

関西大学大学院
博士課程前期課程
博士課程後期課程

入学試験問題集

理工学研究科

関西大学大学院

2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

システム理工学専攻

数学分野

専門科目

(注意)

- (1) 解答は別配付の答案用紙に記入すること。
- (2) 必須問題である「微積分」「線形代数」については、それぞれ指定の答案用紙に解答すること。
- (3) 選択問題である「集合と位相」「解析」「微分方程式」「群・環」については、2題を選択し、それぞれ別の答案用紙に解答すること。また、答案用紙の受験科目欄に選択した科目を明記すること。
なお、選択問題を3題以上解答した場合は、選択問題の答案を無効とするので注意すること。
- (4) 配付した答案用紙4枚すべてを提出すること。

【必須】 微積分

以下の問いに答えよ.

(1) 次の極限を求めよ. 導出過程も丁寧に書くこと.

(i) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\sum_{k=1}^n k^2 \right)^{\frac{1}{n}}$

(ii) $0 < \alpha < 1$ のとき, $\lim_{n \rightarrow \infty} ((n+1)^\alpha - n^\alpha)$

(iii) $a \in \mathbb{R}$ のとき, $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n} \left\{ \left(a + \frac{1}{n} \right)^2 + \left(a + \frac{2}{n} \right)^2 + \cdots + \left(a + \frac{n-1}{n} \right)^2 \right\}$

(2) 次の重積分の広義積分を求めよ.

$$\iint_D e^{-x^2-y^2} dx dy, \quad D = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : x \geq 0, y \geq 0\}.$$



【必須】 線形代数

V を複素数体 \mathbb{C} 上の 3 次元ベクトル空間とし, V 上の線形変換 F は

$$(\text{Ker } F) \cap (\text{Im } F) \neq \{0\}$$

を満たしているとする. 次の問いに答えよ.

(1) $v_1 \notin \text{Ker } F$ かつ $F(v_1) \in \text{Ker } F$ を満たす $v_1 \in V$ が存在することを示せ.

以下, $v_1 \in V$ は (1) の条件を満たすものとする.

(2) $v_1, F(v_1)$ は一次独立であることを示せ.

(3) $v_2 \in V$ を $v_1, F(v_1), v_2$ が V の基底となるように選ぶ.

$$F(v_2) = av_1 + bF(v_1) + cv_2 \quad (a, b, c \in \mathbb{C})$$

と表すとき,

(i) $c = \text{Tr } F$ (F のトレース) であることを示せ. ここで, F のトレースとは F の表現行列の対角成分の和のことを意味する.

(ii) F の固有値を求めよ. さらに, 各固有値についてその (代数的) 重複度を求めよ.

(4) F は対角化可能か否かを判定せよ.

【選択】 集合と位相

X を空でない集合とし, $x_0 \in X$ を 1 つ選んで固定しておく. このとき, X の位相 τ を

$$\tau := \{O \subset X \mid x_0 \in O\} \cup \{\emptyset\}$$

により定めることが出来る. 以下, 位相空間 (X, τ) を単に X と表す. 次の問いに答えよ.

- (1) X は弧状連結であることを示せ.
- (2) X が無限集合のとき, X はコンパクトではないことを示せ.
- (3) X で定義された実数値連続関数は定数関数に限ることを示せ.
- (4) X が 2 個以上の点を含むとする. x_0 を含む X の真部分集合 A および写像 $g: X \setminus A \rightarrow X \setminus \{x_0\}$ に対して, 写像 $f: X \rightarrow X$ を

$$f(x) = \begin{cases} x_0 & (x \in A) \\ g(x) & (x \in X \setminus A) \end{cases}$$

により定める. f は連続であることを示せ.

- (5) X が 2 個以上の点を含むとし, $f: X \rightarrow X$ を定値写像ではない連続写像とする. f は (4) の f のように表されることを示せ.
-

【選択】 解析

関数 $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ を $f(x) = \frac{1}{2} \cos x$ と定める. また, 数列 $\{a_n\}$ を

$$a_1 = 1, \quad a_{n+1} = f(a_n), \quad n \geq 1$$

と定める. 以下の問いに答えよ.

- (1) すべての実数 x, y について,

$$|f(x) - f(y)| \leq \frac{1}{2}|x - y|$$

が成り立つことを示せ. また, 関数 f は \mathbb{R} 上で一様連続であることを示せ.

- (2) 数列 $\{a_n\}$ はコーシー列であることを示せ.

- (3) $f(\alpha) = \alpha$ を満たす実数 α が一意に存在し, $\alpha = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ であることを示せ.
-

【選択】 微分方程式

2 変数関数 $u(x, t)$ に関する以下の偏微分方程式を考える.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2\frac{\partial u}{\partial x} \quad (\text{i})$$

- (1) (i) の解 $u(x, t)$ であって, x のみの関数 $X(x)$ および, t のみの関数 $T(t)$ によって $u(x, t) = X(x)T(t)$ と表される解を求めよ.
- (2) (i) を, 初期条件 $u(x, 0) = \sin x$ ($0 \leq x \leq \pi$) および, 境界条件 $u(0, t) = u(\pi, t) = 0$ ($t \geq 0$) のもとで解け.
-

【選択】 群・環

R を単位元 1 をもつ可換環とする. 次の問いに答えよ.

- (1) R のイデアル I, J であって, $I \cup J$ がイデアルでないような具体例を挙げよ.
 - (2) R のイデアル列 I_1, I_2, I_3, \dots が, $I_1 \subset I_2 \subset I_3 \subset \dots$ を満たすとする. このとき, 和集合 $I := \bigcup_{i=1}^{\infty} I_i$ は R のイデアルであることを示せ.
 - (3) (2) において, 任意の $i \in \mathbb{N}$ に対し I_i が素イデアルであれば, I も素イデアルであることを示せ.
-

2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

システム理工学専攻

物理・応用物理学分野

専門科目

(注意)

- (1) 解答は別配付の答案用紙に記入すること。
- (2) 答案用紙は科目別に、指定の答案用紙を使用すること。
- (3) 配付した答案用紙4枚すべてを提出すること。

【必須】力学

図のように一様な薄い菱形の剛体板を用いた剛体振り子について考える。座標軸は水平右向きに x 軸を、鉛直上向きに y 軸を、紙面に垂直に手前向きに z 軸をとる。座標軸の原点は図 1 のように菱形板の対角線と x 軸、 y 軸が重なっている状態での重心の位置にとる。菱形板の質量は M であり、対角線の長さは水平方向に $2a$ 、鉛直方向に $2b$ である。

剛体振り子を点 $(0, d, 0)$ (ただし $0 < d < b$) に固定された z 軸と平行な軸を回転軸として、 xy 面内で振動させる。図 2 のように、 y 軸からはかった振れ角 θ は静止状態から反時計回りに回転する向きを正とする。重力加速度は g とする。

- (1) 菱形板の回転軸まわりの慣性モーメントを I とし、この剛体振り子の角運動量の時間変化に関する方程式 (角運動量方程式) をたてよ。
- (2) 菱形板の重心が原点を通過するときの角速度の大きさが ω_0 である場合の角振幅 θ_M を求めよ。 I を使えばよい。
- (3) $|\theta_M| \ll 1$ の場合の周期 T を求めよ。 I を使えばよい。
- (4) I を菱形板の z 軸まわり (重心まわり) の慣性モーメント I_0 などを用いて表せ。
- (5) T が最小となる回転軸の原点からの距離 d_{\min} を求めよ。 I_0 を使えばよい。
- (6) I_0 を M, a, b を用いて表せ。
- (7) 菱形板の面積および質量 M が一定の条件のもとで a と b を変えた場合、 I_0 が最小となる a/b の値を求めよ。

