon_0 h} \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right) dq = \frac{1}{2\pi\epsilon_0 h} \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \int_0^Q q dq = \frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 h} \log \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \quad (5 \text{ 点})$$

問 3. 静電場が存在する空間に導体を配置した。この場合、導体内の電荷、電場、および電位はどうか、簡潔に説明せよ。(計 15 点)

解答例:

導体内の電荷は電場よりクーロン力を受け、正電荷は電場方向に、負電荷は電場と逆方向に向かい、それぞれ導体端部まで進み、その端部に正電荷と負電荷が誘起する。(5 点)
上記誘起した電荷により、上記正電場と逆方向に電場が発生する。このとき、導体内の電場をちょうど打ち消すまで必要な電荷が移動するため、導体内電場はゼロになる。(5 点)
導体内は電場がゼロであるため、導体内において電位差は生じない (5 点)

No.2

問 3. 以下の問いに答えなさい。必要ならば、真空中の透磁率 μ_0 を用いよ。(計 35 点)
図 2 のように、一辺に抵抗 R をつないだ U 字型の導線に、もう一本の長さ l の導体棒を接触させて長方形閉回路を形成した。この回路を一様な磁場 H に回路面が垂直になるように配置し、導体棒を速度 v で移動させ、抵抗から遠ざける。このとき、

- 長方形閉回路内の磁束の時間変化から、回路に生じる起電力の大きさを求めよ。
続いて、以下に従って異なる方法でこの回路に生じる起電力を求めよ。
- 移動する導体棒内に存在する全正電荷 q (> 0) が受けるローレンツ力の大きさと向きを求めよ。
- 上記ローレンツ力を受けると導体棒内の電荷が移動する。仮に、U 字型導線には電荷が流れ込まず、導体棒内に留まると仮定すると、導体棒の一端に正の電荷が、逆の端に負の電荷が集まる。この時、もともと導体棒には電荷の分布が全くなかったことを考えると、結局全電荷 q はローレンツ力によってどれだけ相対的に移動したと考えれば良いか。
- 2) と 3) から全電荷 q がされた仕事を求めよ。
- 4) で求めた、された仕事だけ電荷 q の持つ静電エネルギーが増大したと考えることによって、導体棒に発生する起電力を算出せよ。
- ところで、導体棒を移動させると、上記起電力により長方形閉回路に電流が流れる。その電流によって導体棒に加わるローレンツ力を求めよ。
- 6) のローレンツ力に抗って導体棒を速度 v で動かすために、外力がする単位時間当たりの仕事は、長方形閉回路の抵抗で消費される電力と一致することを示せ。

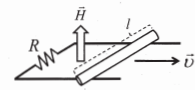


図 2

解答例:

$$1) \Phi = \mu_0 H (S + lvt) \text{ より、} V = -\frac{d}{dt} (\mu_0 H (S + lvt)) = -\mu_0 H vl \text{ ゆえに、起電力の大きさは } \mathcal{E} = \mu_0 H vl$$

$$2) F = qvB = qv\mu_0 H = \mu_0 qvH = \mu_0 Hqv \text{、向きは手前方向}$$

- 3) 移動後に、導体棒手前端部に正電荷が、奥端部に負電荷が蓄積し、かつ、移動前には導体棒には電荷の分布が全くなかったということは、手前端部の正電荷は全て奥端部の負電荷と同じ場所に存在し、ゆえに電荷が分布していない状況になる。したがって、全正電荷 q が移動した距離は相対的に l だけ移動したと考えられる。

$$4) W = Fl = \mu_0 H q vl$$

$$5) W = qV = \mu_0 H q vl \text{ より、} V = \mu_0 H vl \text{、これは 1) と同じ値になる。}$$

$$6) I = V/R = \mu_0 H vl/R, F = lB = [\mu_0 H vl \cdot \frac{1}{R}] \cdot \mu_0 H = (\mu_0 H)^2 v \frac{1}{R}$$

$$7) \text{ 単位時間あたりに外力がした仕事は、6) に釣り合う外力と速度より、} W = Fv = (\mu_0 H vl)^2 \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{v} \text{、一方、抵抗が消費した電力は、} W = VI = \mu_0 H vl \cdot \mu_0 H vl/R = (\mu_0 H vl)^2 \frac{1}{R} \text{、ゆえに両者は一致する。}$$

以上

No.3

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 材料機能工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	量子力学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問1. 光電効果は光の照射によって金属中の自由電子が放出される現象であるが、古典論では実験事実が説明できない。古典論と実験事実の矛盾点を挙げ、量子論でどのような説明がなされるかについて述べよ。

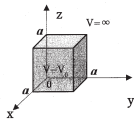
解答例：

古典論では強い強度の光はエネルギーが高いため、金属中の自由電子が光のエネルギーを吸収し、外部へ離脱できると考えるが、実験ではある波長以下の光を照射しない強度で強くても自由電子の放出が生じない。これは量子論におけるエネルギー量子を考慮しなければならないため、波長が短いほどエネルギー量子が大きくなり、金属からの脱出に必要なエネルギーに相当する仕事関数を超えたエネルギーに達しないことによる。

1. 問2. 無限障壁を持つ右図の三次元井戸型ポテンシャルにおいて、シュレディンガー方程式

$$\left\{-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + V(x,y,z)\right\}\varphi(x,y,z) = E\varphi(x,y,z)$$

を解き、波動関数および固有値エネルギーを求めよ。



解答例：

変数分離により、

$$\varphi(x,y,z) = X(x)Y(y)Z(z)$$

において、シュレディンガー方程式に代入すると、

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}\right)X(x)Y(y)Z(z) = EX(x)Y(y)Z(z)$$

$$Y(y)Z(z)\left(-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2}X(x)\right) + X(x)Z(z)\left(-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial y^2}Y(y)\right) + X(x)Y(y)\left(-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial z^2}Z(z)\right) = EX(x)Y(y)Z(z)$$

左辺の()内は、1次元シュレディンガー方程式の左辺に相当し、1次元の式により、

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial x^2}X(x) = E_x X(x)$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial y^2}Y(y) = E_y Y(y)$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2}{\partial z^2}Z(z) = E_z Z(z)$$

すなわち、

$$E = E_x + E_y + E_z$$

が得られる。x に関する1次元の解を求める。一般解は、

$$X(x) = A \cos kx + B \sin kx$$

で与えられる。境界条件により、

$$X(0) = A = 0,$$

$$X(L) = B \sin(kL) = 0$$

No.1

$$k = \frac{n\pi}{L} \quad (n \text{ は正の整数})$$

が得られる。また規格化条件より、

$$\int_0^L |X(x)|^2 dx = B^2 \int_0^L \sin^2\left(\frac{n\pi}{L}x\right) dx = \frac{B^2}{2} \int_0^L \left\{1 - \cos\left(\frac{2n\pi}{L}x\right)\right\} dx$$

$$= \frac{B^2}{2} \left[x \right]_0^L - \frac{B^2}{2} \left[\frac{L}{2n\pi} \sin\left(\frac{2n\pi}{L}x\right) \right]_0^L = \frac{B^2 L}{2} = 1$$

となるため、波動関数 $X(x)$ は、

$$X(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi}{L}x\right)$$

となる。 $Y(y)$, $Z(z)$ についても全く同様であるため、

$$\varphi(x,y,z) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n_x\pi}{L}x\right) \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n_y\pi}{L}y\right) \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n_z\pi}{L}z\right) = \left(\frac{2}{L}\right)^{3/2} \sin\left(\frac{n_x\pi}{L}x\right) \sin\left(\frac{n_y\pi}{L}y\right) \sin\left(\frac{n_z\pi}{L}z\right)$$

固有値エネルギーについては、 $X(x)$, $Y(y)$ を各々1次元のシュレディンガー方程式に代入し、

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n_x\pi}{L}x\right) = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{n_x\pi}{L}\right)^2 \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n_x\pi}{L}x\right) = E_x \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n_x\pi}{L}x\right)$$

$$E_x = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{n_x\pi}{L}\right)^2, E_y = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{n_y\pi}{L}\right)^2, E_z = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{n_z\pi}{L}\right)^2$$

$$E = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 (n_x^2 + n_y^2 + n_z^2)$$

問3. 生成、消滅演算子 a^* および a は、調和振動子の波動関数 $X_n(x)$ に対して、

$$a^* X_n(x) = \sqrt{n+1} X_{n+1}(x)$$

$$a X_n(x) = \sqrt{n} X_{n-1}(x)$$

となる。また、この演算子によって、エネルギー演算子 H や位置演算子 x が表現でき、各々

$$H = \hbar\omega \left(a^*a + \frac{1}{2}\right)$$

$$x = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}} (a + a^*)$$

となる。

(1) x の期待値を求めよ。

(2) ポテンシャルエネルギー V の期待値を求めよ。

(3) 演算子 H を用いて、全エネルギーの期待値を求めよ。

解答例：

(1) x の期待値は、

$$\langle x \rangle = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}} \langle X_n | a + a^* | X_n \rangle = \sqrt{\frac{\hbar}{2m\omega}} \langle X_n | \sqrt{n} X_{n-1} + \sqrt{n+1} X_{n+1} \rangle = 0$$

(2) ポテンシャルエネルギー V は、

$$V = \frac{1}{2} m \omega^2 x^2$$

であり、 x^2 の期待値は、

No.2

$$\langle x^2 \rangle = \langle X_n | \frac{\hbar}{2m\omega} (a + a^*)^2 | X_n \rangle = \frac{\hbar}{2m\omega} \langle X_n | [a^2 + aa^* + a^*a + a'^2] | X_n \rangle$$

$$= \frac{\hbar}{2m\omega} \left\{ \langle X_n | \sqrt{n(n-1)} X_{n-2} \rangle + \langle X_n | (n+1) X_n \rangle + \langle X_n | n X_n \rangle + \langle X_n | \sqrt{(n+1)(n+2)} X_{n+2} \rangle \right\}$$

$$= \frac{\hbar}{2m\omega} (2n+1) = \frac{\hbar}{m\omega} \left(n + \frac{1}{2} \right)$$

となる。したがって、これを上式に代入し、

$$V = \frac{1}{2} m \omega^2 \frac{\hbar}{m\omega} \left(n + \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{2} \hbar \omega \left(n + \frac{1}{2} \right)$$

(3) エネルギー演算子 H を用いて

$$\langle E \rangle = \langle X_n | H | X_n \rangle = \hbar\omega \langle X_n | a^*a + \frac{1}{2} | X_n \rangle = \hbar\omega \langle X_n | a^*a + \frac{1}{2} | X_n \rangle$$

$$a^*a X_n = a^* (\sqrt{n} X_{n-1}) = n X_n \text{ なので、これを上式に代入し、}$$

$$\langle E \rangle = \hbar\omega \langle X_n | a^*a + \frac{1}{2} | X_n \rangle = \hbar\omega \left(n + \frac{1}{2} \right) \langle X_n | X_n \rangle = \hbar\omega \left(n + \frac{1}{2} \right)$$

以上

No.3

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 材料機能工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	熱・統計力学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

1. 300 K の水 1.0 kg の中に 1000 K で 29 g の物体 X を沈めたところ、しばらくして熱平衡に達しともに 320 K になった。水の比熱は 1.0 cal/(g・K) とする。ただし、物体 X や水の比熱や体積の変化は無視でき、熱は物体 X と水の間でのみ移動するものとする。

(a) 水が物体 X から得た熱を cal の単位で求めよ。

解答例：

$$q = mc\Delta T = 2.0 \times 10^4 \text{ cal}$$

(b) 物体 X の比熱はいくらか。cal/(g・K) の単位で求めよ。

解答例：

$$c' = q/(M\Delta T) = 1.0 \text{ cal/(g・K)}$$

No.1

2. 物質の圧力、体積、絶対温度をそれぞれ P 、 V 、 T とする。また、物質の内部エネルギー U 、エントロピー S に対して、 $dU = TdS - PdV$ が成り立つ。以下の問いに答えよ。

(a) 以下のア～エの空欄 $\square$ にあてはまる式や記号を記入せよ（本問に限り導出や解答部分の下線は不要）。

解答例：

$$\text{ア} \quad \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{P}{T} \right)_V = \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \right] - \frac{P}{T^2}$$

$$\text{イ} \quad \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = \left[T \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T \right] - P$$

$$\text{ウ} \quad \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V} \right)_T$$

$$\text{エ} \quad \left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = \left[T^2 \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{P}{T} \right)_V \right]$$

(b) 物質 1 mol の理想気体の状態方程式 $PV = RT$ が成り立つ時、 $\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T$ を求めよ。

解答例：

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T = \left[T^2 \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{P}{T} \right)_V \right] = 0$$

No.2

3. 温度が $T = 300 \text{ K}$ と $T = 500 \text{ K}$ の二つの熱源の間で作業物質を動作させたカルノーサイクルを考える。1 回のサイクルで 4.0 J の熱が高温の熱源から作業物質に移動したとすると、1 回のサイクルで得られる仕事はいくらか？

解答例：

$$\text{効率 } \eta = \frac{W}{Q_h} = \frac{T_h - T_c}{T_h}, \quad W = \eta Q_h = \frac{T_h - T_c}{T_h} Q_h = 1.6 \text{ J}$$

4. 分子の質量を m 、ボルツマン定数を k_B とする。絶対温度 T の理想気体の熱速度 $v_{\text{RMS}} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$ を求め、 m 、 k_B 、 T で表せ。ここで $\langle v^2 \rangle = \int_0^\infty v^2 F(v) dv$ とし、気体の分子の速さが $v \sim v + dv$ の範囲内にある確率を $F(v) dv = \frac{4\alpha^3}{\sqrt{\pi}} v^2 \exp[-\alpha v^2] dv$ 、 $\alpha = \frac{m}{2k_B T}$ とする。必要に応じて、以下の公式や定義を使用してもよい。

$$\Gamma \text{ 関数: } \Gamma(s) = \int_0^\infty x^{s-1} e^{-x} dx, \quad (s > 0), \quad \int_0^\infty v^p \exp(-\alpha v^2) dv = \frac{\alpha^{-\frac{p+1}{2}}}{2} \Gamma\left(\frac{p+1}{2}\right).$$

解答例：

$$\begin{aligned} \langle v^2 \rangle &= 4\alpha^3 \pi^{-\frac{1}{2}} \int_0^\infty v^4 \exp(-\alpha v^2) dv \\ &= 4\alpha^3 \pi^{-\frac{1}{2}} \frac{1}{2} \alpha^{-\frac{5}{2}} \Gamma\left(\frac{5}{2}\right) = 4\alpha^3 \pi^{-\frac{1}{2}} \frac{1}{2} \alpha^{-\frac{5}{2}} \frac{3}{2} \frac{1}{2} \pi^{\frac{1}{2}} = \frac{3}{2\alpha} = \frac{3k_B T}{m} \\ v_{\text{RMS}} &= \sqrt{\frac{3k_B T}{m}} \end{aligned}$$

No.3

5. エネルギー ϵ の状態(軌道)を N 個の粒子が占有するとき、大分配関数 $Z_G = \sum_{N=0}^\infty \lambda^N \exp[-\beta N \epsilon]$ 、分布関数 $f(\epsilon) = \lambda \frac{\partial}{\partial \lambda} (\ln Z_G)$ と表される。ただし温度を T 、ボルツマン定数を k_B 、化学ポテンシャルを μ とし、 $\beta = \frac{1}{k_B T}$ 、 $\lambda = \exp \beta \mu$ とする。

フェルミオンの分布関数 $f(\epsilon)$ を求め、 ϵ 、 β 、 μ を用いて表せ。フェルミオンでは $N_{\text{max}} = 1$ である。

解答例：

$$\begin{aligned} Z_G &= 1 + \lambda \exp(-\beta \epsilon) \\ f(\epsilon) &= \lambda \frac{\partial}{\partial \lambda} (\ln Z_G) = \lambda \frac{\partial}{\partial \lambda} \ln[1 + \lambda \exp(-\beta \epsilon)] \\ &= \frac{\lambda \exp(-\beta \epsilon)}{1 + \lambda \exp(-\beta \epsilon)} = \frac{1}{\lambda^{-1} \exp(\beta \epsilon) + 1} = \frac{1}{\exp[\beta(\epsilon - \mu)] + 1} \end{aligned}$$

以上

No.4

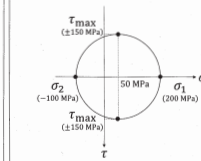
入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 材料機能工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	材料力学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問 1. 平面応力状態における主応力とモールの応力円【25 点】

解答例：

(1) (2) 150 MPa (3) 125 MPa (4) $129.9(75\sqrt{3}) \text{ MPa}$



問 2. 両端単純支持はりのたわみ【40 点】

解答例：

(1) $R_A = R_D = P$ (2) $M_{AB} = Px$, $M_{BC} = Pl$, $M_{CD} = P(3l - x)$

(3) $y_{AB} = -\frac{Px}{6EI}(x^2 - 6l^2)$, $y_{BD} = -\frac{Pl}{6EI}(3x^2 - 9lx + l^2)$ (4) $y_D = \frac{23}{2} \frac{Pl^3}{EI}$

問 3. 応付き丸棒の不安定ねじり【35 点】

解答例：

(1) $T_A + 3T + T_D = 0$ (2) $T_{AB} = -T_A$ (3) $T_{BC} = 2T - T_A$ (4) $T_{CD} = -T_A - 3T$

(5) $\sum \phi = \frac{1}{2GJ_p}(T_{AB} + 2T_{BC} + 4T_{CD}) = 0$ (6) $T_A = -\frac{5}{7}T$ (7) $T_D = -\frac{13}{7}T$ (8) $\phi_{x=l} = \frac{15}{7} \frac{Tl}{GJ_p}$

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入試試験	
研 究 科 専 攻 名	理工学専攻科 材料機能工学専攻	【修士課程・博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次	
試 験 科 目 名	物理学論	
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、 本試験科目を通じて確認する。	

(解答例)

問 1. 格子定数 0.405 nm で面心立方格子構造を持つ金属であるアルミニウム (Al) について、以下の問いに答えよ。ただし、 $\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $\pi = 3.14$ とし計算せよ。

(a) 最近接原子間距離、および第 2 近接原子間距離を求めよ。有効数字 3 桁で答えよ。

最近接原子間距離: 0.286 nm. 第 2 近接原子間距離: 0.405 nm

(b) 最近接原子、および第 2 近接原子の配位数 (原子数) を求めよ。

最近接原子配位数: 12. 第 2 近接原子配位数: 6

(c) Al 原子を剛球体と考えた場合の充填率を求めよ。有効数字 3 桁で答えよ。

0.738

問 2. $T = 0\text{K}$ において、一边の長さが L の立方体の中に、 N 個の 3 次元自由電子が存在する場合を考える。3 次元自由電子の質量を m 、立方体の体積を $V = \ell^3$ 、ブランク定数を h 、 $h/2\pi = \hbar$ とし、以下の問いに答えよ。

(a) 3 次元自由電子の波数ベクトル $k = (k_x, k_y, k_z)$ の大きさを $k = |\mathbf{k}|$ としたとき、3 次元自由電子のエネルギー ϵ を求めよ。

$$\epsilon = \frac{\hbar^2 k^2}{2m}$$

(b) 3 次元自由電子のエネルギー状態密度 $D(\epsilon)$ を求めよ。

$$D(\epsilon) = \frac{V}{2\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar^2} \right)^{3/2} \epsilon^{1/2}$$

(c) 3 次元自由電子の全エネルギー E を求め、フェルミエネルギー ϵ_F を使って表せ。

$$E = \frac{V}{5\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar^2} \right)^{3/2} \epsilon_F^{5/2}$$

問 3. 図のような、質量 M の一価離の原子が一直線上に自然長 a のばねで繋がれていて、一次元結晶を考える。ここで、 u_{j-1} , u_j , u_{j+1} を $j-1$, j , $j+1$ 番目の原子の平衡位置からの変位量、 $K(a>0)$ をばね定数とし、原子の変位はすべて右向きを正とする。ただし、 j 番目の原子には、これに加えて $j-1$ 番目の原子及び $j+1$ 番目の原子だけからばねを介して力が作用するものとする。以下の問いに答えよ。

(a) j 番目の原子の両側にある 2 つのばねのポテンシャルエネルギーの和 U_j を、 u_{j-1} , u_j , u_{j+1} を使って表せ。

$$U_j = \frac{1}{2} K(u_{j-1} - u_j)^2 + \frac{1}{2} K(u_j - u_{j+1})^2$$

(b) j 番目の原子に対する運動方程式を、 u_{j-1} , u_j , u_{j+1} を使って表せ。

$$M \frac{d^2 u_j}{dt^2} = -K(2u_j - u_{j-1} - u_{j+1})$$



図: 1 種類の原子がばねによってつながっている 1 次元結晶

No. 1

(c) 質点の原子の位置変位 u を、角周波数 ω 、波数 k 、振幅 A の右向き進行波とすると、格子振動の分散関係である ω と k の関係を求め、 ω を M, K, a, k および正弦関数 ($\sin$ 関数) で表せ。ただし、 $\omega=0$ とする。

$$\omega = 2 \sqrt{\frac{K}{M}} \sin \frac{ka}{2}$$

(d) 波数 k が 0 に近いとき、格子振動の分散関係 (近似式) を求めよ。

$$\omega = a \sqrt{\frac{K}{M}} k$$

(e) 前問(d) で求めた分散関係を表す振動モードの名称を答えよ。また、なぜそうに呼ばれるか理由を答えよ。

音響モード

理由: 波数 k が 0 に近い領域の格子振動が波と同じ速度を示すから

以上

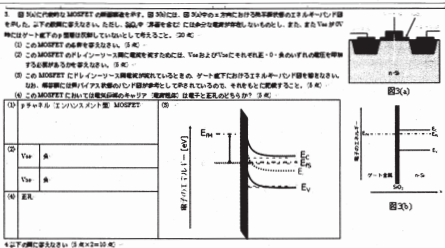
No.2

[illegible]

No. 1

[illegible]

No.2



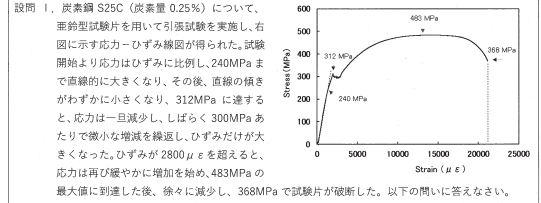
設問II. 一般に炭素鋼においては、炭素量が高い程、高強度となるが、一方で脆性が増して靱性が低下する。その理由を述べなさい。	
解答例：	
炭素量が増加すると鋼中に炭化物であるセメンタイト Fe ₃ C が多く生成されるため、硬く高強度になるが、一方で脆く脆性を示す。炭素量が共析点未満の場合、共析変態によりフェライトとセメンタイトが層状に析出したパーライト粒子が増加し、共析点を越える場合には、さらにパーライトの粒界にセメンタイトが析出する。	
設問III. 各々の炭素量とブリネル硬さを フェライト (0.02%、90HBW)、セメンタイト (6.67%、1400HBW) とすると、相量比の割合によりパーライトのブリネル硬さはどれ程になるか？ また、延性材料における引張強さ σ_b [MPa] とブリネル硬さ HBW の関係 (実験的換算式) を $\sigma_b = 3.43HBW$ とすると、S25C (炭素量 0.25%) の引張強さはどれ程になるか？	
解答例：	
パーライトにおける フェライト相量 $F = (6.67 - 0.77) / (6.67 - 0.02) = 0.887$ セメンタイト相量 $C = (0.77 - 0.02) / (6.67 - 0.02) = 0.112$ 硬さ HBW $P_{HBW} = 0.887 \times 90 + 0.112 \times 1400 = 236.6$ [HBW]	
S25C における フェライト相量 $F = (0.77 - 0.25) / (0.77 - 0.02) = 0.693$ パーライト相量 $P = (0.25 - 0.02) / (0.77 - 0.02) = 0.307$ 硬さ HBW $H = 0.693 \times 90 + 0.307 \times 236.6 = 135.01$ 引張強さ $\sigma_b = 3.43 \times 135.01 = 463.084$ [MPa]	
S25C の引張強さ 463.1 [MPa]	

設問IV. ステンレス鋼 SUS304 は、18-8 ステンレスの別称があり、高強度の耐食性材料である。化学成分、金属組織、材料特性の特徴を述べなさい。

解答例：
化学成分 (組成) として、18% の Cr、8% の Ni を含み、Cr による酸化クロムの安定した不働態膜が形成され耐食性が高く、Ni の添加により、金属組織がオーステナイト (充填率 0.74) になり、高強度となり、置換型固溶体であるため、降伏現象を示さず、また非磁性である。
耐食性が高い：18% の Cr を含み、酸化クロム (水酸化クロム) の安定した不働態膜が形成される。この不働態膜が損傷しても、直ぐに大気中の酸素と反応し、不働態膜が再生される。
非磁性で高強度：8% の Ni 添加により、金属組織がオーステナイト (充填率 0.74) になる。M 殻 3d 軌道の 6 個の電子が、3 個の電子対を形成し、磁性を打ち消し、非磁性となる。
降伏現象を示さない：置換型固溶体であり、転位を固着する炭素や窒素が含まれておらず、コッレル効果が生じない。

No.3

入試年度	令和 8 (2026) 年度入試試験
研究科・専攻名	理工学研究科 材料機能工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	機械材料
出題の意図	建築、機械、自動車など、あらゆる産業の基盤となる鉄鋼材料について、機械的性質やこれが発現する仕組みを正しく理解し、志望研究分野の修学に係る能力として身につけているか、本試験科目を通じて確認する。



設問 I. 炭素鋼 S25C (炭素量 0.25%) について、亜鉛型試験片を用いて引張試験を実施し、右図に示す応力-ひずみ線図が得られた。試験開始より応力はひずみに比例し、240MPa まで直線的に大きくなり、その後、直線の傾きがわずかに小さくなり、312MPa に達すると、応力は一旦減少し、しばらく 300MPa あたりで微小な増減を繰返し、ひずみだけが大きくなった。ひずみが 2800 $\mu\epsilon$ を超えると、応力は再び緩やかに増加を始め、483MPa の最大値に到達した後、徐々に減少し、368MPa で試験片が破断した。以下の問いに答えなさい。

- (1) 【空欄】に適語を記入しなさい。
- 解答例：
試験初期の比例関係は「フックの法則」と呼ばれ、 $\sigma = E\epsilon$ の式で表される。このとき直線の傾きは「縦弾性係数」に相当する。応力が 312 MPa を超えると塑性変形が生じ、評価値は「全体」的に細長く伸び、さらに最大引張応力を過ぎると局所的な変形として「絞り変形・ネッキング」が生じ、徐々に大きくなって破断している。このように大きな「塑性変形」を伴う破壊は「延性破壊」と呼ばれる。また応力-ひずみ線図の面積は、材料が破壊までに吸収する「エネルギー量・仕事量」であり、材料の性質として「靱性・破壊靱性」と呼ばれる。
- (2) 応力 312MPa から瞬間的に 10MPa 程度減少し、300MPa 付近で停滞する現象を説明しなさい。
- 解答例：
降伏現象と呼ばれる。引張試験により生じた転位の周囲に固溶されている炭素が集まり、転位が固着され (コッレル固着)、これを引き離すために大きな力が必要になり、転位の固着が一気に解消されると、比較的小さい応力で変形が進行し、リュデース帯と呼ばれる局所的な変形帯が発生し、これが全体に広がる間、新たな転位や加工硬化が発生せず、応力は一定に保たれる。
- (3). ひずみが 2800 $\mu\epsilon$ を過ぎると、再び応力が上昇する理由を説明しなさい。
- 解答例：
降伏現象が終わると、再び転位が発生して転位密度が高くなり、転位が絡み合って転位の移動が困難になる加工硬化が生じ、さらなる転位の発生と移動には、より大きな応力が必要になるため。

No.1

設問II. 一般に炭素鋼においては、炭素量が高い程、高強度となるが、一方で脆性が増して靱性が低下する。その理由を述べなさい。

解答例：
炭素量が増加すると鋼中に炭化物であるセメンタイト Fe₃C が多く生成されるため、硬く高強度になるが、一方で脆く脆性を示す。炭素量が共析点未満の場合、共析変態によりフェライトとセメンタイトが層状に析出したパーライト粒子が増加し、共析点を越える場合には、さらにパーライトの粒界にセメンタイトが析出する。

設問III. 各々の炭素量とブリネル硬さを フェライト (0.02%、90HBW)、セメンタイト (6.67%、1400HBW) とすると、相量比の割合によりパーライトのブリネル硬さはどれ程になるか？ また、延性材料における引張強さ σ_b [MPa] とブリネル硬さ HBW の関係 (実験的換算式) を $\sigma_b = 3.43HBW$ とすると、S25C (炭素量 0.25%) の引張強さはどれ程になるか？

パーライトにおける フェライト相量 $F = (6.67 - 0.77) / (6.67 - 0.02) = 0.887$ セメンタイト相量 $C = (0.77 - 0.02) / (6.67 - 0.02) = 0.112$ 硬さ HBW $P_{HBW} = 0.887 \times 90 + 0.112 \times 1400 = 236.6$ [HBW]	
S25C における フェライト相量 $F = (0.77 - 0.25) / (0.77 - 0.02) = 0.693$ パーライト相量 $P = (0.25 - 0.02) / (0.77 - 0.02) = 0.307$ 硬さ HBW $H = 0.693 \times 90 + 0.307 \times 236.6 = 135.01$ 引張強さ $\sigma_b = 3.43 \times 135.01 = 463.084$ [MPa]	
S25C の引張強さ 463.1 [MPa]	

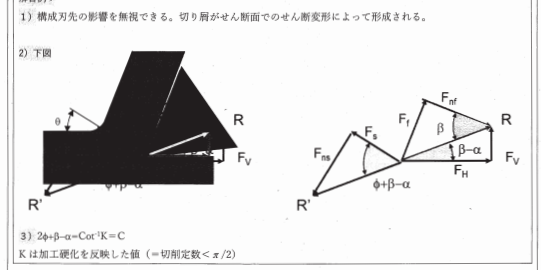
設問IV. ステンレス鋼 SUS304 は、18-8 ステンレスの別称があり、高強度の耐食性材料である。化学成分、金属組織、材料特性の特徴を述べなさい。

解答例：
化学成分 (組成) として、18% の Cr、8% の Ni を含み、Cr による酸化クロムの安定した不働態膜が形成され耐食性が高く、Ni の添加により、金属組織がオーステナイト (充填率 0.74) になり、高強度となり、置換型固溶体であるため、降伏現象を示さず、また非磁性である。
耐食性が高い：18% の Cr を含み、酸化クロム (水酸化クロム) の安定した不働態膜が形成される。この不働態膜が損傷しても、直ぐに大気中の酸素と反応し、不働態膜が再生される。
非磁性で高強度：8% の Ni 添加により、金属組織がオーステナイト (充填率 0.74) になる。M 殻 3d 軌道の 6 個の電子が、3 個の電子対を形成し、磁性を打ち消し、非磁性となる。
降伏現象を示さない：置換型固溶体であり、転位を固着する炭素や窒素が含まれておらず、コッレル効果が生じない。

No.2

入試年度	令和 8 (2026) 年度入試試験
研究科・専攻名	理工学研究科 材料機能工学専攻【修士課程/博士前期課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	材料加工学
出題の意図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

- (解答例)
1. 金属材料の 2 次元切削モデルに関する以下の設問に答えよ。
- 1) 同モデルが切削機構の解析に利用する際の必要条件を 2 つ挙げよ。
- 2) 下の図に同モデルの概略図を描け。なお、せん断角、摩擦角、すくい角、切込み、切り屑厚さ、および切削抵抗はそれぞれ、 ϕ 、 β 、 α 、 t_1 、 R とし、図中に記載すること。
- 3) チタンやステンレスのように、加工硬化の激しい材料に関して ϕ 、 β 、 α の関係を導き出せよ。導出の過程も中に記述のこと。