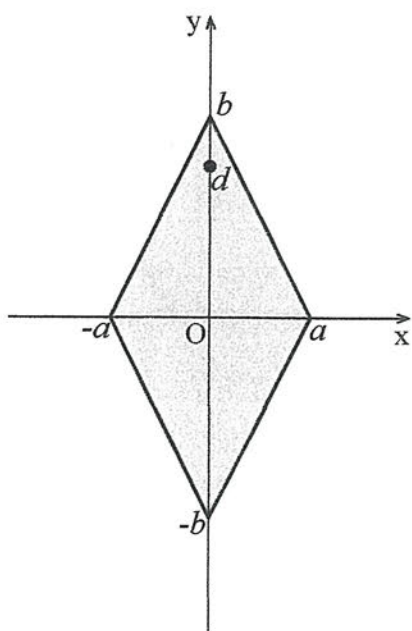


図 1

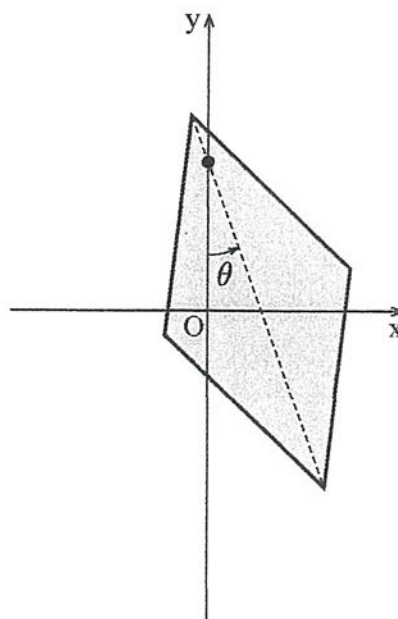


図 2

【必須】電磁気学

以下の問いに答えよ。ただし、真空の誘電率を ϵ_0 とし、必要であれば直交座標系の基本ベクトル e_x 、 e_y 、 e_z 、もしくは極座標系の基本ベクトル e_r 、 e_θ 、 e_ϕ を用いなさい。

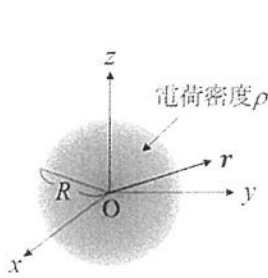


図1

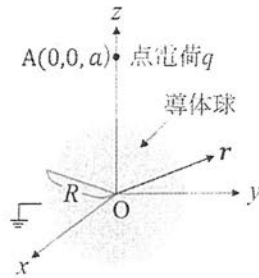


図2

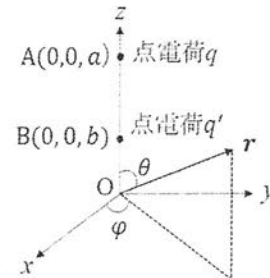


図3

[1] 図1のように、真空中に置かれた半径 R の球内に電荷が密度 ρ で一様に分布している。球の中心は原点 O に一致している。

- (1) 位置 $\mathbf{r} = (x, y, z)$ における電場 $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ を球の外側($r \geq R$)と内側($r < R$)で場合分けして求めなさい。
- (2) 位置 $\mathbf{r} = (x, y, z)$ における静電ポテンシャル $\phi(\mathbf{r})$ を球の外側($r \geq R$)と内側($r < R$)で場合分けして求めなさい。ただし、無限遠における静電ポテンシャルを0とする。
- (3) 球の内外で静電ポテンシャル $\phi(\mathbf{r})$ がポアソン方程式を満たすことを示しなさい。

[2] 図2のように、真空中に半径 R の導体球を置いた。導体球は接地されており、その中心は原点 O に一致している。いま、点 $A(0, 0, a)$ (ただし $a > R$)に点電荷 $q(> 0)$ を置いた。

- (4) いま、図3のように真空中の点 $A(0, 0, a)$ に点電荷 q 、点 $B(0, 0, b)$ に点電荷 q' が置かれているとする。ただし、 $b = R^2/a$ 、 $q' = -Rq/a$ とする。このとき、点電荷 q と点電荷 q' によって $\mathbf{r} = (r \sin \theta \cos \phi, r \sin \theta \sin \phi, r \cos \theta)$ に生じる静電ポテンシャル $\phi(\mathbf{r})$ を求めなさい。ただし、無限遠で $\phi = 0$ とする。

また、 $r = R$ で $\phi = 0$ となることを示しなさい。

- (5) (4)で求めた $\phi(\mathbf{r})$ ($r \geq R$)は、図2の導体球の外側($r \geq R$)における静電ポテンシャルに等しい。このとき、導体球表面($r = R$)における電場を求めなさい。
- (6) 導体球表面に誘導された電荷の総和 q'' を求めなさい。

【必須】 数学（微積分、線形代数）

次の問 [1] と [2] に答えなさい。

[1] 以下の問に答えなさい。

(1) 方程式 $x^4 + 1 = 0$ の解を求めなさい。

(2) 次の積分 I を求めなさい。必要であれば、証明無しに留数定理を用いてよい。

$$I = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{x^4 + 1} dx$$

[2] 次のエルミート行列 A を対角化するユニタリ行列 U を求め、 A を対角化しなさい。

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1+i \\ 1-i & 3 \end{pmatrix}$$

【選択】 量子力学

無限に深い1次元井戸型ポテンシャル

$$V_0(x) = \begin{cases} 0 & (-a < x < a) \\ \infty & (|x| > a) \end{cases}$$

に質量 m の粒子が閉じ込められている。 \hbar をプランク定数, $\hbar = h/2\pi$ として以下の問に答えよ。

- (1) $-a < x < a$ でのシュレディンガー方程式の一般解を求め, $x = -a$ および $x = a$ における境界条件から, 固有エネルギー E_n および規格化された固有関数を求めよ。
- (2) 基底状態 (エネルギー E_1) および第一励起状態 (エネルギー E_2) の波動関数のグラフを描け。

次に, $-b < x < b$ の範囲に $U_0 > 0$ の一定の大きさのポテンシャルを導入する。すなわち,

$$V_1(x) = \begin{cases} U_0 & (-b < x < b) \\ 0 & (|x| > b) \end{cases}$$

として, ポテンシャルは, $V(x) = V_0(x) + V_1(x)$ とする。ただし, $b < a$ である。

- (3) まず U_0 が小さく, 摂動として取り扱える場合を考える。このとき, 摂動ポテンシャル $V_1(x)$ による非摂動系の基底状態と第一励起状態のエネルギーの変化 ΔE_1 および ΔE_2 を1次の摂動によって求めよ。
 - (4) U_0 が大きい場合については, シュレディンガー方程式から考えよう。固有エネルギー E が, $E < U_0$ を満たす場合について, $-b < x < b$ でのシュレディンガー方程式の解を求めよ。ハミルトニアンが $x \rightarrow -x$ の変換に関して対称であることから, 固有関数は偶関数または奇関数に限られることを用いてもよい。
 - (5) (4) の場合について, $x = \pm a$ における境界条件と $x = \pm b$ での波動関数の接続を考慮して, 基底状態の波動関数の概形を図示せよ。
 - (6) U_0 が大きい極限 ($U_0 \rightarrow \infty$) で, 基底状態および第一励起状態の波動関数および固有エネルギーはどのようなようになるか示せ。
-

2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

システム理工学専攻

機械工学分野

専門科目

(注意)

- (1) 「応用数学」「熱力学」「流体力学」「材料力学」「機械力学」の各科目の【問1】は必須問題である。【問2】は選択問題であり、上記5科目から2科目を選択して解答すること。
- (2) 必須問題【問1】については、それぞれ指定の答案用紙に解答すること。
- (3) 選択問題【問2】については、【問2】と印字された答案用紙に解答すること。
また、答案用紙の受験科目欄に選択した科目を明記すること。
- (4) 配付した答案用紙7枚（【問1】5枚、【問2】2枚）すべてを提出すること。
なお、【問2】を白紙で提出することになる場合においても、受験科目欄には科目名を明記すること。

応用数学

【問 1】

(1) 次の二変数関数 $f(x, y)$ について二次導関数 f_{yx} を求めよ.

$$f(x, y) = \tan^{-1} \sqrt{xy - 1}$$

(2) $e^x = t$ と置くことで次の不定積分を求めよ.

$$\int \frac{1}{e^{2x} - e^x} dx$$

(3) 次の二階微分方程式の一般解を求めよ.

$$y'' + 2y' + 2y = x^2 - 1$$

【問 2】

(1) (i) 行列 $A = \begin{pmatrix} 1 & -1 & x \\ y & -1 & xy \\ 0 & z & -1 \end{pmatrix}$ に対して行列式 $|A|$ を求めよ.

(ii) ベクトル $\mathbf{a} = (\sqrt{y} - \sqrt{x}, \log xyz, z)$ について $\nabla \cdot \mathbf{a}$, $\nabla \times \mathbf{a}$ を求めよ.