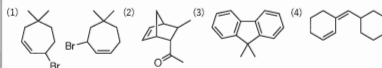


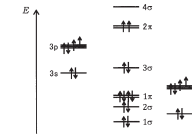
解答例：
1) 構成刃先の影響を無視できる。切り屑がせん断面でのせん断変形によって形成される。
2) 下図
3) $2\phi + \beta - \alpha = \text{const} = K$
 K は加工硬化を反映した値 (= 切削定数 < $\pi/2$)

2. 研削加工において、砥粒形状が半頂角 75° の円錐で近似できる場合の研削抵抗比 (= 主分力/背分力) を求めよ。※根号の展開や円周率 (= π) の数値化は不要であり、解の中にそのまま記載すること。ただし、計算過程は記載のこと。

解答例：
 $p = q/p = \pi \cdot (2\sqrt{3}) / 4$ (= 0.21)

以上

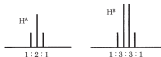
入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 応用化学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	有機化学
出 題 の 意 図	研究科・専攻の人材養成目的を達成するため、応用化学分野の基盤の一つである有機化学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
問 1.	
解答例・解説：  (1) 共役ジエンに対する 1,2-付加・1,4-付加。(2) Diels-Alder 反応 (立体化学は不問)。(3) 分子内の Friedel-Crafts アルキル化。(4) 共役ジエンを生成する E2 反応 (立体化学は不問)。	
問 2.	
解答例・解説： (1) Wulsten 反応を伴う S_N2 反応。(2) ポイントは 3 点：山が 1 つであること (中間体を經由しない)、出発物質のエネルギーの違いが主要因であること、活性化エネルギーと反応速度を関連づけていること。	
問 3.	
解答例・解説： (1) A: SOCl_2 , B: AlCl_3 , C: NaBH_4 。 (2) (i) アセタールの加水分解、(ii) アルドール縮合、(iii) 塩化アルシルによるアミド生成。 (3)  アミンのアルキル化と考えると、「塩基が必要なこと」と「過剰なアルキル化を避けること」のどちらかが書かれていること。 参考文献：E. C. Kornfeld et al. <i>J. Am. Chem. Soc.</i> 1954, 76, 5256.	
以上	

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 応用化学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	無機化学
出 題 の 意 図	原子・分子の構造、元素の性質、無機化合物の結合性および反応性に関する基礎的事項を、定性的・定量的両面から理解できているか、本試験科目を通じて確認する。
解答例	
1. 1) S: $(1s)^2(2s)^2(2p)^4(3s)^1(3p)^1$ O: $(1s)^2(2s)^2(2p)^4$ 2) S: 2.44 O: 3.50 3) S: 原子軌道 SO: 分子軌道 O: 原子軌道  4) 2 5) SO 分子は、2π 軌道に二つの対電子を有するため常磁性と判断できる。	
2. 1) 酸素と、少なくとも他の 1 種類の元素と。酸素に結合した少なくとも 1 個の水素を含む、水素イオンを失って共役塩基を生成する化合物。 2) $8.09 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 3) K_a : 3.11×10^{-9} pK_a : 8.51 4) 名称: ホウ酸 ルイス構造: 	
3. 1) ア: 4 イ: FeO_4 ウ: Sn エ: Zn キ: Cr カ: Nd キ: $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ 2) A: ハーバー・ボッシュ B: フォントン C: 炭酸 D: フェロセン E: ヘモグロビン 3) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ 4) 鉄鉱石中の SiO_2 や Al_2O_3 などと反応してスラグを生成することにより、不純物を除去する。 生成したスラグの溶融物が溶融した鉄より密度が低い表面に浮き、鉄の酸化を防ぐ。 (下線部が含まれていれば可とする。CO ₂ を放出し、C との不純物反応で還元に必要な CO を生成する) も正常とする。) 5) Co, Ni 6) Ca, K, Na, Mg 7) 内殻の d 電子の数が異なるのみで、価電子の数が族番号によらず 1 または 2 で共通しているため。	
4. 1) 第二近接: $\sqrt{2}r$ 第三近接: $\sqrt{3}r$ 2) 0.281 nm 3) ア: 構造 イ: 1.456 ウ: $764 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 4) $390 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	
以上	

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 応用化学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	物理化学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
問 1. 相転移や化学変化に伴う気体の体積変化、およびそれに伴い発生する仕事について理解しているかを確認する。	
解答例： (1) 100g の水は $n = 100/18 = 5.56 \text{ mol}$ である。密度は $1\text{g}/\text{cm}^3$ であるため、液体の体積は 100 cm^3 となる。気体の体積は、 $pV = nRT$ より、 $V = nRT/p = 5.56 \times 8.31 / (1013 \times 100) = 0.17 \text{ m}^3 = 0.17 \times 10^6 \text{ cm}^3 = 1.70 \times 10^6 \text{ cm}^3$ である。(1.70 × 10 ⁶ - 100)/100 = 1699 になるため、約 1700 倍。 (2) $W = -p \Delta V = -p nRT / p = -nRT$ である。この式に $n = 5.56$, $R = 8.3$, $T = 373$ を代入すれば、 $W = -1.72 \times 10^4 \text{ J}$ (-17.2 kJ) (3) $2\text{H}_2\text{O}(\text{liq}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ (4) $2\text{H}_2\text{O}(\text{liq}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$ であるから、2 モルの液体の水から、3 モルの気体が発生することになる。この気体により、仕事 W が行われる。 $pV = nRT$ より 体積 $V = nRT/p$ の気体が発生する。反応式より、100/18 モルの水 (100 cm ³) から、 $n = 100/18 \times 3/2$ モルの 27℃、1 気圧の気体が発生することになる。この気体の体積は $V = nRT/p = 100/18 \times 3/2 \times 8.3 \times 300 / (1013 \times 10^3) = 0.205 \text{ m}^3$ (2.05 × 10 ⁵ cm ³) である。100 cm ³ の液体が 2.05 × 10 ⁵ cm ³ の気体になるため、初めの液体の体積は無視できるほど小さい。つまり、電気分解で生じた気体が占める V は単純に体積変化 ΔV に一致 ($\Delta V = V_{\text{gas}} - V_{\text{liq}} = V$) すると考えてもよい (下記計算では水の体積を参入)。 $W = -p \Delta V = -1013 \times 10^3 \times (100/18 \times 3/2 \times 8.3 \times 300 / (1013 \times 10^3) - 100 \times 10^{-6}) = -20740 \text{ J}$ (-20.7 kJ)	
問 2. 溶液と平衡状態にある気相の組成とその蒸気圧、および温度-組成図の読み方について理解しているかを確認する。	
解答例： (1) ベンゼン 1000 g は $1000/78.1 = 12.8 \text{ mol}$ 。トルエン 1000 g は $1000/92.1 = 10.6 \text{ mol}$ したがって、ベンゼンのモル分率は、 $12.8/(12.8+10.6) = 0.547$ (2) トルエンのモル分率は、 $1 - 0.547 = 0.453$ したがって、この溶液の蒸気圧は、 $10 \text{ kPa} \times 0.547 + 2.8 \text{ kPa} \times 0.453 = 5.47 + 1.27 = 6.7 \text{ kPa}$ 。 (3) ベンゼンとトルエンのモル分率が 0.5 のとき、液相線の温度は 92℃。 したがって、沸点は 92℃ (4) 92℃における気相線のトルエンのモル分率は 0.72	
問 3. 気相と固相界面における固相表面での脱吸着反応について反応速度論的に理解しているかを確認する。	
解答例： (1) $-\frac{dP_A}{dt} = k_p P_A$ (2) $-\frac{dP_A}{dt} = k_p P_A$ だから、変数分離して $\int \frac{dP_A}{P_A} = -k_f t$ となり、 $\ln P_A = -kt + \ln P_0$ したがって、 $P_A = P_0 \exp(-kt)$ (3) 反応物と固相の触媒は均一系、異相の触媒は不均一系である。ここでは反応物が気体、触媒が固体であるから、不均一触媒である。 (4) 平衡が成り立つから、 $k_a N(1 - \theta) P_A = k_d N \theta = 0$	
No.1	

したがって、 $\theta = \frac{k_a P_A}{k_a P_A + k_d} = \frac{K P_A}{K P_A + 1}$ (5) $\frac{dP_A}{dt} = k_{\text{cat}} N \theta = \frac{k_a k_{\text{cat}} P_A}{K P_A + 1}$ (6) $K P_A \gg 1$ より、 $K P_A + 1 = K P_A$ と近似できることから、 $\frac{dP_A}{dt} = N k_{\text{cat}}$ $\theta = 1$ であるから、ほぼ完全に被覆された状態である。脱着してもすぐさま吸着して被覆されるような状況なので、 P_A の変化に依存せず反応が進む。	以上
No.2	

解答用紙裏面

- 4.
- 1) ア) $h\nu = KE + BE + \phi$ に $h\nu = 1253.6$, $KE = 964.2$, $\phi = 5.0$ を代入して, $BE = 284.4 \text{ eV}$
- イ) 電子吸引性の水酸基が付加されたため, C から OH の方に電子が移動し, C はプラスにイオン化される。X 線照射により C 1s 軌道から脱出した光電子は, イオン化していない C 原子から放出した電子よりも強い静電引力が働くこととなる。このため, 結合エネルギーが高くなる。
- 2) ウ) 一定の電場ベクトルの大きさをもった電磁波が右方向に回転しながら伝搬する光が右回り円偏光であり, 同時に左方向に回転しながら伝搬する光が左回り円偏光である。直線偏光は電場ベクトルがその方位を変えることなく, 単振動をするように電場ベクトルの大きさを変えながら伝搬する光である。この直線偏光は, 右回り円偏光と左回り円偏光の電場ベクトルの合成として表される。つまり, 直線偏光は右回り円偏光成分と左回り円偏光成分からなる電磁波である。
- エ) 構図解説
- オ) プラス
- 3) ア) 
- イ) B→D→C→A

想定配点: 各 5 点 【ア】は 10 点】 合計 40 点

No.2

試験年度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研究科・専攻名	理工学研究科 機械工学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	熱力学
出題の意図	研究科の人材養成目的を把握し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

解答例

問 1 (a), 各値は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} Q_{12} &= 0 \\ Q_{23} &= \frac{mR}{1 \text{ K}} (T_3 \Delta T_2) \\ Q_{34} &= \frac{mR}{1 \text{ K}} (T_4 \Delta T_3) \\ Q_{45} &= 0 \\ Q_{51} &= \frac{mR}{1 \text{ K}} (T_1 \Delta T_4) \end{aligned}$$

問 1 (b), 各値は以下のとおりである。

$$\begin{aligned} W_{12} &= \frac{mR}{1 \text{ K}} (T_2 \Delta T_1) \\ W_{23} &= 0 \\ W_{34} &= mR (T_4 \Delta T_3) \\ W_{45} &= \frac{mR}{1 \text{ K}} (T_5 \Delta T_4) \\ W_{51} &= 0 \end{aligned}$$

問 1 (c), 各値は以下のとおりである。

$$\beta = 1 \text{ A} = \frac{1}{1000} \text{ A} = 0.001 \text{ A}$$

問 1 (d), 各値は以下のとおりである。

$$\beta = 0.622$$

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研究科・専攻名	理工学研究科 機械工学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	流体力学
出題の意図	機械工学専攻の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問題 1.

解答例:

$$\begin{aligned} (1) \quad \frac{p_1}{\rho_e} + \frac{V_1^2}{2} &= \frac{p_2}{\rho_e} + \frac{V_2^2}{2} \\ (2) \quad Q &= A_1 V_1 = A_2 V_2 \text{ より} \\ V_2 &= \frac{1}{\sqrt{(A_2/A_1)^2 - 1}} \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{\rho_e}} \\ (3) \quad V_2 &= \frac{1}{\sqrt{(A_2/A_1)^2 - 1}} \sqrt{\frac{2g h_{p_e}}{\rho_e}} \end{aligned}$$

問題 2.

解答例:

- (1) 例えば、「検査体積の流体に働く力は、検査面を通過した運動量の変化、すなわち検査面から流出する運動量から流入する運動量を引いたものに等しい」など。
- (2) 例えば、「直径 d の円管流れの場合、平均速度を U 、流体の動粘度 ν とし、 $Re = U d / \nu$ で定義され、実用上 $Re < 2300$ では層流、 $Re > 2300$ では乱流とされる」など。
- (3) 例えば、「オイラーの平衡方程式とは、静止流体の圧力勾配と流体に作用する体積力のつり合いを表す式である」など。

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研究科・専攻名	理工学研究科 機械工学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	材料力学
出題の意図	志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

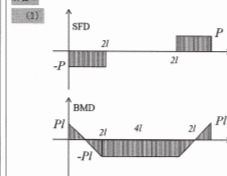
問 1. 丸棒のねじり

解答:

$$\begin{aligned} (1) \quad T_D &= \frac{17}{33} T_C \quad T_A = \frac{16}{33} T_C \\ (2) \quad \phi_C &= \frac{544}{33} \frac{T_C l}{G \pi d^4} \end{aligned}$$

問 2. 両端支持梁

解答:



$$\begin{aligned} (1) \quad I_z &= \left(\frac{32}{3} - \frac{17}{32} \pi \right) b^4 \\ (2) \quad \sigma &= \frac{M}{Z} = \frac{M}{I_z} 2b \\ (3) \quad \theta &= \frac{Plx - 4Pl^2}{EI_z} \quad y = \frac{Plx^2 - 8Pl^2x + 12Pl^3}{2EI_z} \end{aligned}$$

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 機械工学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	材料強度学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

【問題 1】図 1 内線の航空機は、約 0.6 MPa の圧力が与えられている (1 気圧は $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)。機体を直径 6m、厚さ 1.2mm のアルミニウム合金の管と仮定し、以下の問いに答えなさい。ただし、アルミニウム合金の破壊じん性 K_{IC} は $50 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ 、疲労き裂進展速度 da/dN と応力拡大係数 K_{IC} の関係は、 $da/dN = 1 \times 10^{-10} \times \Delta K^4$ (da/dN : m/cycle, ΔK : $\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$) とする。

(1) 機体方向に全長 1mm のき裂が見つかった。このき裂の応力拡大係数を小数点以下 3 桁まで求めなさい。ただし、直径 d 、厚さ t の薄肉円筒に内圧 p が作用するときの内圧方向応力は $pd/2t$ で表される。

(2) 1.2mm のき裂から疲労き裂が進展し、不安定破壊に至るまでのき裂成長を求めなさい。

(3) 全長 1mm のき裂が機体の寿命経過しのみで進展すると仮定すると、あと何回飛行できるか求めなさい。ただし、疲労き裂進展寿命 N_f は以下の式で表され、 C_1 、 m は Paris-Erdogan 則 $da/dN = C_1 \times \Delta K^m$ の係数、 a_0 は初期き裂長さ、 a_c は不安定破壊直前のき裂長さとする。

$$N_f = \frac{1}{C_1 \Delta K^m} \left[\frac{1}{m+1} \left(\frac{a_c}{a_0} \right)^{m+1} - \frac{1}{m+1} \right]$$

(4) 点検時に発見できる最小のき裂長さが 1mm から 0.1mm になったとき、航空機を安全に運行するための検査間隔を何回に出来るか求めなさい。

【解答例】

(1) $\sigma = pd/2t$
 $= 0.6 \times (1.013 \times 10^5) \times 6 / (2 \times (1 \times 10^{-3})) = 151.95 \text{ [MPa]}$
 $K = \sigma \sqrt{\pi a} = 151.95 \sqrt{\pi \times (0.5 \times 10^{-3})} = 6.022 \text{ [MPa}\sqrt{\text{m}}]$ [答え]

(2) 破壊直前のき裂長さを a_c とすると、 $K_{IC} = 50 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}} = 151.95 \sqrt{\pi a_c}$
 $2a_c = 0.0689 \text{ [m]} = 68.9 \text{ [mm]}$ [答え]