(2) 次の二重積分を求めよ. また, 積分領域 D を図示せよ.

$$\iint_D \frac{xy}{\sqrt{x^2 + y^2}} dx dy, \quad D = \{(x, y) \mid 0 \leq x^2 + y^2 \leq 9, 0 \leq x \leq -y\}$$

(3) x に関するマクローリン展開を利用してオイラーの関係式(下式)が成り立つことを示せ.

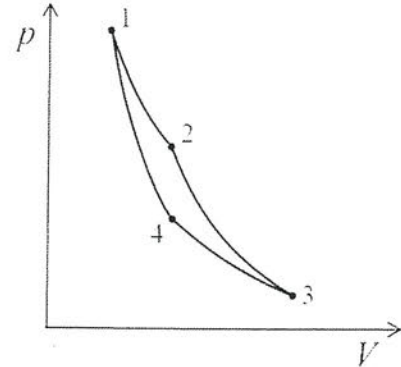
ただし, x に関する 4 次の項までの確認で良い.

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x$$

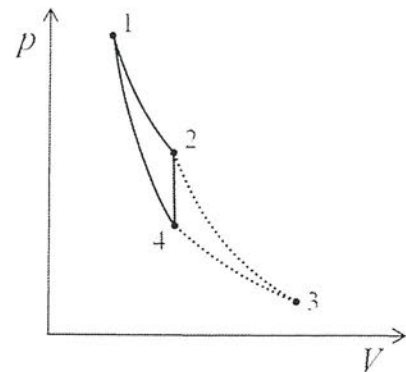
熱力学

【問1】右の p - V 線図に示すカルノーサイクルについて以下の設問に答えよ。なお、高温熱源温度を T_H 、低温熱源温度を T_L とし、作動流体は質量 m 、気体定数 R_g 、比熱比 κ の理想気体とする。また、各状態の体積は V_1, V_2, V_3, V_4 で表し、熱と仕事は系に入る方向を正とする。(2), (4)の解答は問題文で与えた変数で示せ。

- (1) このサイクルの T - S 線図の概略図を描け。
- (2) 等温膨張過程 (状態 $1 \rightarrow 2$) における熱量 ΔQ_{12} 、エントロピー変化 ΔS_{12} をそれぞれ求めよ。
- (3) $V_2/V_1 = V_3/V_4$ の関係が成り立つことを示せ。
- (4) このサイクルの熱効率 η を示せ。
- (5) 状態 2 における p - V 線の勾配 (傾き) について、断熱膨張側の勾配が等温膨張側の κ 倍であることを示せ。
- (6) このサイクルの熱効率向上には、 T_H を上昇させる、あるいは T_L を低下させることが有効である。 T_H のみを ΔT だけ上昇させた場合の熱効率 η_A と、 T_L のみを ΔT だけ低下させた場合の熱効率 η_B ではどちらがより高い効率になるかを、両者の差をとって説明せよ。なお、温度差 ΔT は正の値とする。



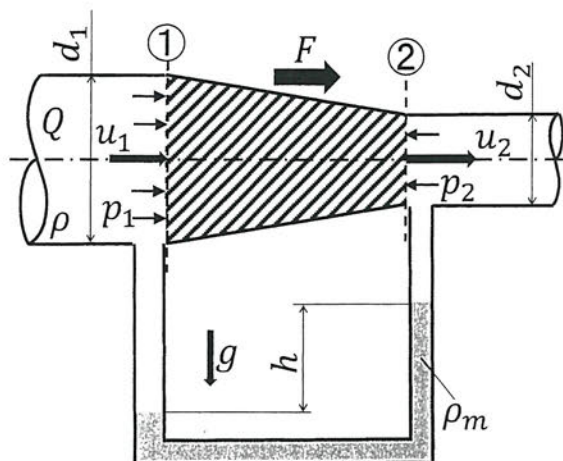
【問2】右の p - V 線図に実線で示す熱サイクル ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$) は、 $V_2 = V_4$ の条件を満たすカルノーサイクルの一部 ($2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$) を省略し、等容放熱過程で状態 2 から状態 4 への状態変化を行うものである。この熱サイクルについて以下の設問に答えよ。なお、高温熱源温度を T_H 、低温熱源温度を T_L とし、作動流体は質量 m 、気体定数 R_g 、比熱比 κ の理想気体とする。また、各状態の体積は V_1, V_2, V_3, V_4 で表し、熱と仕事は系に入る方向を正とする。(2), (3)の解答は問題文で与えた変数で示せ。



- (1) 本サイクルの T - S 線図の概略図を実線で描け。その際、上の p - V 線図と同様に、カルノーサイクルから省略された過程 ($2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$) を点線で描け。
- (2) 等容放熱過程 ($2 \rightarrow 4$) における熱量 ΔQ_{24} を求めよ。
- (3) 等容放熱過程 ($2 \rightarrow 4$) におけるエントロピー変化 ΔS_{24} を求めよ。
- (4) V_2/V_1 を T_H, T_L, κ を使って表せ。
- (5) 本サイクルの熱効率 η_T をカルノー効率 η のみを使って表せ。

流体力学

【問1】図のように水平に設置された直径の異なる円管が、断面①と断面②で滑らかにつながれている。この管内の流れを1次元的に取り扱う事を考える。密度 ρ (=一定) の流体が定常的に流れており、管路中で流体の漏れや湧き出しは無いとして、以下の設問に答えよ。なお、各断面における流速は u 、圧力は p 、管直径は d で表し、下付添字 1, 2 はそれぞれ断面位置①, ②を表す。重力加速度は g とする。



- (1) u_1 を体積流量 Q と d_1 を用いて、 u_2 を Q と d_2 を用いて、それぞれ表せ。
- (2) (1)の結果から導かれる、 u_1 と u_2 の満たすべき関係式を示せ。
- (3) 断面①②間に損失が無いとし、ベルヌーイの式を ρ , u_1 , u_2 , p_1 , p_2 を用いて示せ。
- (4) 断面①②間に接続されたマンノメータ (密度 ρ_m ($>\rho$) の液体が入っており、液面差 h で静止している) における、 p_1 と p_2 の関係を ρ , ρ_m , h を用いて示せ。
- (5) (1)~(4)の結果から Q を h の関数として表せ。最終結果は、装置条件 d_1 , d_2 , ρ , ρ_m と h を用いて表し、 u_1 , u_2 , p_1 , p_2 を用いてはいけない。
- (6) 絞り管 (図中ハッチング部) に流体から作用する①から②向きの力を F とする。絞り管内を検査体積として、運動量保存則を ρ , d_1 , d_2 , Q , p_1 , p_2 , F を用いて表せ。

【問2】十分発達した円管内の定常層流における、軸方向速度の径方向分布は次式で表せる。

$$u(r) = U_c \left\{ 1 - \left(\frac{2r}{d} \right)^2 \right\}$$

ここで、 u は管軸方向の速度成分、 r は径方向の座標、 d は管直径、 U_c は管中心軸における速度を表す。流体の粘度は μ (=一定) として、以下の設問に答えよ。

- (1) 体積流量 Q を、 d , U_c で表せ。
- (2) 断面平均速度 U を、 U_c で表せ。
- (3) 流体に生じる粘性せん断応力分布 $\tau(r)$ を、 μ , d , U_c , r で表せ。ただし、応力の正負は任意に設定してよい。
- (4) 壁面摩擦応力 τ_w を、 μ , d , U_c で表せ。
- (5) 軸方向の長さ L の区間で圧力損失 Δp が生じる時、力のつり合いから Δp と τ_w の関係を d , L を用いて示せ。
- (6) (4)(5)の結果から、 Δp を、 μ , d , L , U_c で表せ。

材料力学

【問1】 図1のように、A点とB点で単純支持された長さ $2L$ [m] の真直な突出しはりのB-C点間に大きさ w [N/m] の等分布荷重を加えた。以下の問いに答えよ。ただし、A点を原点として x 軸と y 軸を取り、はりの縦弾性係数を E [Pa] とせよ。

- (1) 支持反力を求めよ。
- (2) せん断力図 (SFD) と曲げモーメント図 (BMD) を描け。
- (3) はりの断面が、図のように幅 $2b$ [m]、高さ $2h$ [m] の長方形から中心を同じくする幅 b [m]、高さ h [m] の小さな長方形をくりぬいた形であるとき、断面2次モーメント I_z [m⁴] と断面係数 Z [m³] をそれぞれ求めよ。導出過程も示すこと。
- (4) 曲げ応力の最大値とそれが生じる位置 (x 座標) を求めよ。
- (5) A-B点間のたわみ量 (絶対値) の最大値 $y_{A-B,max}$ [m] とそれが生じる位置 (x 座標) を求めよ。ただし、断面2次モーメントは I_z のままでよい。