(3) $C_1 = 1 \times 10^{-10}$, $m = 4$, $a_0 = 151.95$, $a_c = 0.5 \text{ mm}$, $a_f = 34.45 \text{ mm}$ を代入すると、 $N_f = 40269 \text{ [cycles]}$ [答え]

(4) $a_0 = 0.05 \text{ mm}$ として計算すると、 $N_f = 139267 \text{ [cycles]}$
 よって、 $139267 / 40269 = 3.4584 \cdots$ 約 3.46 回 [答え]

No.1

【問題 2】ある機の疲労試験を行った結果、応力振幅が 320MPa のときの破断繰返し数は 1.0×10^6 回、240MPa のときは 2.0×10^6 回であった。以下の問いに答えなさい。

(1) 有限寿命域における応力振幅と破断繰返し数の関係が、片対数グラフ上で直線と表されると、応力振幅 280MPa と 260MPa における破断繰返し数を予測しなさい。

(2) この材料を、応力振幅 280MPa で 2.0×10^6 回繰返し負荷を考えた後、応力振幅を 260MPa に変えて引き続き疲労試験を行った。応力振幅変更後、あと何回の繰返し負荷で破断するか予測しなさい。ただし、この材料はマイナー則 ($D = S_N/N_f - 1$) に従うとする。

【解答例】

(1) $\sigma = A \log N_f + B$
 $\begin{cases} 320 = A \log 10^6 + B \\ 240 = A \log (2 \times 10^6) + B \end{cases}$
 $\begin{cases} 320 = 5A + B \\ 240 = 6.30 + B \end{cases}$
 $A = 41.5, B = 627.5$ [答え]
 $\sigma_{280} = -61.5 \log N_f + 627.5$
 $a_0 = 280, 260$ を代入して $N_f = 446684$ 回, 945366 回 [答え]

(2) $\frac{2 \times 10^6}{446684} + \frac{a_0}{945366} = 1$
 $a_0 = 52084.21$ より、52085 回 [答え]

No.2

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 機械工学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	機械要素
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

選択問題【1】 次の文を読み、問 1-1～1-3 に答えよ

機械を構成する要素や部品がある与えられた条件で規定の期間中、要求された機能を果たす確率を信頼度という。また N 個の構成要素や部品のうち所定の期間 1 までに故障した数が n 個であったとき、故障を起こす確率を不信頼度という。信頼度を R 、不信頼度を F とおいてこれを R, n, N を用いて表すと、 $n = N(1 - R)$ 、 $F = 1 - R$ である。機械を様々な要素や部品から構成されるシステムとすると、要素や部品の構成により、(a) システム (図 1-1)、(b) システム (図 1-2)、(c) システム (図 1-3) と様型化できる。今、システムを構成する要素数が n 個あり、その各構成要素の信頼度を $R_1, R_2, \dots, R_n$ とすれば、(a) システムの信頼度 = (3)、(b) システムの信頼度 = (4)、(c) システムの信頼度 = (5) となる。

図 1-1

図 1-2

図 1-3

問 1-1 ①、②に入る式を答えよ。
 問 1-2 文中の a, b, c に、図 1-1～1-3 を表す語が入る。a, b, c に入る語を答えよ。
 問 1-3 ③、④、⑤に入る式を、 $R_1, R_2, \dots, R_n$ を用いて導出し、求めよ。m はシステムの列数を表す。

No.1

解答例：

□ 問題 1-1 ① $R = 1 - \frac{n}{N}$ ② $F = \frac{n}{N}$
 □ 問題 1-2 a: 直列 b: 並列 c: シート並列
 □ 問題 1-3 ③ 直列システム 信頼度は各品数の乗算となる
 $R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdots R_n$
 ④ 系列の不信頼度は $F_i = 1 - R_1 \cdot R_2 \cdots R_n$ ($i = 1, 2, \dots, n$)
 m 列の直列システムの不信頼度は $F = F_1 \cdot F_2 \cdots F_m = (1 - R_1 \cdot R_2 \cdots R_n)^m$ とする
 よに並列システムの信頼度 R は
 $R = 1 - F$
 $R = 1 - (1 - R_1 \cdot R_2 \cdots R_n)^m$
 ⑤ 図 1-3 の各ユニットの信頼度を求める。信頼度は④の結果から
 $R_1 = 1 - (1 - R_1)^m$
 $R_2 = 1 - (1 - R_2)^m$
 $\vdots$
 $R_m = 1 - (1 - R_m)^m$
 これよりユニット並列システムの R は
 $R = R_1 \cdot R_2 \cdots R_m$
 $= \{1 - (1 - R_1)^m\} \cdot \{1 - (1 - R_2)^m\} \cdots \{1 - (1 - R_m)^m\}$

No.2

- 選択問題【2】 ねじの力学について、次の問2-1～2-3に答えよ。
- 問2-1 図2-1のような角ねじのねじ面に、荷重（軸力） Q が働いている物体を水平方向の力 F によって右方向に滑らせるとき（すなわち角ねじを締め付ける場合）、 $F = Q \tan(\rho + \beta)$ なる関係があることを導け。なお、ねじ面と物体との摩擦係数を μ 、摩擦角を ρ とおくと、 $\mu = \tan \rho$ の関係がある。
- 問2-2 三角ねじを締める場合の F と Q の関係は、ねじ山の角度を 2α （図2-2）のとき、 $F = Q \tan(\rho' + \beta)$ となることを、問2-1の結果を用いて導け。 ρ' は三角ねじ面の摩擦角であり、 $\tan \rho' = \tan \rho / \cos \alpha$ なる関係がある。
- 問2-3 軸力 Q を作用させるための三角ねじの締め付けトルク T を求めたい。ねじの有効径 d_2 上に集中的に力 F が作用するものとして、 T を求めよ。

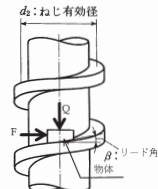


図2-1 角ねじ

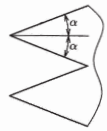


図2-2 三角ねじのねじ山角度

No.3

- 解答例：
- 【2】問2-1
- ねじの斜面方向のつり合いを考える
斜面と物体に作用する摩擦力を f として
 $F \cos \beta - Q \sin \beta - f = 0 \dots (1)$
斜面に垂直な方向の力のつり合いを考える
垂直抗力 F_N とおく
 $F_N = F \sin \beta + Q \cos \beta \dots (2)$
②より
 $f = \mu F_N = \mu (F \sin \beta + Q \cos \beta) \dots (3)$
①に(3)を代入して
 $F \cos \beta - Q \sin \beta - \mu (F \sin \beta + Q \cos \beta) = 0$
 $F = Q \frac{\sin \beta + \mu \cos \beta}{\cos \beta - \mu \sin \beta} = Q \frac{\sin \beta + \tan \rho \cos \beta}{\cos \beta - \tan \rho \sin \beta}$
 $= Q \frac{\sin \beta \cos \rho + \sin \rho \cos \beta}{\cos \beta \cos \rho - \sin \beta \sin \rho} = Q \frac{\sin(\beta + \rho)}{\cos(\beta + \rho)} = Q \tan(\beta + \rho)$
問2-2
三角ねじ面の垂直抗力を F_N' とおく
ねじ山と垂直抗力 F_N' の関係は、 $F_N' = \frac{F_N}{\cos \alpha}$
三角ねじ面と物体との摩擦係数は、 $f' = \mu F_N'$ となる
 $f' = \frac{\mu}{\cos \alpha} (F \sin \beta + Q \cos \beta)$ (問2-1の②より)
問2-1の①に代入して整理すると
 $F = Q \frac{\sin \beta + \frac{\mu}{\cos \alpha} \cos \beta}{\cos \beta - \frac{\mu}{\cos \alpha} \sin \beta} = Q \frac{\sin \beta + \frac{\tan \rho}{\cos \alpha} \cos \beta}{\cos \beta - \frac{\tan \rho}{\cos \alpha} \sin \beta}$
ここで $\tan \rho' = \frac{\tan \rho}{\cos \alpha}$ の関係より $F = Q \frac{\sin \beta + \tan \rho' \cos \beta}{\cos \beta - \tan \rho' \sin \beta} = Q \tan(\beta + \rho')$
問2-3
 F は有効径 d_2 上の一点に集中するものとして
 $T = F \cdot \frac{d_2}{2} = Q \tan(\beta + \rho') \cdot \frac{d_2}{2}$

No.4

入試年度	令和8(2026)年度入学試験
研究科・専攻名	理工学研究科 機械工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	機械加工学
出題の意図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

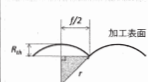
問1. 切削温度と切削熱に関する記述で、不適切なものを全て選べ。

解答例：
1 4 8 10

問2. 旋削加工で旋削バイトの刃先先端の丸みで加工面が生成されるとき、加工面には、刃先丸みが転写される。この時の理論表面粗さ R_a （最大高さ R_a に相当）を、工具の刃先丸み r と、一回転当たりの送り量 f を用いて表せ。ただし、図を描いて刃先丸みと一回転当たりの送り量の関係性がわかるようにすること。

解答例：

旋削加工の加工面を幾何学的に表すと以下のようになり、幾何学的な関係から以下の式が成り立つ。



$$(r - R_a)^2 + \left(\frac{f}{2}\right)^2 = r^2$$

この式を展開して R_a^2 の項が他の変数よりも明らかに小さいので無視すると

$$R_a = \frac{f^2}{8r}$$

問3.

解答例：

研削加工では、切り込みを与えても実際に工作物から削り取られる量は、切り込みよりも少なく、削り残しが生じる。その理由を4つ示し、対策方法を述べよ。

- 砥石摩耗（半径分）
- 法線研削砥石による砥石軸と工作物軸の変位
- 砥石接触部の弾性変形
- 工作物表面の塑性変形による切削溝や盛り上がりにより、削り残しが発生する。

対策としては、研削火花がなくなるまで研削を続けるスパークアウト研削を行うと、削り残し量をある程度減らすことができる

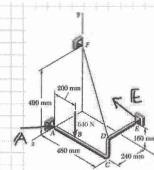
以上

入試年度	令和8(2026)年度入学試験
研究科・専攻名	理工学研究科 機械工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試験区分	一般 一次
試験科目名	機械力学
出題の意図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問1.

解答例：



支持点A, Eの反力をそれぞれ
A, Eとす。

桁AEの釣り合い条件より
これを利用して解く。

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

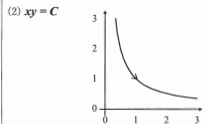
$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

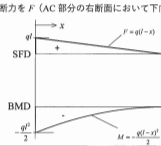
$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

No.1

入 試 年 度	令和8(2026)年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 交通機械工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一次
試 験 科 目 名	流体力学
出 題 の 意 図	交通機械工学専攻の志望専修分野及び関連分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
問1. 下記の1)~4)について説明せよ。1) 連続の式、2) 境界層、3) レイノルズの相似則、4) ストークスの定理 解答例: 1) 流体の質量保存を表す式、2) 粘性流体において物体表面近くの速度が遅い領域、3) 慣性力と粘性力の比が同じならば、流れ場が相似になるという法則、4) 高度の面積分はその面の周囲に沿う循環に等しいという定理	
問2. ビトー管による風速測定の原理を式を用いて説明せよ。式に用いた記号についても説明すること。 解答例: 全圧 P_t 静圧 P_s 密度 ρ 風速 U とするとベルヌーイの定理は $\rho U^2/2 + P_s = P_t$ と書けるので、これより $U = \sqrt{2(P_t - P_s)/\rho}$	
問3. 無風状態において、翼面積 $A=10[\text{m}^2]$ 、質量 $m=100[\text{kg}]$ の無人グライダーが揚力と自重が釣り合った状態で $50[\text{km/h}]$ の等速度 U で水平飛行している。翼面積を代表面積としたとき、このグライダーの揚力係数 C_L はいくらになるか? 空気密度 $\rho=1.2[\text{kg/m}^3]$ 、重力加速度 $g=9.8[\text{m/s}^2]$ とする。 解答例: $C_L=0.85$	
問4. 図のように、3種類の液体の入ったメノータがある。このうち2種類の液体の密度は、 $\rho_1=1000[\text{kg/m}^3]$ 、 $\rho_2=800[\text{kg/m}^3]$ であることがわかっているが、 ρ_3 はわからなかった。B点とA点の圧力差 $P_B - P_A$ が $3500[\text{Pa}]$ であり、 $h_1=400[\text{mm}]$ 、 $h_2=300[\text{mm}]$ 、 $h_3=200[\text{mm}]$ であった。 ρ_3 はいくらになるか? 重力加速度 $g=9.8[\text{m/s}^2]$ とする。(図省略) 解答例: 1414.3 kg/m^3	
問5. 複素速度ポテンシャル $W(z) = A z^2$ (A は実数) で与えられる時、次の問いに答えよ。ただし、複素数 $z = x + iy$ とする。(1) 速度ポテンシャル ϕ と流れ関数 ψ を求めよ。(2) 流線の式を求め、座標(1,1)を通る流線を図示せよ。矢印で流れの方向を示すこと。 解答例: (1) $\phi = A(x^2 - y^2)$, $\psi = 2Axy$ 。 (2) $xy = C$ 	

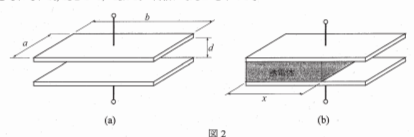
以上

入 試 年 度	令和8(2026)年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 交通機械工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一次
試 験 科 目 名	材料力学 (機械材料含む)
出 題 の 意 図	交通機械工学専攻の志望専修分野及び関連分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
問1. 図1は、長さ、断面積、ヤング率がそれぞれ l_1, A_1, E_1 と l_2, A_2, E_2 の棒 AB と BC が接合された段付き棒が上端 A で固定され、接合部 B と下端 C に軸方向荷重 P_1, P_2 が作用している状態を表している。この段付き棒の自重は無視できるものとして、以下の問いに答えなさい。 (1) 各棒の任意の断面における軸力 (棒の軸方向の内力) を求めよ。ただし AB 間、BC 間の軸力をそれぞれ Q_1, Q_2 とする。 解答例: $Q_1 = -P_1 + P_2$, $Q_2 = P_2$	
(2) $P_1=10 \text{ kN}$, $P_2=30 \text{ kN}$, $A_1=100 \text{ mm}^2$, $E_1=210 \text{ GPa}$, $l_1=420 \text{ mm}$, $A_2=300 \text{ mm}^2$, $E_2=70 \text{ GPa}$, $l_2=350 \text{ mm}$ のとき、この段付き棒全体の伸びを求めよ。 解答例: 段付き棒全体の伸びを Δ とすると、 $\Delta=0.9 \text{ mm}$	
問2. 図2は、等分布荷重 q を受ける長さ l 、ヤング率 E 、断面2次モーメント I の片持ちはりを示している。以下の問いに答えなさい。 (1) 支持点での支持反力と支持モーメントを約合式より求めよ。 解答例: 点 A における支持反力を R_A (図2の上向きを正)、支持モーメントを M_A (はりを下に凸に曲げる向きを正) とすると、 $R_A = ql$, $M_A = -\frac{ql^2}{2}$	
(2) はりの任意の位置 x (支持点 A を原点とする) におけるこのはりのせん断力 F と曲げモーメント M を求め、せん断力図(SFD)と曲げモーメント図(BMD)を図2下に描画せよ。 解答例: 点 A から x の位置のはりの上りの点を C とし、C で切断した断面におけるせん断力を F (AC 部分の右断面において下向きを正)、曲げモーメントを M (AC 部分を下に凸に曲げる向きを正) とすると、 $F = q(l-x)$, $M = -\frac{q(l-x)^2}{2}$ 	
(3) このはりのたわみ曲線を求めなさい。ただし、このはりのたわみを y とすると、曲げモーメント M 、曲げ剛性 EI とたわみ y の間に $EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -M$ の関係がある。 解答例: $y = \frac{q}{24EI} (6l^3 x^2 - 4lx^3 + x^4)$	