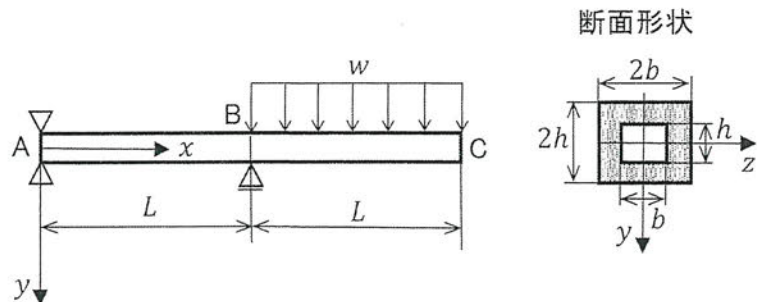


図1

【問2】 図2のように、長さ L [m] の部材1を上下2枚の変形しない板ではさみ、その左右に部材1と同じ長さの部材2を2本おき、各部材の両端を板に接合した。そして、構造全体に荷重、または、温度変化を加えた。部材1と部材2 (1本ごと) の断面積、縦弾性係数、線膨張係数を A_1 [m²]、 E_1 [Pa]、 α_1 [1/K]、および、 A_2 [m²]、 E_2 [Pa]、 α_2 [1/K] とし、以下の問いに答えよ。

- (1) 図の方向に大きさ P [N] の荷重を加え、温度変化がないとき、部材1と2に生じる応力 σ_1 [Pa]、 σ_2 [Pa] を求めよ。
- (2) 荷重がなく ($P = 0$)、温度変化 ΔT [K] が加わるときの部材1と2に生じる応力 σ_{1T} [Pa]、 σ_{2T} [Pa] を求めよ。
- (3) 荷重がないとき、(A)加熱、または、(B)冷却する場合に、部材1が圧縮状態となる条件をそれぞれ述べよ。

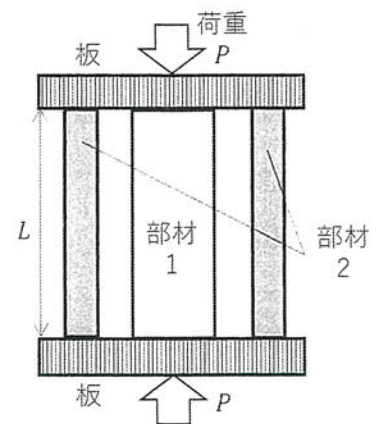


図2

機械力学

【問1】 図1に示すように、質量 m 、粘性減衰係数 c 、ばね定数 k の1自由度振動系がある。質点のつり合いの位置からの変位を x 、時刻を t とする。以下の設問に答えよ。

- (1) 運動方程式を示せ。
- (2) 非減衰固有角振動数 ω_n と減衰比 ζ を m, c, k を用いて表せ。
- (3) (1)で求めた運動方程式の両辺を m で除した上で、 x, ω_n, ζ, t のみで表せ。
- (4) (3)で求めた方程式に $x = Xe^{st}$ を代入し、特性方程式を求めよ。
- (5) 減衰比が $0 < \zeta < 1$ の場合の変位 x の一般解を導け。
- (6) 減衰固有周期 T_d を求めよ。
- (7) 減衰自由振動における変位 x の j 番目の極大値を $x(t_j)$ 、その次の極大値を $x(t_{j+1})$ とする。これらの比 $x(t_j)/x(t_{j+1})$ を求めよ。
- (8) $x(t_j)/x(t_{j+1})$ を用いて対数減衰率 δ と減衰比 ζ を求める方法を簡潔に説明せよ。ただし、 $\zeta \ll 1$ の場合を考えるものとする。

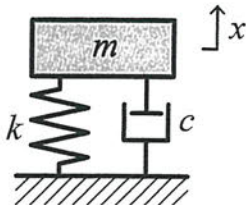


図1 1自由度振動系の自由振動

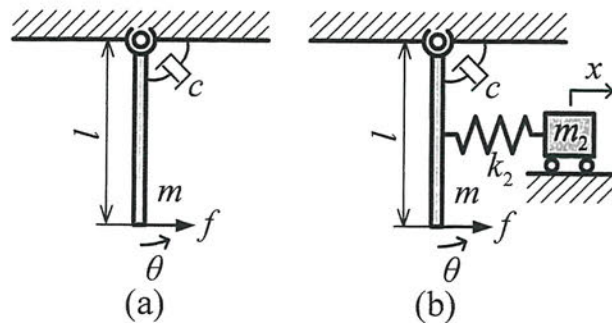


図2 剛体棒の強制振動

【問2】 図2(a)に示すように、質量 m 、長さ l の一様な細い剛体棒の振り子の下端において、棒に対して垂直に外力 f が加えられている。また、剛体棒には回転粘性減衰係数 c の回転のダッシュポットが設置されている。振り子のつり合いの位置からの左回りの角変位を θ 、時刻を t 、重力加速度を g とする。角変位 θ は十分に小さく、 $\sin \theta = \theta$ が成立し、高次の微小量は無視できるものとして、以下の設問に答えよ。

- (1) 剛体棒の回転中心まわりの慣性モーメント I を求めよ。
- (2) 運動方程式を示せ。解答には慣性モーメント I を使用してもよい。
- (3) 非減衰固有角振動数 ω_n と減衰比 ζ を I, m, l, c, g を用いて表せ。
- (4) $f = Fe^{i\omega t}$ 、 $\theta = \Theta e^{i\omega t}$ とおいて、コンプライアンス $l\Theta/F$ を求めよ。ここで、 ω は加振角振動数、 i は虚数単位である。
- (5) 図2(b)に示すように、剛体棒の midpoint に動吸振器を水平に設置した。動吸振器の質量を m_2 、ばね定数を k_2 、つり合いの位置からの右向きの変位を x とする。この場合の運動方程式を示せ。
- (6) (5)の場合のコンプライアンス $l\Theta/F$ を求めよ。
- (7) コンプライアンス $l\Theta/F$ がゼロとなる加振角振動数 ω_0 を求めよ。

2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

システム理工学専攻

電気電子情報工学分野

専門科目

(注意)

- (1) 解答は別配付の答案用紙に記入すること。
- (2) 「電気回路」「電磁気学」「データ構造とアルゴリズム」の3科目から2科目を選択し、それぞれ別の答案用紙に解答すること。
なお、答案用紙の受験科目欄に選択した科目を明記すること。
- (3) 答案用紙は1問につき1枚を使用し、答案用紙の問題番号記入欄に問題番号を明記すること。
- (4) 配付した答案用紙4枚すべてを提出すること。

電気回路 問 1

- (1) 図 1 の回路において各電流の値を求めよ。また、 $40\ \Omega$ の抵抗で消費される電力を求めよ。

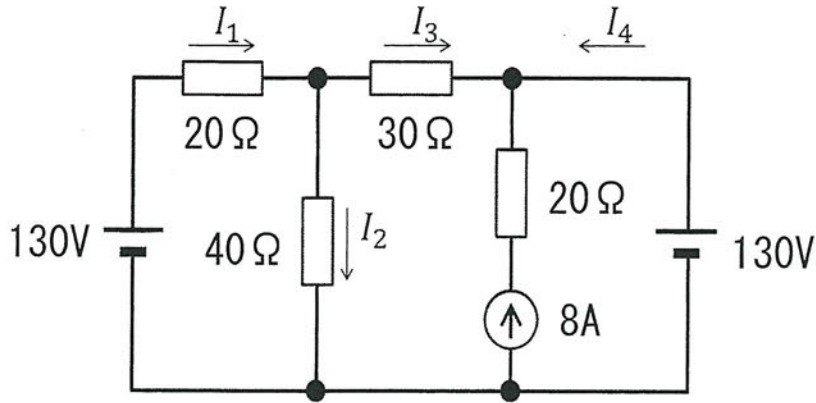


図 1

- (2) ある回路中で電流 I が流れている。その部分に電流計を接続、測定したいが、電流計は I の 10 分の 1 の値までしか計測できない。電流計の内部抵抗は r とする。電流計以外に抵抗 R を用いて、この電流計で測定する方法を示し、 R の値を I, r を用いて示せ。ただし、 R の値は電流計で測定できる範囲の最大値とする。

電気回路 問2

以下の問いに答えよ。

- (1) ある回路に複素電圧 $V = 1+j3$ V を加えたところ、複素電流 $I = 0.2+j0.1$ A が流れた。
この回路のアドミタンス Y 、インピーダンス Z 、力率、複素電力、有効電力、無効電力、皮相電力を求めよ。ただし単位も含めて答えること。
- (2) キャパシタンス値 C を $100 \sim 400$ pF の範囲で変化させることのできる可変コンデンサを接続した図 2 の回路があり、抵抗 $R=25 \Omega$ 、インダクタンス $L=10$ mH とする。
- (a) この回路が共振する周波数範囲を答えよ。ただし、 $\pi=3.14$ とする。
- (b) 共振条件を満たす周波数の中で、最大の Q 値を与える周波数、そのときの Q 値、およびキャパシタンス値を求めよ。
- (c) 共振条件を満たしているときのインピーダンスを求めよ。

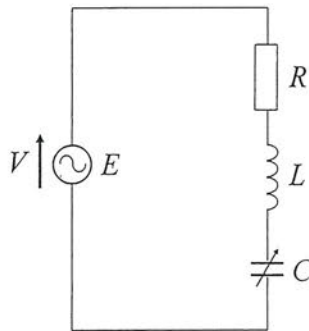


図 2

- (3) 図 3 に示すようなウィーンブリッジ回路がある。平衡条件を与える抵抗 R_1 および交流電源の角周波数 ω を求めよ。

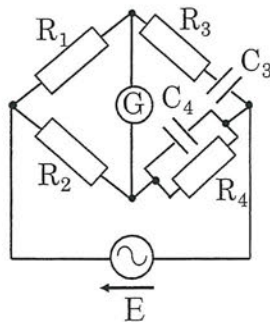


図 3

- (4) 図 4 に示す回路がある。端子 a と b の間にインピーダンス Z を接続したとき、テブナンの定理を用いてインピーダンス Z に流れる電流 I を求めよ。ただし、交流電源の角周波数は ω とする。

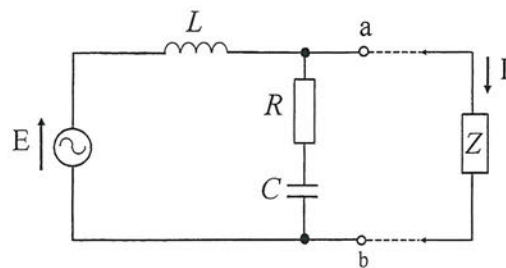


図 4

電磁気学 問 1

以下の問題[I]、[II]に答えよ。ただし、媒質の誘電率を ϵ_0 [F/m]とする。

[I]

図 1-1 に示すように、半径 a [m]の円弧状（中心角 π [rad]）に q [C]の電荷が一様に分布している。

- (1) 円弧の単位長さあたりの線電荷密度を求めよ。
- (2) 原点 O における電位を求めよ。
- (3) 原点 O における電場の大きさを求めよ。

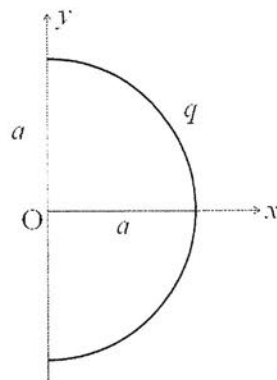


図 1-1

[II]

線電荷密度 λ [C/m]の電荷が一様に分布している無限に長い1つの丸棒がある。ただし、丸棒の厚み（半径）は無視できるものとする。

- (1) 丸棒の中心軸から距離 r [m]の点における電場の大きさを求めよ。
- (2) 図 1-2 に示すように 4 つ丸棒が距離 d [m]だけ隔てて平行になるように正方形の各頂点に配置されているとき、正方形の重心 P における電場の大きさを求めよ。ただし、4 つの丸棒の線電荷密度はそれぞれ 2λ [C/m]、 2λ [C/m]、 λ [C/m]、 λ [C/m]とする。

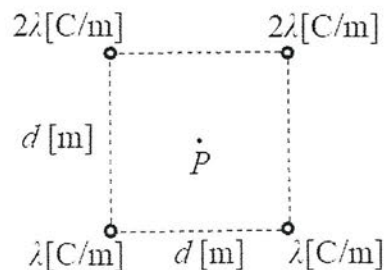


図 1-2

電磁気学 問 2

以下の問題[I], [II]に答えよ。

[I] 図 2-1 に示すように半径 a [cm] の半円と 1 辺 $\sqrt{2}a$ の直角二等辺三角形を組み合わせた導線に周回電流が I [A] 流れている。この中心部 O での磁束密度の大きさを以下の問いにしたがって求めよ。ただし、真空の透磁率を $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ [H/m] として計算せよ。

- (1) 半円に流れる電流が中心部 O につくる磁束密度の大きさを求めよ。
- (2) 直角二等辺三角形の 1 辺に流れる電流が中心部 O につくる磁束密度の大きさを求めよ。
- (3) 全ての流れる電流が中心部 O につくる磁束密度の大きさを求めよ。

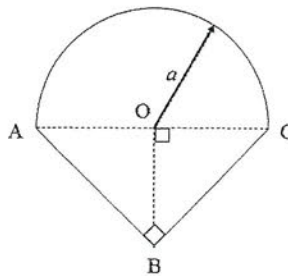


図 2-1

[II] 図 2-2 に示すように磁束密度 B [T] の平等磁界中で、電子と正の電荷をもつイオンが同じ方向にそれぞれ速度 v_1 [m/s] と速度 v_2 [m/s] で磁界の方向と $\pi/6$ [rad] の角をなして移動しているとき、電子とイオンの運動に関して答えよ。

- (1) 電子とイオンが x 方向に移動する速度はいくらか。
- (2) 電子の電荷量を e [C]、イオンの帯電電荷量を $10e$ [C] としてそれぞれに働く電磁力 F [N]、 F_i [N] を求めよ。
- (3) 電子の質量を m [kg]、軌道円の半径を r [m] として、電子に働く遠心力の大きさ F' [N] を求めよ。また、同様にイオンの質量を m_i [kg]、軌道円の半径を r_i [m] として、イオンに働く遠心力の大きさ F_i' [N] を求めよ。
- (4) 電子とイオンそれぞれの軌道円の半径を求めよ。
- (5) 電子とイオンの 1 秒あたりの回転数の比率を求めよ。

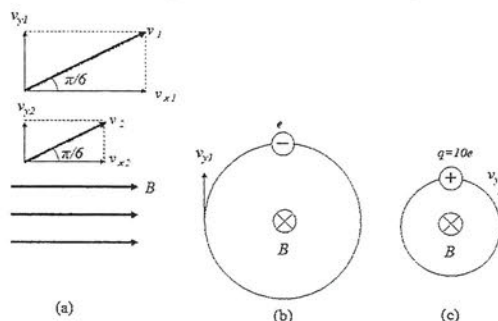


図 2-2

データ構造とアルゴリズム 問 1

[設問 1]

以下のソースプログラムを読み、設問に答えなさい。

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>

void str_func(char s[]) {
    int len = strlen(s);
    char tmp;
    int i;
    for (i = 0; i < len/2; i++) {
        tmp = s[i];
        s[i] = s[len-1-i];
        s[len-1-i] = tmp;
    }
}

int main(void) {
    char str[100];
    I
    str_func(str);
    printf("%s\n", str);
    return 0;
}
```

- (ア) 空欄 I には、キーボードで入力された文字列を `str` に保存する処理が入る。適切なプログラムを記述しなさい。
- (イ) このプログラムを実行し、「ABCDE」と入力したときの出力を答えなさい。

[設問 2]

以下のプログラムは、 2×2 の整数行列 A を定義し、それを整数倍 (k 倍) して得られる行列 B を計算して表示するものである。ソースプログラムを読んで、設問に答えなさい。

```
1  #include <stdio.h>
2
3  int main(void) {
4      int A[2][2] = {{1, 2},{3, 4}};
5      int B[2][2];      // 整数倍された行列の保存先
6      int k;           // 整数倍の係数の保存先
7      int i, j;
8      scanf("%d", &k); // 整数倍の係数を入力
9
10     // Aをk倍した結果をBに保存する処理
11     