以上

入 試 年 度	令和8(2026)年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 メカトロニクス工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	電磁気学
出 題 の 意 図	理工学部メカトロニクス工学専攻の人材養成目的を理解し、メカトロニクス領域における電気分野の修学に係る電磁気学の能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
問1. 図1(a)に示すように、初期状態として x 軸上の点 A ($x=-2a$) に電荷 1 とし点電荷 $3Q$ がある ($a, Q>0$)。電位の基準は無窮遠とする。真空の誘電率を ϵ_0 とする。以下の問いに答えよ。 (1) 電荷1から距離 w のところの電界の大きさ E を書き、電荷1から遠ざかる方向を正方向とする。 (2) 図1(b)に示すように、 x 軸上の点 B ($x=3a$) に新たに電荷2として点電荷 Q を配置する。この電荷を無窮遠から点 B まで運ぶのに必要な仕事 W を求めよ。 (3) 図1(b)の点 B における電荷2に働く力の大きさ F と向きを求めよ。 (4) 図1(b)の原点 O における電界の大きさ E と向きを求めよ。 (5) 図1(b)の原点 O における電位 V を求めよ。 (6) 図1(c)に示すように y 軸上の点 C ($y=b, b>0$) にさらに電荷 $-5Q$ を置いて原点 O における電位を0とする。 b を求めよ。 	
解答例: (1) $E = \frac{3Q}{4\pi\epsilon_0 w^2}$ (向きは、電荷から遠ざかる方向。) (2) $W = \frac{3Q^2}{20\pi\epsilon_0 a}$ (結果のみ示す。) (3) $F = \frac{3Q^2}{100\pi\epsilon_0 a^2}$ 向きは x 軸正方向。 (結果のみ示す。) (4) $E = \frac{23Q}{144\pi\epsilon_0 a^2}$ 向きは x 軸正方向。 (結果のみ示す。) (5) $V = \frac{11Q}{24\pi\epsilon_0 a}$ (結果のみ示す。) (6) $b = \frac{30}{11} a$ (結果のみ示す。)	
問2. 図2(a)に示すように、二辺の長さが a および b の長方形の導体板2枚が距離 d の間隔で平行に配置されたコンデンサがある。真空の誘電率を ϵ_0 とする。以下の問いに答えよ。 (1) 極板間が真空のとき、以下の問いに答えよ。 (i) コンデンサの容量 C と a, b, d との関係式で表せ。	

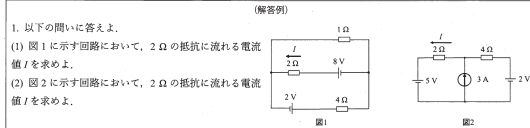
No.1

(ii) 極板間に電圧 V の電池を接続して定常状態になった後、電池を繋いだまま極板間距離を2倍にする。このとき、極板に蓄えられる電荷はどうなるか。理由とともに述べよ。変化する場合は何倍になるかも答えよ。 (iii) 極板間に電圧 V の電池を接続して定常状態になった後、電池を取り外してから極板間距離を2倍にする。このとき、コンデンサに蓄えられているエネルギーはどうなるか。理由とともに述べよ。変化する場合は何倍になるかも答えよ。 (iv) 極板間に直流電源を接続して電圧 V を印加して定常状態になった後、直流電源を繋いだまま、極板の電荷が変化しないように電圧を調整しながら極板間距離を2倍にする。極板間距離を2倍にしたときに加えている電圧を V_2 とすると、 V_2 は V_1 の何倍になるかを求めよ。 (2) 図2(b)に示すように、比誘電率 κ の誘電体板を左から距離 x のところまで挿入する。誘電体挿入前と後の静電容量をそれぞれ C_1, C_2 とし、 C_2 は C_1 の何倍になるかを求めよ。 	図2
解答例: (1) (i) $C = \epsilon_0 \frac{ab}{d}$ (ii) 極板の電荷 Q は、静電容量 C および極板間電圧 V と $Q = CV$ の関係にある。電池を繋いだままなので、 V は一定。また、(i)より、 d が2倍になることにより静電容量は1/2になる。したがって電荷は1/2倍になる。 (iii) コンデンサに蓄えられるエネルギー U は、極板の電荷 Q および静電容量 C と $U = \frac{Q^2}{2C}$ の関係にある。電池を取り外したことで、 Q は一定。また、(i)より、 d が2倍になることにより静電容量は1/2になる。したがってエネルギーは2倍になる。 (iv) 極板間距離を変化させる前後の静電容量をそれぞれ C_1, C_2 とすると、(i)より $C_2 = \frac{1}{2} C_1$ である。 $Q = CV$ の関係より、電荷が変化しないようにするには $C_1 V_1 = C_2 V_2$ $\Delta V_2 = \frac{C_1}{C_2} V_1 = \frac{C_1}{\frac{1}{2} C_1} V_1 = 2V_1$ したがって、 V_2 は V_1 の2倍である。 (2) C_2 は C_1 の $\left\{(\kappa - 1) \frac{x}{b} + 1\right\}$ 倍になる。 (結果のみ示す。)	

以上

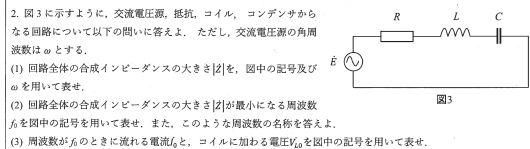
No.2

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 メカトロニクス工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	電気・電子回路
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、希望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。



解答例：

(1) 3 [A]
(2) 1.5 [A]



解答例：

(1)

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

(2)

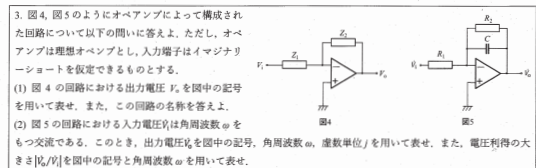
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$
共振周波数

(3)

$$I_0 = \frac{E}{R}$$

$$V_L = \frac{E}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

No.1



解答例：

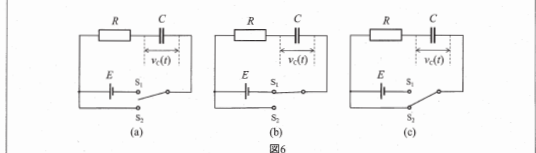
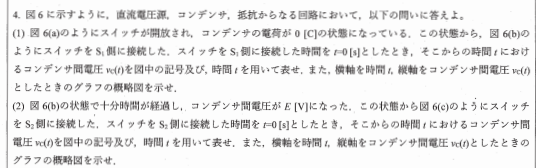
(1)

$$V_o = -\frac{Z_2}{Z_1} V_i$$
反転増幅回路

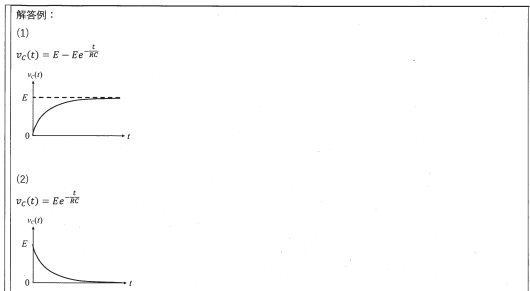
(2)

$$V_o = -\frac{R_2}{R_1} \frac{V_i}{1 + j\omega C R_2}$$

$$|V_o/V_i| = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega C R_2)^2}}$$



No.2



No.3

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 メカトロニクス工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	制御工学
出 題 の 意 図	理工学研究科メカトロニクス工学専攻の人材養成目的を理解し、制御システム系設計プロセスの総合能力を身につけているか、本試験科目を通じて要求仕様から設計・評価まで一貫して実行できるかを確認する。

(解答例)

問題 1. 伝達関数 $P(s) = \frac{1}{s^2(1+0.3s)}$ について、(1) 周波数特性 (ゲイン特性 $|P(j\omega)|$ 、位相特性 $\angle P(j\omega)$) を求めよ。

(2) $\omega \square 1$ および $\omega \rightarrow \infty$ における $|P(j\omega)|$ および $\angle P(j\omega)$ を近似し、ベクトル軌跡を描け。

解答例：

(1) の解答例： 20P

$$G_s(\omega) = |P(j\omega)| = \frac{\sqrt{0.09\omega^2 + 1}}{\omega^2(0.09\omega^2 + 1)}$$

$$G_s(\omega) = \angle P(j\omega) = -90^\circ - 90^\circ - \tan^{-1}(0.3\omega)$$
(2) の解答例： 10P
 $\omega \square 1$ の時

$$|P(j\omega)| \approx \frac{1}{\omega^3} \xrightarrow{\omega \rightarrow \infty} \infty \quad \angle P(j\omega) \approx -180^\circ$$
 $\omega \rightarrow \infty$ における

$$|P(j\omega)| \approx \frac{1}{0.3\omega^3} = 0 \quad \angle P(j\omega) \approx -270^\circ$$

問題 2. システム伝達関数 $G(s) = \frac{3(s)}{s(s+3)}$ 、 $u(t) = \cos t$ を加えたときの $y(t)$ を求めよ。

(ラプラス変換公式： $\mathcal{L}[e^{-at}] = \frac{1}{s+a}$ 、 $\mathcal{L}[\cos(\omega t)] = \frac{s}{s^2 + \omega^2}$ 、 $\mathcal{L}[\sin(\omega t)] = \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$ を適宜用いよ)

解答例： 30P

$$y(t) = \frac{3}{10} e^{3t} - \frac{1}{10} (3 \cos t - \sin t)$$

問題 3. 図 3.1 に示したフィードバックシステムについて、制御対象の伝達関数を $P(s) = \frac{2}{s(s+3)}$ とし、ゲイン

No.1

および位相特性の概略図(折れ線近似)により、以下の設計仕様(a)および(b)を満足するコントローラを設計する。

- (a) 単位定速度入力 $(r(t)=t)$ に対する定常速度偏差が 0.1 以下であること。
 (b) 位相余裕が 50° であること。次の問を答えよ。

- (1) 目標入力 $R(s)$ から $E(s)$ までの伝達関数を求めよ(導出過程も示せ)。
 (2) 単位定速度入力 $(r(t)=t)$ に対する定常偏差を求めよ。
 (3) P コントローラ $C(s)=K_p$ とするとき、仕様(a)を満たす比例係数 K_p の範囲を求めよ。
 (4) (3)の条件を満たすある比例係数 K_p を用いた $K_p P(s)$ のボード線図の概略図を図 3.2 で示す。位相余裕の仕様を満たすためには、PD コントローラ $C(s)=K_p(1+T_D s)$ の位相進み補償が必要であり、 $\angle C(j\omega_p) = \tan^{-1} \omega_p T_D = \Phi_m$ を検討する必要がある。位相余裕が 50° となる T_D を求め

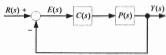


図 3.1

解答例：

(1)の解答例：10P

$$G_e(s) = \frac{E(s)}{R(s)} = \frac{s(s+3)}{s^2+3s+2C(s)}$$

(2)の解答例：10P

$$e_s = \lim_{t \rightarrow \infty} e(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{s(s+3)}{s^2+3s+2C(s)} = -\frac{3}{2C(s)}$$

(3)の解答例：10P 単位定速度の定常偏差： $-\frac{3}{2K_p} = e_s \leq 0.1$ から $K_p \geq 15$ である。

(4)の解答例：10P 位相余裕の仕様($\Phi_m=50^\circ$)を満たすために、PD コントローラ $C(s)=K_p(1+T_D s)$ の位相進み補償が必要である。 $\Phi_m=50-30=20$ 、 $\angle C(j\omega_p) = \tan^{-1} \omega_p T_D = \Phi_m$ 、 $T_D = \frac{\tan 20}{\omega_p} \approx \frac{0.36}{5} = 0.073$

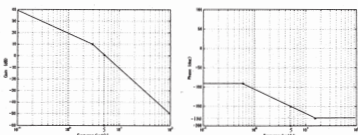


図 3.2

以上

No.2

入試年度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研究科・専攻名	理工学研究科 メカトロニクス工学専攻 [修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程]
試験区分	一般 一次
試験科目名	信号処理工学
出題の意図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問 1. (1)

解答例：

$$\begin{aligned} 1. \quad & \cos \omega_0 t \cos \omega_1 t = \frac{1}{2} (\cos(\omega_0 + \omega_1)t + \cos(\omega_0 - \omega_1)t) \\ & \int_0^T \cos \omega_0 t \cos \omega_1 t dt = \frac{1}{2} \int_0^T (\cos(\omega_0 + \omega_1)t + \cos(\omega_0 - \omega_1)t) dt \\ & = \frac{1}{2} \left[\frac{\sin(\omega_0 + \omega_1)t}{\omega_0 + \omega_1} + \frac{\sin(\omega_0 - \omega_1)t}{\omega_0 - \omega_1} \right]_0^T \\ & = \frac{1}{2} \left[\frac{\sin(\omega_0 + \omega_1)T}{\omega_0 + \omega_1} + \frac{\sin(\omega_0 - \omega_1)T}{\omega_0 - \omega_1} \right] \\ & T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi \quad \omega_0 = 1 \quad \omega_1 = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} 1 dt = \pi \end{aligned}$$

問 1. (2)

解答例：

$$\begin{aligned} 2. \quad & \text{等価系 } K_m = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2} \cos \omega_0 t = \frac{1}{2} \cos \omega_1 t \\ & \Rightarrow \quad \cos \omega_0 t = \cos \omega_1 t \quad \Rightarrow \quad \omega_0 t = \omega_1 t + 2\pi n \quad \Rightarrow \quad \omega_0 = \omega_1 + \frac{2\pi n}{t} \\ & \Rightarrow \quad \omega_0 = \omega_1 \quad \Rightarrow \quad \omega_0 = 1 \quad \Rightarrow \quad \omega_1 = 1 \quad \Rightarrow \quad \omega_0 = \omega_1 = 1 \end{aligned}$$

問 1. (3)

解答例：

$$\begin{aligned} 3. \quad & \text{等価系 } K_m = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2} \cos \omega_0 t = \frac{1}{2} \cos \omega_1 t \\ & \Rightarrow \quad \cos \omega_0 t = \cos \omega_1 t \quad \Rightarrow \quad \omega_0 t = \omega_1 t + 2\pi n \quad \Rightarrow \quad \omega_0 = \omega_1 + \frac{2\pi n}{t} \\ & \Rightarrow \quad \omega_0 = \omega_1 \quad \Rightarrow \quad \omega_0 = 1 \quad \Rightarrow \quad \omega_1 = 1 \quad \Rightarrow \quad \omega_0 = \omega_1 = 1 \end{aligned}$$

No.1

問 1. (4)

解答例：

$$\begin{aligned} 1. \quad & g(t) = x \\ & dx = \frac{2}{\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos k\omega t dt = \frac{2}{\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos k\omega t dt \\ & = \frac{2}{\pi} \left[\frac{\sin k\omega t}{k\omega} \right]_{-\pi/2}^{\pi/2} = \frac{2}{\pi} \left[\frac{\sin k\omega \pi}{k\omega} - \frac{\sin(-k\omega \pi)}{k\omega} \right] = 0 \\ & \Rightarrow \quad \frac{2}{\pi} \left[\frac{\sin k\omega \pi}{k\omega} + \frac{\sin k\omega \pi}{k\omega} \right] = \frac{4}{\pi} \frac{\sin k\omega \pi}{k\omega} \\ & \Rightarrow \quad \frac{4}{\pi} \frac{\sin k\omega \pi}{k\omega} = \frac{4}{\pi} \frac{\sin k\omega \pi}{k\omega} \\ & \Rightarrow \quad \frac{4}{\pi} \frac{\sin k\omega \pi}{k\omega} = \frac{4}{\pi} \frac{\sin k\omega \pi}{k\omega} \\ & \Rightarrow \quad \frac{4}{\pi} \frac{\sin k\omega \pi}{k\omega} = \frac{4}{\pi} \frac{\sin k\omega \pi}{k\omega} \end{aligned}$$

No.2

問 2.