12         II
13


14
15
16
17     // 計算結果 B を表示する処理
18     for (i = 0; i < 2; i++) {
19         for (j = 0; j < 2; j++) {
20             printf("%d ", B[i][j]);
21         }
22         printf("\n");
23     }
24     return 0;
25 }
```

(ア) 空欄 II には行列 A を k 倍した結果を行列 B に保存する処理が入る。適切なプログラムを記述しなさい。

(イ) このプログラムを実行し、キーボードから 2 を入力したときの出力を記述しなさい。

(ウ) 3×3 の整数行列 $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$ の k 倍を計算できるようにプログラムを拡張したい。

4 行目以外に変更すべき全ての行について、それぞれどのように修正すべきかを、以下の (解答例) のような形式で記述しなさい。

(解答例)

4 行目: `int A[2][2]={1,2},{3,4}};→ int A[3][3]={1,2,3},{4,5,6},{7,8,9}};`

[設問 3]

char maze 内に文字で記述された迷路がある。この迷路は '#' が壁, '.' が通路, 'S' がスタート, 'G' がゴールを示している。以下は迷路探索プログラムの一部であり, 'S' を中心として上下左右の隣接マスが通路かどうかを判定する部分である。判定処理は, 今後のアルゴリズム拡張を見据え, 上下左右の方向をあらかじめ配列で定義し, for 文を用いて繰り返し処理する構造となっている。ソースプログラムを読んで, 設問に答えなさい。

```
#include <stdio.h>
#define H 5
#define W 7
char maze[H][W+1] = {
    "#####",
    "#S..#G#",
    "#.#...#",
    "#...#.#",
    "#####"};
int main(void) {
    int sy = 1, sx = 1; // スタート'S'の位置
    int nx = 0, ny = 0; // 探索用の変数
    int dy[4] = {-1, 1, 0, 0};
    int dx[4] = III;
    char *dir[4] = {"上", "下", "左", "右"};
    int i;
    for (i = 0; i < 4; i++) { // 上下左右を探索
        ny = sy + dy[i];
        nx = sx + dx[i];
        if (IV) {
            printf("%sに進める\n", dir[i]); ... (V)
        }
    }
    ...
}
```

- (ア) ソースプログラム中の破線で囲まれた部分では, ある点(sy, sx)を中心として上下左右の順で探索するために, dy および dx の配列を使って移動後の座標(ny, nx)を計算している。空欄 III に入る適切なプログラムを記述しなさい。
- (イ) 空欄 IV には, 座標(ny, nx)が通路かどうかを判定する条件文が入る。空欄 IV に入る適切なプログラムを記述しなさい。ただし, ここではゴール'G'は判定の対象に含めないものとする。
- (ウ) このプログラムを実行したときの (V) による出力を答えなさい。

データ構造とアルゴリズム 問 2

与えられた 2 つのリストがあり、それぞれから要素を一つずつ取り出して加算したものが与えられた数より大きくなる組み合わせを求めるという問題がある。選択肢が格納された個々の配列を A, B, それぞれの要素数を M, N, 合計の閾値を K とする。A の要素を {5, 3, 2, 8}, B の要素を {7, 1, 9}, K を 12 とすると、解となる組み合わせ (A, B) は (5, 9), (8, 7), (8, 9) となる。

[設問 1]

(ア) A の要素が {35, 12, 60, 8, 54, 77, 29, 46}, B の要素が {90, 27, 50, 6, 33, 14, 16, 88, 3}, K を 144 とする。この問題の解となる組み合わせ (A, B) を求めよ。

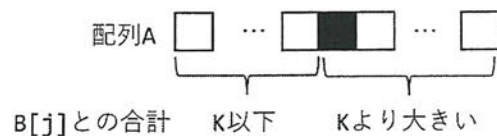
(イ) 以下は A と B のすべての要素の組み合わせに対し、合計が K より大きいかどうかを判定し、K より大きい (A, B) を出力するプログラムである。I にあてはまるプログラムを記述せよ。

```
...
1  int i, j;
2  for(i=0; i<M; i++){
3      for(j=0; j<N; j++){
4          if(  )
5              printf("(A, B)=(%d, %d)\n", A[i], B[j]);
6      }
7  }
```

(ウ) 4 行目は何回実行されるか。

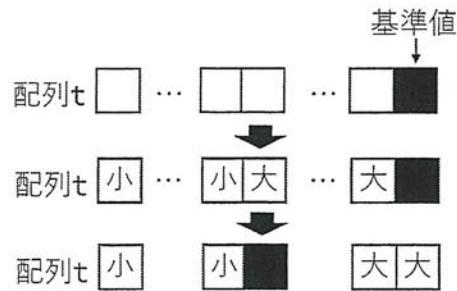
[設問 2]

A と B の要素数が膨大のときは、二分探索を用いて解くと、設問 1 (イ) のように求めるよりも速く解ける。以下が二分探索を用いて解く方法である。



- Step 1 配列 A を昇順にソートする。
- Step 2 B[0]から B[N-1]までのそれぞれの要素に対して以下を実行する。(注目している要素を B[j]とする)
 - Step 2-1 B[j]と加算したときに K より大きくなる最初の A の要素 (上図の黒色の要素) の要素番号 s を二分探索で求める。
 - Step 2-2 s=-1 (該当する要素が存在しない) でない場合, s 以降の A の要素と B[j]の組み合わせを解として出力する。

- (ア) Step 1 のソートをクイックソートで実現する。クイックソートのプログラムを以下に示す。t はデータの入った配列，start と end はクイックソートのアルゴリズムを適用するデータの左端と右端の要素番号を表す。クイックソートでは，基準値と各データの値を比較し，大きいデータを右に，小さいデータを左にまとめ，その後基準値を適切な位置に移動する処理を繰り返す。divide_array 関数は，基準値をアルゴリズムを適用されるデータの右端（end の位置）の値としたときに，この処理を実現するプログラムである。divide_array 関数での配列の値の遷移は以下の図のようになる。



- ① A の要素を {35, 12, 60, 8, 54, 77, 29, 46} とする。quick_sort 関数の 5 行目が初めて実行された直後の配列の値を書け。
- ② quick_sort 関数の 6 行目が初めて実行されるときの引数 k-1 の値を書け。
- ③ divide_array 関数は，配列の後ろから基準値より小さいデータを探す操作と，配列の前から基準値より大きいデータを探す操作を行う。前者の操作をするために配列を後ろから走査する変数を m，後者の操作をするために配列を前から走査する変数を n をする。II, III に当てはまるプログラムを記述せよ。III は 1 行とは限らない。

```

1 void quick_sort (int t[], int start, int end)
2 {
3     int k;                //配列 t 中の基準値の要素番号
4     if(start>=end) return;
5     k=divide_array (t, start, end);
6     quick_sort(t, start, k-1);
7     quick_sort(t, k+1, end);
8 }

1 int divide_array (int t[], int start, int end)
2 {
3     int n=start;
4     int m=end-1;

```

```

5     int tmp; //データを入れ替える際に変数
6     while(1){
7         while(t[n]<t[end]) n++; //基準値より大きいデータを探索
8         while(t[m]>t[end] && m>n) m--; //基準値より小さいデータを探索
9         if(  ) break; //条件 II を満たすとき while を終了
10        tmp=t[n];
11        t[n]=t[m];
12        t[m]=tmp; //t[n]と t[m]の値を入れ替える
13        n++;
14        m--;
15    }
16     //基準値を適切な位置に移動する
17    return n;
18 }

```

(イ) Step 2-1 の二分探索のプログラムを考える。

- ① プログラムの説明を表す以下の文章の IV, V を答えよ。自然言語で説明してもよいし、式を記述してもよい。

探索するデータの範囲の下限と上限の要素番号を、それぞれ lower, upper とし、lower と upper の中央値を middle とする。lower の初期値を 1, upper の初期値を一番後ろの要素番号とし、以下の操作を繰り返す。

middle=(lower+upper)/2

のとき lower=middle+1,

のとき upper=middle-1,

そうでないときに求める値が見つかったとして middle を返す。

- ② 配列のデータ数が M のとき、探索 (middle の値の比較) は最大何回実行されるか。

2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

環境都市工学専攻

都市システム工学分野

専門科目

(注意)

- (1) 解答は別配付の答案用紙に記入すること。
- (2) 必須科目である「基礎数学」については、指定の答案用紙に解答すること。
- (3) 選択科目である「環境工学」「水理学」「地盤力学」「構造力学」「コンクリート工学」「土木計画学」「データ工学」「ネットワーク工学」「土木情報学」については、2科目を選択し、それぞれ別の答案用紙に解答すること。また、答案用紙の受験科目欄に選択した科目を明記すること。
なお、選択問題を3科目以上解答した場合は、選択問題の答案を無効とするので注意すること。
- (4) 配付した答案用紙3枚すべてを提出すること。

【必須】基礎数学

問題 1. (1) 関数 $f(x)$ について、次の問に答えよ

$$f(x) = \frac{1}{1+|x|} \sin(x)$$

(a) 導関数 $f'(x)$ を求めよ.

(b) $S = \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx$ を求めよ.

(c) $\lim_{x \rightarrow \infty} x f\left(\frac{1}{x}\right)$ を求めよ.

(2) 関数 $g(x,y)$ について、次の積分を計算せよ.

$$g(x,y) = \frac{|xy|}{xy} \sqrt{4-x^2-y^2}$$

(a) $\iint_D g(x,y) dx dy$ ($D: 0 \leq x^2 + y^2 \leq 4, x \geq 0, y \geq 0$)

(b) $\iint_D g(x,y) dx dy$ ($D: 0 \leq x^2 + y^2 \leq 4$)

問題 2. 行列 $A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix}$ に対し、次の問いに答えよ.

(1) 行列 A の固有値と固有ベクトルをすべて求めよ.

(2) A^n を求めよ.

問題 3. 次の微分方程式について、以下の問いに答えよ.

$$\frac{d^2y}{dx^2} + 6\frac{dy}{dx} + 9y = h(x)$$

(1) $h(x) = 0$ のときの一般解を求めよ.

(2) $h(x) = 4e^{-x}$ のときの一般解を求めよ.

(3) $h(x) = e^{-3x}$ のときの一般解を求めよ.

【選択】環境工学

1. 次の生態系サービスに関する問いに答えなさい。
 - 1) 4分類されるサービス名を答えなさい。
 - 2) 各サービスの内容について説明しなさい。

 2. 次の雨水流出抑制策に関する問いに答えなさい。
 - (1) 雨水流出抑制策には「雨水 (①) 施設」と「雨水 (②) 施設」がある。
(①) (②) に入る用語を答えなさい。
 - (2) (1)の両施設の抑制効果の特徴を説明せよ。

 3. 次の計算問題を解答しなさい。
 - 1) 直径 D の 1 本の管で送る水量を直径 d の 2 本の管で送るときの直径の比 (D/d) を求めよ。ただし、満流とし、流量計算はマンニングの式を用い、粗度係数、勾配は同一の値とする。
 - 2) 下水汚泥の重力濃縮タンクの設計において、固形物負荷を $80\text{kg}\cdot\text{ds}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ 、タンクの有効水深を 4m とした場合、含水率 99% の汚泥 $400\text{m}^3/\text{日}$ を処理するために必要なタンクの滞留時間を求めなさい。ただし、汚泥の単位体積重量は $1,000\text{kg}/\text{m}^3$ とする。
-

【選択】水理学

1. 水中の斜面に直径 $D=4.0\text{m}$ の円板が設置されている。円板の頂点から斜面に沿った距離 $s_1=3.0\text{m}$ である。この時、円板にかかる全静水圧 P 、全静水圧 P の作用点の斜面に沿った距離 s_c 、その深さ h_c を求めよ。ただし、斜面の角度 θ は 30° 、円の断面二次モーメントは円板の半径を r としたとき $\pi r^4/4$ 、水の密度は $1,000\text{kg/m}^3$ 、重力加速度は 9.8m/s^2 とする。 π は数値を代入せずに残すこと。

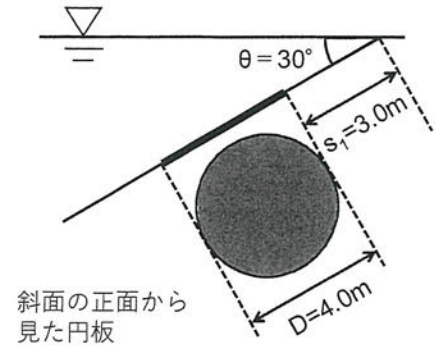


図 斜面上に設置された円板

2. 以下の文章の 内にあてはまる語句を答えよ。

管路流れにおける損失水頭は、急拡、屈折などによる (1) 損失と、管壁面の抵抗による (2) 損失の和で求められる。 (2) 損失は速度水頭、 (2) 損失係数、 (3) の積を (4) で除した形となっており、 (5) の式と呼ばれる。 (2) 損失は流れの構造と壁面せん断力が関係しており、層流・乱流の別で損失の度合いが異なる。この流れの分類に用いられる指標である (6) 数は (7) と (4) の積を (8) で除した形の無次元数となっている。

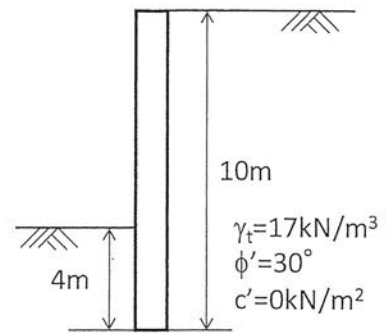
3. 地球温暖化に伴う気候変動によって、気温や海面水位の上昇、短時間大雨の頻度や降水量の変化、台風強度の増大が予測されている。河川流域・沿岸域への気候変動の影響について述べるとともに、河川工学・海岸工学における適応策について論ぜよ。

【選択】地盤力学

1. 海岸に近い砂丘後背地に土木構造物を建設する計画がある。この計画に際して、建設予定地の地盤調査を実施した。

- (1) 標準貫入試験 (SPT) は地盤の原位置試験法の一つである。この試験方法について試験の手順および得られる N 値の意味を含め詳しく説明せよ。ただし、解答に当たっては次に示す数値及び用語 (63.5kg, 30cm, 76cm, N 値) を必ず用いること。
- (2) 標準貫入試験 (SPT) を実施することにより、地盤のどのような性質や特徴を評価することができるか、具体的に説明せよ。
- (3) この地点での標準貫入試験結果から、深度の浅い地点の飽和砂層については液状化の可能性が高いと判定された。大地震時に、砂地盤において液状化が発生するメカニズムを説明せよ。
- (4) 上で述べた飽和砂層から原位置試料を採取し室内試験を行ったところ、自然状態の砂の含水比 w が 27.0%, 湿潤密度 ρ_t が 1.98Mg/m^3 であった。この砂を乾燥させてモールド (容積 100.0cm^3) に最も密に詰めたときの質量は 184.0g , 最も緩く詰めたときの質量は 145.0g であった。この砂の自然状態における相対密度 D_r と飽和度 S_r を求めよ。ただし、砂の土粒子密度を 2.70Mg/m^3 とする。