解答例：

$$\begin{aligned} 2. \quad & f(x) \rightarrow f(\tau) \\ & f(x) = \begin{cases} 1 & 0 \leq x < 1 \\ 0 & 1 \leq x < 2 \end{cases} \\ & f(\tau) = \begin{cases} 1 & 0 \leq \tau < 1 \\ 0 & 1 \leq \tau < 2 \end{cases} \\ & g(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) f(x-\tau) d\tau \\ & g(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) f(x-\tau) d\tau \\ & g(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) f(x-\tau) d\tau \\ & g(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau) f(x-\tau) d\tau \end{aligned}$$

No.3

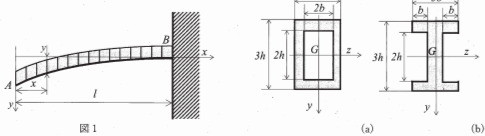
入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 メカトロニクス工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	機械力学・材料力学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問1. 1. 図1に示すように、 l の間隔を持つ持ちほりの全長に渡って等分布荷重 w が作用している。この時、はりの断面は一樣で、曲げ剛性 EI は一定とする。以下の問いに答えよ。

- (1) たわみ角およびたわみの式を求めよ。
- (2) たわみ角およびたわみが最大になる位置を答えよ。
- (3) 最大たわみ角および最大たわみを求めよ。

図1に示すはりの断面が図2の(a)、(b)に示すような形状である場合、(a)と(b)ではたわみはどのように変化するか答えよ。なお G は図心とする。



解答例:

- (1) たわみ角およびたわみの式を求めよ。

曲げモーメント M を $M = -wx^2/2$ として積分して境界条件として固定端 $x=l$ でたわみ角 $dy/dx=0$ 、たわみ $y=0$ をもって導出する。
たわみ角は式(1)、たわみは式(2)のようになる。

$$\frac{dy}{dx} = \frac{w}{6EI}(x^3 - l^3) \quad \dots (1) \quad y = \frac{w}{24EI}(x^4 - 4l^3x + 3l^4) \quad \dots (2)$$

- (2) たわみ角およびたわみが最大になる位置を答えよ。

たわみ角とたわみが最大になるのは自由端 $x=0$

- (3) 最大たわみ角および最大たわみを求めよ。

最大たわみ角 θ_{max} 、最大たわみ y_{max} は以下のようになる。

$$\theta_{max} = -\frac{wl^3}{6EI} \quad y_{max} = \frac{wl^4}{8EI}$$

- (4) 図1に示すはりの断面が図2の(a)、(b)に示すような形状である場合、(a)と(b)ではたわみはどのように変化するか答えよ。なお G は図心とする。

それぞれについて断面二次モーメントを求める。(a)と(b)は同じ値になるので変化はしない。

No.1

計算は y 方向についての微小曲線 dd は $dd = bdy$ などの減法定理を用いて(a)の断面 2 次モーメント I_a 、(b)の断面 2 次モーメント I_b は以下の式を解いて求めることができる。

$$I_a = \int_{-3b/2}^{3b/2} y^2 3b dy - \int_{-2b/2}^{2b/2} y^2 2b dy$$

$$I_b = \int_{-3b/2}^{3b/2} y^2 3b dy - \int_{-2b/2}^{2b/2} y^2 b dy - \int_{-2b/2}^{2b/2} y^2 b dy$$

$$I_a = \frac{65}{12}bh^3 \quad I_b = \frac{65}{12}bh^3$$

問2. 図3に示すような A 点および B 点で支持されたはりに荷重 P_1, P_2, P_3 が加えられている。

$P_1=100[N]$ 、 $P_2=400[N]$ 、 $P_3=250[N]$ 、 $l_1=400[mm]$ 、 $l_2=600[mm]$ 、 $l_3=1000[mm]$ 、 $l_4=1400[mm]$ として、以下の問い(1)、(2)に答えよ。解答は小数第二位までよい。

- (1) 力およびモーメントのつり合いの式を求めよ。
- (2) R_A および R_B を求めよ。

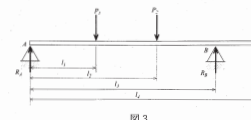


図3

解答例:

- (3) 力およびモーメントのつり合いの式を求めよ。

モーメントのつり合いは

$$P_1l_1 + P_2l_2 + P_3l_3 - R_Bl_4 = 0$$

力のつり合いは

$$P_1 + P_2 + P_3 - R_A - R_B = 0$$

- (4) R_A および R_B を求めよ。

値を代入して連立して解けば

$$R_A = 120[N]、R_B = 630[N]$$

以上

No.2

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 社会基盤デザイン工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	構造力学
出 題 の 意 図	構造物の静定・不静定、力のつり合い、部材に書えらるるひずみエネルギー、断面力図などの基本概念を理解し、簡単な不静定構造物を解く能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

図3に示す構造物の断面に作用する荷重を不静定方式により、以下の問いに答えよ。ただし、 $3EI = 6EI$ とし、はりの曲げ剛性 (EI) と変位 (U) の関係を問うて確認する。

- (1) 構造物の不静定変位を求めよ。
- (2) 構造物のひずみエネルギーを不静定方式によりひずみエネルギーの関数として求めよ。
- (3) ひずみエネルギーをひずみエネルギーの関数としてひずみエネルギーの関数として求めよ。
- (4) 最小変位の原理によって求めらるる不静定方式の解法上のグラフでその変位に相当する点を求めよ。
- (5) はり部材 AB と CD の M - θ 図を求めよ。

(1) $U = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{M^2}{EI} dx$

(2) $U = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{M^2}{EI} dx$

(3) $U = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{M^2}{EI} dx$

(4) $U = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{M^2}{EI} dx$

(5) $U = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{M^2}{EI} dx$

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	工学研究科 社会基盤デザイン工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	水理学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

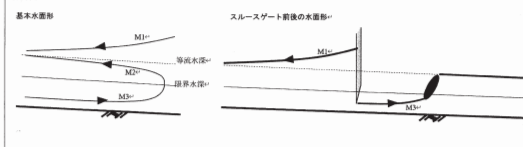
- 問1. 文章に当てはまる言葉を書えよ。専門用語を問う問題。

解答例:

水	ベネヌーイ	水	非圧縮性	水	非圧縮性	水	完全	水	試験
水	速度	水	位置	水	圧力	水	ビネヌーイ	水	試験
水	水	水	水	水	水	水	水	水	水
水	レイノルズ	水	水	水	水	水	水	水	水
水	水	水	水	水	水	水	水	水	水

- 問2. 流れの特性、水面形についての理解の確認のための問題。

解答例:



- 問3. 静水圧の理解および圧力にかかる力を問うための問題。

解答例:

(1)	水平方向成分	作用点位置	作用点位置
(2)	水平方向成分	作用点位置	作用点位置

No.1

問4、連続式、エネルギー保存則、運動量保存則に関する理解度を問う問題。

解答例：

必要な保存則： ゲートに流水が及ぼす力を、単位幅あたりの流量を q 、スルースゲート前面の平均流速を v_0 、下流の流速を v_2 とする。
ベルヌーイの定理より

$$\frac{v_1^2}{2g} + h_1 = \frac{v_2^2}{2g} + h_2 \quad \text{①}$$

連続式より

$$q = v_1 h_1 = v_2 h_2 \quad \text{②}$$

運動量保存則より

$$\rho v_1 v_1 - \rho v_2 v_2 = \frac{1}{2} \rho g h_1^2 - \frac{1}{2} \rho g h_2^2 - F \quad \text{③}$$

スルースゲートにかかる力： $F = \rho g \left[\frac{q^2}{g} \left(\frac{1}{h_1} - \frac{1}{h_2} \right) + \frac{1}{2} (h_1^2 - h_2^2) \right] = \rho g \left[\frac{(h_1 - h_2)^2}{2(h_1 + h_2)} \right]$

スルースゲート前後の水頭の関係： 交代水頭

なお、上記の保存則からスルースゲートにかかる力の解答をえるためには、
①、②より まず下記を算出する必要がある、これを③に代入することにより F を得る。

$$\frac{q^2}{2g} \left(\frac{1}{h_1} \right)^2 + h_1 = \frac{q^2}{2g} \left(\frac{1}{h_2} \right)^2 + h_2$$

$$\frac{q^2}{2g} \left(\frac{1}{h_1} \right)^2 - \left(\frac{1}{h_2} \right)^2 = h_2 - h_1$$

$$\frac{q^2}{2g} \frac{h_1^2 - h_2^2}{(h_1 h_2)^2} = h_2 - h_1$$

$$q = \sqrt{2g} \frac{h_1 h_2}{\sqrt{h_1 + h_2}}$$

以上

No.2

入 試 年 度 令和8(2026)年度入学試験

研 究 科・専 攻 名 理工学研究科 社会基盤デザイン工学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】

試 験 区 分 一般 一次

試 験 科 目 名 土質力学

出 題 の 意 図 本専攻の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

問題1 (1) 右図のグラフ部分の縦軸(位置) 0~6mの範囲に、位置水頭、圧力水頭、全水頭それぞれを表すグラフを描きなさい。どの線がどの水頭を表すのか明確に示しなさい。グラフ1目盛を1mとする。
なお、位置水頭の基準面が位置0mである。

(2) (1)の場合における、土中の動水勾配と流速の大きさと向きを答えよ。
ただし、透水係数は $k=3 \times 10^{-5} \text{ (m/s)}$ とする。

動水勾配 上向き 大きさ $i = \frac{3}{4} = 0.75$

流速 上向き 大きさ $v = ki = 2.25 \times 10^{-5} \text{ (m/s)}$

(3) この土の比重が2.7で、間隙比が0.90の時、この土の限界動水勾配を求めよ。

$$i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e} = 0.895$$

(4) 右図のように、現在は右側と左側の水位差が3mとなっている。この土にクイックサンドを発生させるためには、左側のパイプの水位をあと何 m 上昇させればよいか答えよ。

クイックサンドが発生する水位差は $4 \times 0.895 = 3.58 \text{ (m)}$

したがって、あと 0.58m 上昇させればよい。

No.1

問題2 右図のように砂質地盤に打設した矢板の安定性を検討する。砂質地盤の地下水位面は地表面にあり、飽和単位体積重量 $\gamma_{\text{sat}} = 18 \text{ kN/m}^3$ 、内部摩擦角 $\phi = 35^\circ$ 、粘着力 $c = 0$ である。ランキンの土圧理論を用いて、以下の問いに答えなさい。ただし、水の単位体積重量は $\gamma_w = 9.8 \text{ kN/m}^3$ として、矢板の厚みは無視できるものとする。

(1) 矢板を挟んで左側の砂質地盤を 5m 掘削した。掘削した時点では、矢板の左側の水位は、元の地盤内の地下水位と同じ水位が保たれている(右図の「最初の地下水位」)とする。
これから、矢板が左側に回転して転倒する場合の安定性を検討するが、矢板の右側に作用する主動土圧ならびに水圧による回転モーメントよりも、矢板の左側に作用する受働土圧ならびに水圧による回転モーメントが大きい場合には、矢板は安定しており動かないと考える。
この時、矢板右側から矢板を転倒させようとする回転モーメントに対する、矢板左側で支える抵抗モーメントで定義する安全率を求めよ。ただし、水中での土圧は水中単位体積重量で算定できるものとする。

$$K_a = \frac{1 - \sin 35^\circ}{1 + \sin 35^\circ} = 0.271 \quad K_p = \frac{1 + \sin 35^\circ}{1 - \sin 35^\circ} = 3.69$$

矢板右側の主動土圧合力は、 $P_a = 111.1 \text{ kN}$

矢板左側の受働土圧合力は、 $P_p = 378.2 \text{ kN}$

矢板に作用する水圧合力は左右ともに $P_w = 490 \text{ kN}$

作用点を考慮して安全率は $F = 1.13$

(2) (1)の状態から、矢板の左側の水位のみを徐々に低下させると、ある水位で矢板が回転して転倒した。この時の水位の低下量が何 m であるか求めなさい。

矢板左側の水位が矢板下端から x としたときの水圧合力は、 $P_w = 4.9x^2 \text{ kN}$ 作用点は $\frac{x}{3} \text{ m}$

よって、 $x^3 = 841$ だから $x = 9.44 \text{ m}$

したがって、0.56m

No.2

入 試 年 度 令和8(2026)年度入学試験

研 究 科・専 攻 名 理工学研究科社会基盤デザイン工学専攻 【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】

試 験 区 分 一般 一次

試 験 科 目 名 社会基盤計画学

出 題 の 意 図 研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問1、・・・・・・。

解答例：
表の値から求めた重回帰式による予測の自転車数と実際の自転車数の差が最大のものはC市の0.517であることから、C市への出店が販売台数を伸ばせる可能性も高いと判断できる。

問2、・・・・・・。

解答例：
シャッシー均衡は (A_0, B_0) と $(A_0, -B_0)$ であり、 (A_0, B_0) はバレート効率的である。

問3、・・・・・・。

解答例：
二項分布：成功か否かとなる試行を独立に繰り返したときの成功回数を確率変数とする離散型分布
共分散：2つの変量間での平均からの偏倚の積の平均値
分散分析における交互作用：因変数の偏倚を基準の組合せで生じる特別な効果
重回帰分析における正規方程式：最小自乗法によって導出される偏回帰係数を求めるための連立一次方程式
シンプレックス法におけるスラック変数と不等式制約を等式制約にするために導入される非負の変数

以上

以上

以上

以上

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 環境創造工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	水処理学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
問1. 水処理に用いられる分能薬を列挙し、それぞれの特徴や除去できる物質について述べなさい。	
解答例： 精密濾過膜：0.1～1 μmの範囲の粒子や微生物を除去することができる。限外濾過膜：2nm～0.1 μmの範囲の粒子やウイルス、高分子を除去することができる。ナノ濾過膜：2nm より小さい粒子や高分子および低分子を除去することができる。逆浸透膜：塩分を除去することができ海水淡水化などに用いられる。	
問2. 生物学的処理法に分類される水処理技術の一つ挙げ、その特徴や適用できる汚水について述べなさい。	
解答例： 活性汚泥法：水に浮遊した微生物を利用する生物処理法で、下水など有機物を多く含む排水の処理に有用である。微生物の集合体である活性汚泥と汚水を混合し、曝気槽で有機物の吸着と酸化分解により水を浄化する。	
問3. 毒性のある六価クロムを処理する方法について述べなさい。	
解答例： クロム還元処理：六価クロムを亜硫酸塩還元法により三価クロムに還元し、中和することで不溶性の水酸化物として沈殿除去する。 その他、陰イオン交換樹脂によるイオン交換、活性炭への吸着などでも除去できる。	
問4. 浄水処理に用いられる処理方式を列挙し、それぞれの特徴を述べなさい。	
解答例： 塩素消毒のみ：水質が良好なときに適用。緩速砂ろ過法：水質が良好で濁度が低い場合に適用。普通沈殿と砂ろ過により不純物を除去。微生物による分解で溶解物質もある程度処理できる。急速砂ろ過：凝集沈殿と砂ろ過により不純物を除去。ろ過速度が大きい。膜濾過法：精密濾過、限外濾過、ナノ濾過膜などにより不純物や微生物を除去。高度浄水処理：オゾン処理や活性炭処理などを組み込み、異臭、色度、界面活性剤などを高度に除去。	
問5. 濾過面積が1000 cm ² の濾過槽を用いて、懸濁液を濾過操作により浄化した。濾過圧力を300 kPaとし、定圧濾過を行ったところ、10分経過時に1 m ³ の濾液が得られた。このままさらに30分間濾過を続けた場合の濾液量を求めなさい。ただし、濾材抵抗は無視できるものとする。	
解答例： 濾材抵抗が無視できるので、$v^2 = Kt$が成立するので、vは濾過面積あたりの濾液量、tは濾過時間。したがって、$(1/0.1)^2 = K(10)$となり、$K = 10 \text{ [m}^3/\text{min]}$ 濾過開始から40分経過時の濾過面積あたりの濾液量は、$v^2 = (10)/(40)$ となり、$v = 20 \text{ [m]}$ 濾液量は、$V = (20)(0.1) = 2 \text{ [m}^3]$	

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 環境創造工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	生態学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
問1. 生物群落と個体群の違いについて述べよ。	
解答例： 「個体群は同じ種の生物個体の集団のことを言い、生物群落は個体群が複数集まったものであり、複数種の生物個体の集団。」	
問2. 動物と植物の体制（体のつくり）の違いについて説明せよ。	
解答例： 動物の体は明確なボディプラン body plan に基づいて構成。個体は空間的にも機能的にも独立。身体を構成する器官 organ の数は決まっている（異なる数の器官を持つものは奇形）。→ユニタリー性 unitary。植物では、葉、花、芽、シュート shoot（茎葉、芽が開いて伸びた枝葉の単位）などの器官の数は、成長に伴って増えたり減ったり。個体間の違いも大きい。葉やシュートや花などの器官（モジュール module）が自在に組み合わされて構成される身体の成り立ちのモジュール化。	
問3. 植物の健全に対する防御について説明せよ。	
解答例： ・動物が消化しにくいセルロースやリグニンを多く含む細胞壁で栄養細胞を包む。 ・毛、腺毛、針を生やし、粘液を出す。 ・動物や微生物に対する毒作用のある化学物質（二次代謝産物）	
問4. C ₄ 植物について説明せよ。	
解答例： C₄植物は二酸化炭素分圧が低くても固定反応を触媒できる、PEP カルボキシラーゼ phosphoenolpyruvate carboxylase で CO₂を固定してオキサロ酢酸などのC₄有機酸を生産し、それを維管束鞘に輸送してCO₂を発生させる。→CO₂濃度がRuBisCO 阻害で低くなるため、光呼吸（オキシゲナーゼ活性）を防いで、カルボキシラーゼ活性を高く維持できる。	
問5. 生物多様性の3つの多様性について説明せよ。	
解答例： ・種の多様性「生物群落の多様性＝生物群落の中にどれほどの種が存在するか：種数と種の分布」 ・遺伝子の多様性「種内の多様性」：遺伝情報（個体間で均質だと劣性形質が発現しやすいため）→絶滅の危険性：個体間で遺伝子の変異が大きいと急激な環境変化や遺伝子汚染などに対して一部の耐性を持った個体が生き残り、種を存続し、均一な遺伝子プールで遺伝情報が伝わる範囲を超えると著しく死滅し、種として絶滅 ・生態系の多様性「生態系の種類の多様性：樹林、草原、北極などの異なる性質の生態系が多く組み合わさっているほど生態系の多様性が高い→暮らしに生物の多様性や食糧、繊維、文化などの恩恵が増える」	
問6. SIモデルについて説明せよ。	
解答例： 個々の環境要因別に0（全滅）～1（絶滅）までの数値で表現したもの。評価値の生存必須条件（環境要因）の状態と、ハビタット適正度合いの間の相関関係を示すもの。	

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 環境創造工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	土壌地下水汚染学
出 題 の 意 図	環境創造工学専攻の環境共生分野の修学に係る地下水に関する能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
問1. 土の体積と質量がそれぞれ500.00cm ³ と850.00gとなり、また、乾燥した土の質量が800.00gとなったとする。土粒子の密度は土粒子の密度試験より $\rho_s=2.500\text{g/cm}^3$ と求められた。この土の含水比、開隙率、飽和度および乾燥密度を求めなさい。また、この土が飽和状態か、または、不飽和状態か答えなさい。ただし、水の密度は $\rho_w=1.000\text{g/cm}^3$ とする。	
土粒子の質量 = 800.00g、水の質量 850.00g = 500.00g + 50.00g 土粒子の体積 = 800.00/2.500 = 320.00 cm³、水の体積 = 500.00/1.000 = 50.00 cm³、空気体積 = 500.00 - 370 = 130.00 cm³ 含水比 $w = 50 \times 100 / 800 = 6.25\%$ 開隙率 $n = (130.00 + 50.00) / 500.00 = 0.36$ 飽和度 $S_r = 50.00 / (130.00 + 50.00) = 0.28$ 乾燥密度 $\rho_d = 800.00 / 500.00 = 1.60\text{g/cm}^3$ 不飽和状態	
問2. 飽和した砂地盤中のA点の標高と水頭はそれぞれ10mと10mである。また、A点から100m離れたB点の標高と水頭はそれぞれ10mと15mであるとする。A点とB点間の動水勾配を求めなさい。さらに、A点とB点間の透水係数を $1.0 \times 10^{-7}\text{m/s}$ とした場合のA点とB点間のダルシー流速を求めなさい。	
動水勾配 $i = \frac{15 - 10}{100} = 5.0 \times 10^{-2}$ ダルシー流速 $i = 5.0 \times 10^{-2} \times 1.0 \times 10^{-7} = 5.0 \times 10^{-9}\text{m/s}$	
問3. 地下水の流れの運動方程式と質量保存の法則の式を示し、さらに、それらから求まる地下水の流れの支配方程式を以下に示しなさい。	
地下水の流れの運動方程式は以下のようになる。 $V = -(K_r k_r) \nabla h / \mu$ ここで、Vは流速ベクトル、K_rは相対透過度、k_rは固有透過度、μは水の粘性係数、Aは全水頭となる。 地下水の質量保存の法則の式は以下のようになる。 $\partial \theta / \partial t + \nabla \cdot V = Q$ θは体積含水率、tは時間、Qは湧き出しまたは吸出しとなる。 最終的に地下水の流れの支配方程式は以下のようになる。 $\frac{\partial \theta}{\partial t} = \nabla \cdot \frac{K_r k_r}{\mu} \nabla h + Q$	

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 環境創造工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	環境気象学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
問1. ある時刻において、地点Aとその200 km北側にある地点Bにおける300 hPaの高さがそれぞれ9,000 mと8,960 mであるとき、地点A・B間の300 hPaにおける地衡風の風速[m/s]を整数で求めよ。対象地域は北緯30度にあるものとする。計算条件(略)	
解答：27 m/s	
問2. エマグラムについて述べた次の文章の下線部(a)～(e)のうち正しいものをすべて選択せよ。	
エマグラムでは、ある高度における未飽和の空気塊の気温の変化を(a)等飽和混合比線に沿って見たり、状態曲線で表される周辺の空気塊の気温と比較することで、雲の発生・発達や大気不安定度(浮力)に関する情報が得られる。(a)に沿って見れば、1,000hPaの気温は(b)相当湿度である。また、空気塊が(a)に沿って上昇すると、(c)重湿高度に相当する持ち上げ凝結高度(LCL)に達すると、自由対流高度LFLに達する。LFLから浮力を失う中立浮力高度までの浮力の合計値である(d)対流有効位置エネルギー(CAPE)は対流の発達しやすさの目安となる。CAPEが大きいほど大気は(e)不安定である。	
解答：(d)	
問3. 右図は北半球中緯度における地表摩擦の影響が及ぶ高度の等圧線を描いている。図中の●印の地点にある空気塊について、風Vと作用する力(圧正傾度力F、コリオリ力C、摩擦力f)のベクトルを図示せよ。右図に書き込んでよい。	
解答例： (1) 右図のベクトル。 解説：Pは高圧側から低圧側に向けて働き、等圧線に直交する。CはVの右90度で作用する。FはVの逆方向、FとCの合力がPとバランス。Vは等圧線に垂直な左方向のベクトルであり、Fがゼロに近づくときVの等圧線に対する角度は小さくなる。	
問4. 次のキーワードを用いて、9～10月頃に南極上空で見られるオゾン量減少について説明せよ。	
キーワード：極渦、極域成層圏雲 (PSC) 解答例：成層圏のブリーチャー・ドブソン極渦によって、高緯度域にオゾンやフロンなどが輸送されている。海が広がる南半球では、上空の西風(地衡風)が極渦を取り囲む極渦を形成し、南北の気温の交換を妨げている。そのため、日が当たらない時期に極渦内は極めて低温となる。このような低温環境下で極域成層圏雲 (PSC) が発生し、その表面での不均一反応によって塩素分子などが生成される。南極に日が当たる時期になると、フロン等由来する塩素分子は光解離によって塩素原子となり、下部成層圏でオゾンの分解過程が連鎖的に発生する。	

以上

入 試 年 度	令和 8（2026）年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 環境創造工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	環境文化論
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
問1、日本の漁港漁村の原型について考える。天然の良港の成立条件に着目し、原型的な港の平面構成と断面構成の特徴について、図解を用いて説明せよ。、	
解答例： 典型的には平面構成で奥行きのある湾入地形がみられ、湾口両側に張り出した先島（岬）や前島等により湾内への波浪を防ぐ地形があり、静穏度の高い水域を湾内に確保できる地形を形成している。 断面構成では、背後に急峻な山をもち、風浪を通る。海底は急深で、接岸に連した水深が得られる。	
問2、日本における天然の良港の具体例の一つ挙げ、当該港がもつ地形の特徴について述べよ。	
解答例： 例：安良重港。断面的には急峻な後背山を背負い、平面的には深い湾入地形があり、湾口には砂嘴が伸び、湾を狭状に閉じて波浪を防ぐ形となって湾内静穏度を高く保つ地形となっている。	
問3、日本における原型的な漁港漁村において、港をとりにく地形と神社立地との関係に着目し、「聖」と「俗」の空間的分割について説明せよ。	
解答例： 原型的な漁港漁村では、波浪を遮る前島や先島などが底層地形として神格化され、そこに神社が立地する。神社は港の外縁（前島など）に位置し、一般的に民家はその周辺に立地しない。一方で、集落は庇護された湾奥部などに立地し、生活の場（俗）と庇護的存在（聖）が地形によって分割されている。	
問4、近世から近代・現代へと移行する中で、漁港漁村において生じた典型的な課題の一つ挙げ、その課題の構造を説明せよ。	
解答例： 船の大型化により水域・陸域ともに水際部の機能が低下または疎離化した。また、車社会の到来により、地形的に平地に限られる陸域において集落内の道路拡幅や造成が行われた。従来の「水屋→納屋→中庭→母屋」を基本とする空間構成の中でも特に親密な生活空間を形成していた中庭（ミチ）空間が分断・破壊されるなどの例が多く発生した。また、水域近くでは防潮堤などの施設整備が生活と海の関係を断絶し、非常時の安全が確保される一方で日常時の海との関係が希薄化した。このように、周辺の環境や自然条件に即して発達してきた環境文化が失われつつある課題があり、それは安全性や効率性などの現代的要請への対応が標準設計的に進められた結果、風景・生活・信仰の空間的連関を犠牲にしてきた形の問題構造となっている。さらに、このように一律の論理が適用されることによって空間文化の喪失に至るという課題も、本来は調整可能であるべき問題が、価値の衝突構造として対応されてきたことに起因しており、このこと自体が、この問題の重要な原因の一つである。	
以上	

入 試 年 度	令和 8（2026）年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 環境創造工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	構造力学
出 題 の 意 図	この問題を通して、構造力学の理解に必要な梁の支点反力および断面力、ならびに応力・ひずみの概念について理解しているかを確認する。
(解答例)	
問1、梁の支点反力、曲げモーメント、せん断力	
船重力のつり合い（鉛直上向き正） $R_A + R_D - P - P = 0$ D点でのモーメントのつり合い（時計回り正） $R_A \cdot L - P \cdot \frac{3}{5}L - P \cdot \frac{1}{5}L = 0$ Z式より $R_A = \frac{4}{5}P$ B-C間 切断面位置で切断面左のモーメントのつり合い（時計回り正） $R_A \cdot x - P \cdot \left(x - \frac{2}{5}L\right) - M = 0$ 切断面位置で切断面左の鉛直力のつり合い（鉛直上向き正） $R_A - P - Q = 0$ A-B間 切断面位置で切断面右のモーメントのつり合い（時計回り正） $M - R_D \cdot (L - x) = 0$ 切断面位置で切断面右の鉛直力のつり合い（鉛直上向き正） $Q + R_D = 0$	
問2、材料の応力とひずみ	
$\sigma = \frac{48 \times 1000N}{400mm^2} = 120N/mm^2$ $\epsilon = \frac{120N/mm^2}{2.0 \times 10^5 N/mm^2} = 6.0 \times 10^{-4} = 0.0006 = 600 \times 10^{-6} = 600\mu$ $\Delta L = L \cdot \epsilon = 5.0 \times 10^3 mm \cdot 6.0 \times 10^{-4} = 30 \times 10^{-1} mm = 3mm$ $L' = L + \Delta L = 5.0 \times 10^3 mm + 3mm = 5003mm$	
以上	

建築学専攻 一般 一次 専門科目

入 試 年 度	令和 8（2026）年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 環境創造工学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	快適性創造学
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
(解答例)	
1、	
(1) 室内側の壁表面温度、および屋外側の壁表面温度をそれぞれ求めよ。	
解答例： 室内側壁表面温度： 23.5℃ 屋外側壁表面温度： -4.25℃	
(2) 各境界部分の温度をそれぞれ求めよ。	
解答例： 木材・ガラスウール境界：16℃、ガラスウール・空気層境界：1℃、空気層・コンクリート境界：3.5℃	
(3) 室内側の壁表面において結露が生じるかどうかを判定せよ。	
解答例： 結露しない。	
(4) 室内側の壁表面温度を 0.5℃上昇させるために、空気層を断熱材に置き換えた場合の、壁全体における熱流量を求めよ。	
解答例： 熱流量：10W	
2、以下の4つの問題から2問を選択して、それぞれ200字以内で解答せよ。	
(1) 人体の温冷感に影響を与える6要素について、物理的な許容範囲がある場合はその数値も含めて説明せよ。	
解答例：人体の温冷感に影響を与える6要素は、気温（18～28℃）、放射、湿度（40～70%）、気流（0.5m/s未満）、代謝量、着衣量である。前者4つは環境的要因、後者2つは個人的要因とされる。これらの要素は複合的に作用し、快適性の評価指標である PMV（予測平均申告）などに反映される。適切な範囲での制御により、空間における温熱的快適性の維持が可能となる。	
(2) ヒートアイランドの原因とその対策や緩和策について説明せよ。	
解答例：ヒートアイランド現象は、都市部における舗装や建物の蓄熱、排熱、緑地の減少が原因で気温が郊外より高くなる現象である。対策としては、屋上緑化、透水性舗装、風の道の確保、高反射率塗料の使用、建物の断熱性能向上などがあり、これらにより蓄熱や排熱を抑制し、温度上昇を緩和できる。	
(3) 空調システムにおける従来方式とヒートポンプ方式の違いについて説明せよ。	
解答例：従来の空調方式は、電気ヒーターやボイラーなどによる直接的な加熱・冷却が中心で、消費エネルギーが大きく、効率も限定的である。これに対し、ヒートポンプ方式は冷媒を介して外気の熱を移動させる原理を用い、1の電力投入に対して3～5程度の熱エネルギーを移動できる。また、COP（成績係数）が高く、地球温暖化対策や省エネルギーの観点からも非常に有効な方式である。	
(4) 視覚刺激と快適性または作業効率の関連性について説明せよ。	
解答例：視覚刺激は照明だけでなく、観葉植物や窓からの自然の景色といった環境要素も含まれ、快適性や作業効率に大きな影響を与える。緑視率が低い空間ではストレスが軽減され、集中力や創造性が向上するという研究結果もある。また、自然光や外の風景を取り込む窓は時間感覚を保ち、心理的な閉塞感を和らげる効果がある。これらの視覚的刺激は、湿度や色温度と組み合わせることで、生理的にも心理的にも快適で能率的な作業環境を形成する。	
以上	

入 試 年 度	令和 8（2026）年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 建築学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	専門内通（計画）
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。
解答例	
問1、平面構成手法のうち「区分け・重心構成」「付加・放射構成」に関して、それぞれの特徴を説明せよ	
区分け・重心構成：外郭部分から内部に部屋を分割していく方式である。枠組みにより、内部の空間どうしで複雑な形の調整を行う。限られた敷地の全体が建物となる場合にこの方法によることになる。付加・放射構成：空間を覆うまわりへまわたり、付加したり、削ったりして全体をまとめる方式である。中心から外側に発散する放射型の構成であるといえる。自由な発想を許容するもので敷地にゆとりがあり、地形や周辺の色を十分に生かして計画する場合に有効である。放射的複雑な形態となり外壁の面積が大きくなる。	
問2、建物の耐久性に関連して、『コンバージョン』『リノベーション』『S建築』の4つの語句の違いについて、それぞれ説明せよ	
コンバージョン：専任用途を専断的にするなどの用途変更、リノベーション：従来の用途とは異なる、宅対応した建築物の割合を再利用しながら、建築費の60～70%のコストで大規模な意匠の転換や用途変更、耐震補強を可能にする建物の再生法、リノベーション：既存建物を改修して再活用する、S建築：スケルトンとインフィイルを2段階方式で造る	
問3、	
問4、	

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 建築学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	専門共通 (構造)
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問題 1：回答例を参考に、残り 4 つの座屈時の変形状態を描き、その下に有効座屈長さを記さない。

解答例：

有効座屈長さ

問題 2：図のような 3 ヒンジラーメンモデルの点 A・G における水平と鉛直の反力を求め、曲げモーメント図を示さない。

解答例：

点 A
 $V_A = 6$ [kN] (上向きに 6kN)
 $H_A = 1$ [kN] (右向きに 1kN)

点 G
 $V_G = 2$ [kN] (上向きに 2kN)
 $H_G = -1$ [kN] (左向きに 1kN)

曲げモーメント図

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 建築学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	専門共通 (環境)
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問 1. 右図に示す均一に拡散している光度 I [cd] の点光源について、次の設問に①～④に答えなさい。なお周囲からの反射は考慮しないものとする。解答には単位を必ず記すこと。

解答：

① $F = 4\pi I$ [lm]
 ② $E = \frac{I}{r^2}$ [lx]
 ③ $M = \frac{I}{r^2}$ [lm/m²]
 ④ $L = \frac{I}{r^2}$ [cd/m²]

問 2. 建築伝熱・設備に関する以下の文章を読み、適切な語句を[] からひとつ選び丸を付けなさい。

解答：

① 開口部の配置や外皮の断熱など建築計画的工夫による省エネルギー手法を [パッシブデザイン] という。
 ② [熱放射] は電磁波による物体表面間の伝熱形態である。
 ③ 上下に位置する二つの開口部間に発生する温度差換気の駆動力は、室内外の空気の [密度差] に起因する。
 ④ 流れ経路における流体の圧力損失は [動圧] に比例する。
 ⑤ ビル管理法での室内 CO2 濃度の許容閾値は、[1000ppm] である。
 ⑥ ある状態の湿り空気を冷却コイルを用いて単純冷却すると、相対湿度は [上昇する]。
 ⑦ 燃料の燃焼に伴い発生する水蒸気の潜熱を加味した発熱量を [高位発熱量] という。
 ⑧ 冷房時に吸気式冷凍サイクルを、暖房時に燃料の燃焼熱を利用する熱源機械を [冷温水発生機] という。
 ⑨ 水冷式冷凍機において [蒸発温度が上昇] すると、COP が上昇する。
 ⑩ 定格 COP が 5、定格消費電力が 500kW の冷凍機の定格冷熱出力は [2500kW] である。
 ⑪ 水蓄熱方式に比較して、氷蓄熱方式は [潜熱] を利用するため同じ水量でも蓄熱量が大きくなる。
 ⑫ [高置水槽給水方式] は断水と停電が同時に発生した際も、建物にある一定量の給水が可能である。
 ⑬ 交流回路の負荷要素である [抵抗] は、電流の位相が電圧の位相に対して変化しない。

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 建築学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	専門共通 (材料)
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問 1. 興形鉄筋 (断面積 200mm²) に引張試験を行ったところ、図-1 のような荷重とひずみの関係が得られた。次の値を求めよ。単位も記せ。

(1) 降伏値 (2) 引張強度 (3) 弾性係数

解答例：

(1) 降伏値 300N/mm²
 (2) 引張強度 500 N/mm²
 (3) 弾性係数 200000 N/mm²

問 2. 下記のように素材別に分類された材料から 1 つ選び、どのような材料が説明するとともに、その材料全体に共通する特徴を説明せよ。また、その中から具体的な材料を 1 つ挙げ、それについても説明せよ。

木質材料、金属材料、セラミック系材料、高分子系材料

解答例：

木質材料：
 木質材料は、木材を原材料として、ペニア状、ラミナ状、粉砕してパーティクル状、繊維状など各種の状態にしたものを接着剤で結合させたものである。
 特徴として、木材を原材料としているため、多くは可燃性ではあるが、木材をそのまま使用する際には使用できない端材や、木造の解体材も利用でき、木材を無駄なく使用することができる。また、通常の木材では得られない長大材も作ることができる利点もある。
 具体例として合板を取り上げると、合板は、木材の周囲からペニアと呼ばれる薄板をばら取り、それを繊維の方向が直交方向となるように奇数枚張り合わせた板材である。板材として広げ材が得られるとともに、面方向には異方性がないなどの特徴がある。

以上

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験
研 究 科・専 攻 名	理工学研究科 建築学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】
試 験 区 分	一般 一次
試 験 科 目 名	専門共通 (歴史意匠)
出 題 の 意 図	研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問〇. 以下の各文章を読み、誤りがなければ○を、誤りがあれば×を解答欄に書きなさい。

a. 後醍醐天皇は平安時代の貴族住宅の形式であり、その中心建物である後殿は身成庭の構造となっており、身成には建物が設けられた。代表例に東三条殿がある。
 b. 寺内町は、有力商人が中心となって都市運営を行った自治都市であり、周囲を環濠と土塁で囲い、町割りは矩形状の敷地が整然と並ぶ。堺が代表的な例である。
 c. ドリス式は、古代ギリシアの神殿建築の形式に発し、その柱は柱頭 (キヤピタル)、柱身 (シャフト)、柱礎 (ベース) の三つに分かれる。オランダのゼウス神殿はこの形式の柱を使っていた。
 d. 新古典主義は 18 世紀に、考古学の成果から古代ギリシアや古代ローマ建築の姿が正確に捉えられるようになったこと、人間の理性によって世界を把握しようとする啓蒙思想の影響によって流行した。ロンドンの大英博物館もその一例である。
 e. クメールの石造建築は、追出し構造で造られており、その結果、空間のスパインに対して高さは低く抑えられたかたちとなった。その形状はアンコール・ワットで確認できる。
 f. デ・ステイルは、それまでの歴史的な様式に囚われずに、自由な芸術表現を目指した運動である。特にウィーンで活動を行った一派は総合芸術を志向したことで知られる。シュレーダー邸が建築作品における代表作である。

解答：a. ○ b. × c. × d. ○ e. × f. ×

問 2. 問題 2 の文章が正しくなるように空欄 [] に当てはまる語句を解答欄に書きなさい。

A. 1919 年にヴァイマルに設立された芸術学校である [] は、近代的な芸術を幅広く扱った。1925 年にデッサウに移転した時に造られた校舎はモダニズム建築の代表作の一つとされる。
 B. 菊竹清訓が自宅として設計した [] は、4 本の壁柱で空中に持ち上げられた主室という特徴的な案をしている。主室の下の空間は増改築に有効に使われ、彼らが唱えていた建築思想を具現化している。
 C. [] は古代ローマの建築家で、現在まで内容の伝わる最古の建築理論書を書いたことで知られる。
 D. 正方形平面の躯体に内蔵するドームをかけようとするときに生じる隅部の隙間を埋めるため、ここに水平材を架け渡してドームの接する分を八角形、十六角形などにする方法があり、これを [] という。

解答：A. バウハウス B. スカイハウス C. ヴィトルウィウス D. スキンチ

問 3. 洋風建築とはどのようなものか簡潔に説明しなさい。また、具体的な建物の例を一つ挙げなさい。

解答例：具体的な建物の例・開智学校
 説明→明治時代の初期から中盤にかけて、江戸時代以来の日本の建築技術をもとしつつ、洋風建築・洋館の意匠・形態を部分的に用いて造られた、和洋の要素が混在する建物のこと。

入試年度

令和8(2026)年度入学試験

研究科・専攻名

理工学研究科 建築学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】

試験区分

一般 一次

試験科目名

建築スペースデザイン

出題の意図

研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問1 戦後から今日に至る日本の集合住宅について、次の問いに答えよ。

(1) 集合住宅団地の住環境位置の変遷について、時代のニーズと関連付けて論述せよ。

解答例：
住宅の量が求められる時代においては、平等性確保を目的に半面平行配置が行われたが、質が求められる時代になると外部空間や周辺の住環境との調和を目的とした多様な配置計画が行われるようになった。

(2) 集合住宅の住戸平面や床材の変遷について、居住者ニーズと関連付けて3点論述せよ。

解答例：
1) 開口の大きさが狭くなった。
2) 寝室について、和室から洋室が設計されるようになった。
3) 居間やリビングについて、床材が畳からカーペット、そしてフローリングに変化した。

問2. ホールの客室を設計する上で、特に重視すべき点を3点記述し、解説せよ。

解答例：
1) 舞台がよく見える …… 角度、距離
2) 舞台の音・音が美しく聞こえる …… 残響時間
3) 客席の居心地の良い …… 人間工学

問3. 建築物の用途変更の設計を行う場合、特に考慮すべき点を3点記述せよ。

解答例：
1) 用途によって異なる居室の必要な有効採光面積、居室の設計荷重、廊下・階段の寸法
2) 既存のインフィル部分の有効活用
3) その地域で建築可能な用途か

以上

No.1

入試年度

令和8(2026)年度入学試験

研究科・専攻名

理工学研究科 建築学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】

試験区分

一般 一次

試験科目名

建築スペースデザイン

出題の意図

研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問4 次の文中の【】内に当てはまる言葉・人名等を答えよ。

1960年代以降、近代都市計画に対する批判から、アーバン・デザインに関わる様々な議論が展開された。このうちアメリカ・ニューヨークを拠点とするジャーナリストであった【ア】は、「アメリカ大都市の死と生」を出版し、機能主義・効率主義的な都市の再開発に対する批判と、多様性を有する生き生きとした都市の条件について論じた。一方で、ケヴィン・リンチは、1960年に出版した著書【イ】において、バス、ノード、エッジ、【ウ】、ランドマークの5つのエレメントによって、人々が想起する都市の空間構造の理解を試みた。クリストファー・アレグザンダーは、著書【エ】において、パタンと呼ばれる環境を構成する要素を提示し、これらを組み合わせて都市・建築設計を行う理論を提示した。

ア ジェイン・ジェイコブス	イ 都市のイメージ
ウ ディストリクト	エ パタン・ランゲージ

問5 人口減少・高齢化が進む中で、公共交通と組み合わせる集約型都市構造への転換が求められている。次の問いに答えよ。

(1) 都市郊外部等において、インフラ整備が不十分な市街地が無秩序・無計画に拡大することを何と呼ぶか。
(2) 従来のバスとは異なり、専用レーンや優先レーンの設置、連節バスの導入などによって、改良された新しいバス交通システムのことを何と呼ぶか。
(3) 立地適正化計画とはどのようなものか、下記の用語をすべて用いて説明せよ。
都市機能誘導区域、居住誘導区域、自動車交通

(1) スプーロール (現象)	(2) BRT
-----------------	---------

(3)
集約型都市構造への転換を図ることで高齢者や子育て世代なども含めて自動車交通に頼らずとも利便性の高い生活を営めるように、市町村が都市再生特別措置法に基づき策定する計画である。
市街化区域において、中心市街地などの医療・福祉・商業等の都市機能を集約立地させる区域を都市機能誘導区域に、駅・バス停留所などの公共交通によって生活利便施設にアクセスしやすい人口密度の維持を図る区域を居住誘導区域に指定し、それぞれ都市機能や居住を誘導するための施策を行う。

以上

No.2

建築学専攻 一般 一次 製図

入試年度

令和8(2026)年度入学試験

研究科・専攻名

理工学研究科 建築学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】

試験区分

一般 一次

試験科目名

建築スペースデザイン

出題の意図

研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問6 下記に挙げられた事項について、それぞれ簡潔に説明しなさい。回答にあたって簡潔な図を用いてもよい。() の指示があるときはそれに従うこと。

1) 住吉造
2) 遊離地差木
3) アンブレ・パワードイオ
4) レッドハウス (1859年、P.ウェブ、W.モリス)
5) 平城京と平安京の地割方法の共通点と相違点

解答例：
1) 神社建築の様式の一つ。切妻造妻入で、桁行を四間とし、内部を2室に分ける。膳はなく、入口は奥間中央に設け、屋根に反りはない。
2) 中欄の一種で、いわゆる大仏様建築で用いられる。形状は長い肘木状で、外側先端に丸彫、反対側の先端に母屋筋を載せて親子の原理で軒先を支える。
3) 16世紀のイタリアの建築家、代表作にラ・ロトンダ (ヴィッラ・カブラ) などがあり、『建築四書』の著者としても知られる。同書は古典建築の技術書・研究書であり使用上の理論を体系的に説明し、自身の作品集でもあった。
4) ウィリアム・モリスの邸宅であり、彼の主導した芸術工芸運動であるアーツ・アンド・クラフツの原点となった住宅。建物はゴシック・リバイバルを基調にしており、内装・調度品は芸術家・職人の手仕事によるもので、モリスの理想を示している。
5) 両者に共通するのは、格子状に道を配する条坊制であり、相違点はその地割りの方法にある。すなわち、平城京では等間隔の基準格子を道の中心線とし、そこに道幅を設定して宅地の大きさを決める真々制をとり、平安京ではまず基準となる宅地の広さを定めてそこに道幅を加える内法制をとっている。

以上

No.3

入試年度

令和8(2026)年度入学試験

研究科・専攻名

理工学研究科 建築学専攻【修士課程/博士前期課程・博士後期課程・博士課程】

試験区分

一般 一次

試験科目名

製図

出題の意図

研究科の人材養成目的を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。

(解答例)

問 添付資料に基づき「飯田邸 (設計：ship architecture、竣工：2025年)」の外観アクトメ図を描き、空間の特徴を述べなさい。

採点基準：
・アクトメ図を記載可能な2面を選択できているか
・屋外空間は書けているか
・天窓の位置は正しいか
・窓の位置は正しいか
・外観表現に間違いはないか
・屋根表現は正しいか
・壁表現は正しいか
・スケールに狂いはないか
・線に狂いがないか
・作品の意図を理解できているか

以上

27

情報工学研究科 修士課程

情報工学専攻 一般 一次 情報工学

入 試 年 度	令和 8 (2026) 年度入学試験		
研 究 科 ・ 専 攻 名	情報工学研究科 情報工学専攻【修士課程/博士前期課程】		
試 験 区 分	一般 一次		
試 験 科 目 名	情報工学		
出 題 の 意 図	情報工学の基礎知識を理解し、志望研究分野の修学に係る能力・技能を身につけているか、本試験科目を通じて確認する。		

(解答例)

問番号	解答欄	問番号	解答欄	問番号	解答欄
1	エ	11	ウ	21	ホ
2	ウ	12	ウ	22	ウ
3	ア, エ	13	イ	23	ア, エ
4	ア	14	エ	24	ウ
5	イ	15	ア	25	イ
6	ウ	16	イ	26	エ
7	ウ	17	ア, ウ	27	ア
8	エ	18	ウ	28	ア, ウ
9	エ	19	ウ	29	ホ
10	イ	20	ウ	30	ホ

問番号	解答欄	問番号	解答欄	問番号	解答欄
31	エ	41	ア	46	X=1, Y=1, Z=0
32	エ	42	エ	47	配列表現にしたとき、2, 3, 4, 6, 7, 8, 5, 9 の ような 2 分ヒープを構成する。
33	ア	43	ウ	48	192.168.92.0
34	ア	44	ウ		
35	ア	45	イ		
36	ウ				
37	ホ				
38	イ				
39	ア				
40	ホ				