2. 右図に示すように高さ 10m の擁壁がある。前・背面の地盤は均質な砂からなり、地表面は水平で地下水位は擁壁下端より深い位置にある。また土の単位体積重量 $\gamma_t=17\text{kN/m}^3$, せん断抵抗角 $\phi'=30^\circ$, 粘着力 $c'=0\text{kN/m}^2$ である。

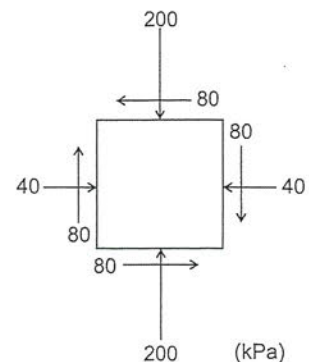


- (1) ランキンの主働土圧係数 K_a , およびランキンの受働土圧係数 K_p を求めよ。
- (2) 背面, 前面とも 2m の深さにおける有効上載圧を求めよ。またその深さにおけるランキンの主働土圧, 受働土圧を求めよ。

(3) 背面と前面に作用する土圧の分布を求め, その合力と作用線の位置を求めよ。

3. 右図のような応力状態にある土要素について, 以下の問いに答えよ。

- (1) モールの応力円を描き, 最大主応力, 最小主応力の大きさを求めよ。
- (2) 極を求め, 最大主応力, 最小主応力が作用する面と水平面とがなす角を求めよ。



【選択】 構造力学

次の問題に答えなさい。

- (1) 図 1, 2 に示す片持はりの先端 B のたわみをそれぞれ求めなさい。(ヤング係数 E , 断面 2 次モーメント I)
- (2) 図 3 に示す点 C にヒンジを有する不静定はりの支点反力 R_A , R_B , M_A , M_B を求めなさい。(ヤング係数 E , 断面 2 次モーメント I)
- (3) 図 3 に示す点 C にヒンジを有する不静定はりに対して, 等分布荷重 q を増加させた場合の崩壊過程を説明しなさい。ただし, はりの全塑性モーメントを $\pm M_p$ とする。

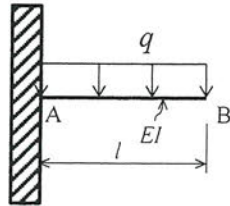


図 1

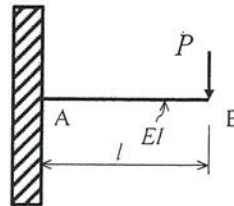


図 2

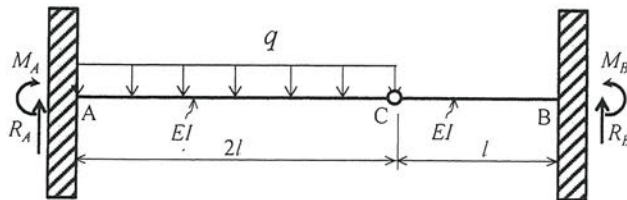


図 3

【選択】コンクリート工学

1. コンクリート構造物の化学的侵食について、以下の問いに答えよ。

- (1) 塩酸、硫酸、硝酸などによる侵食は一般の環境下ではあまり生じないが、汚水の流れる下水道施設では、強酸による侵食が発生しやすくなる。下水道施設で発生する化学的侵食について、どのような現象によって化学的侵食が生じるかを説明せよ。
- (2) 硫酸塩による劣化は、(1)とは異なる。その劣化はどのようにして発生し、どのような劣化を生じさせるかを説明せよ。

2. 高炉スラグ微粉末について、以下の問いに答えよ。

- (1) 高炉スラグ微粉末は、どのようにして製造されるかを説明せよ。
- (2) 高炉スラグ微粉末をコンクリートに混入することの利点について、2つ挙げて説明せよ。
- (3) 高炉スラグ微粉末をコンクリートに混入することの欠点について、2つ挙げて説明せよ。

3. 次の配合に関する問いに答えよ。

下表は、練上がり量を 1m^3 とし、砂の表面水率が2.0%、碎石の表面水率が1.0%の普通コンクリートの現場配合を示したものである。このコンクリートの計画配合を求め配合表を示せ。

ただし、セメントの密度は 3.15 g/cm^3 、砂の表乾密度は 2.55 g/cm^3 、碎石の表乾密度は 2.65 g/cm^3 、高性能AE減水剤の密度は 1.0 g/cm^3 とし、高性能AE減水剤は原液で使用し、単位水量の一部とみなす。また、骨材の過大粒、過小粒の補正は行わないものとする。

水 (kg)	セメント (kg)	砂 (kg)	碎石 (kg)	高性能AE減水剤 (kg)
153	340	832	910	4.0

4. 次の用語について () 内の説明を考慮して詳しく説明せよ。

- (1) 寒中コンクリート (その条件と対策)
 - (2) 曲げ圧縮破壊 (どのような破壊か)
 - (3) 帯鉄筋 (その役割も含めて)
-

【選択】 土木計画学

問1 A社では、S市内で電動アシスト自転車・電動キックボードのシェアリング事業を計画している。各車両の専有面積は、1台あたり電動アシスト自転車 1.5m^2 、電動キックボード 1.2m^2 であり、S市内で利用可能な総面積は 306m^2 である（ここでは、返却のための空きスペース等は考慮しない）。また、1か月間のメンテナンス時間は、1台あたり電動アシスト自転車12分、電動キックボード30分であり、S市内の1か月間の総メンテナンス時間の上限は51時間である。A社の1台・1か月あたりの利益は、電動アシスト自転車7千円、電動キックボード9千円である。このとき、以下の各問に答えよ。

- (1) A社の利益を最大にする電動アシスト自転車・電動キックボードの導入台数を求める問題を定式化せよ。なお、算定される台数は小数を含んでよい。また、変数の定義・制約条件も全て明記すること。
- (2) シンプレックス法を用いて、(1)で定式化した問題を解き、それぞれの導入台数を求めよ。
- (3) 1か月間の総メンテナンス時間の上限が51時間から102時間に増加した時の、A社の利益を最大にするそれぞれの導入台数を求めよ。また、(2)の場合と比較したA社の利益の増加量を求めよ。

問2 つぎに示す各語句の意味を、それぞれ100字程度で説明せよ。

- (1) ゲーム理論
- (2) 市場の失敗

問3 「地域防災計画」で考慮すべき項目・内容について、300字程度で述べよ。

【選択】 データ工学

問題 1 次のデータは、ある 2つの地域での 2024 年月別平均気温 (°C) である。このとき、次の間に答えよ。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
地域 A	7.1	8.4	9.5	17.8	19.4	23.9	29.6	30.4	28.6	22.1	15.1	8.6
地域 B	17.9	19.8	19.5	23.9	24.7	26.9	30.5	30.2	28.8	27.6	23.9	18.6

- それぞれの地域に対し、平均気温および四分位偏差を求めよ。
- それぞれの地域に対する箱ひげ図を描け。この結果に基づき、地域別の特性を述べよ。

問題 2 ある製品について、故障するまでの時間 X (年) の確率密度関数が

$$f(x) = \begin{cases} k \exp\left(-\frac{x}{5}\right) & (x > 0) \\ 0 & (x \leq 0) \end{cases}$$

で与えられるとし、以下の間に答えよ。ここで、 k は正の定数である。

- 正の定数 k の値を求めよ。
- X の平均 m と分散 σ^2 を求めよ。
- 故障するまでの時間 X が平均 m より大きい確率を求めよ。

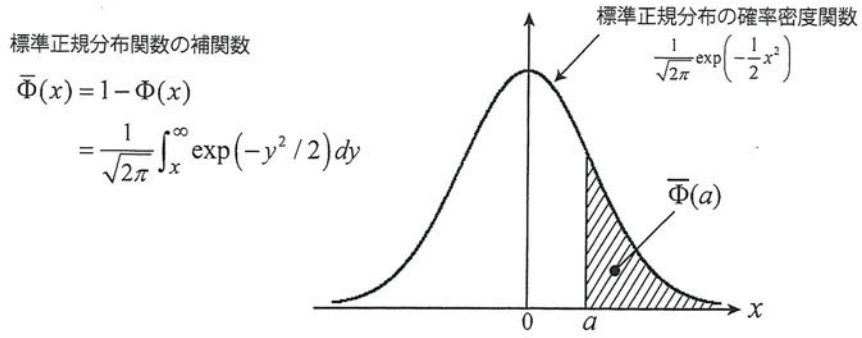
問題 3 次の間に答えよ。

- ある工業製品の原材料は、A 国と B 国からの輸入のみに頼っており、その比率は 2 : 5 である。A 国から輸入した原材料を使用したときには不良品の発生率が 7% であり、B 国から輸入した原材料を使用したときには不良品の発生率が 1% であるとする。製品を無作為に一つ抽出したとき、その製品が不良品であったという条件の下で、B 国から輸入された原材料によるものである確率を求めよ。
- ある工業製品は M 部品と N 部品の 2つの部品を加工して完成され、完成品の質量は M 部品の質量と N 部品の質量の和で表される。ただし、各々の質量にばらつきがあり、M 部品の質量は平均 1.3(kg)、標準偏差 0.08(kg) の正規分布に従い、N 部品の質量は平均 1.1(kg)、標準偏差 0.06(kg) の正規分布に従う。M 部品の質量と N 部品の質量は統計的に独立であるとし、完成した製品の質量が 2.525(kg) を超過する確率を求めよ (次ページの標準正規分布表を用いる)。

問題 4 次の用語について説明せよ。

- 最小二乗法 (least squares method)
- 最尤推定法 (maximum likelihood estimation)
- 交差検証法 (cross validation)

標準正規分布表



<i>a</i>	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	0.50000	0.49601	0.49202	0.48803	0.48405	0.48006	0.47608	0.47210	0.46812	0.46414
0.1	0.46017	0.45620	0.45224	0.44828	0.44433	0.44038	0.43644	0.43251	0.42858	0.42465
0.2	0.42074	0.41683	0.41294	0.40905	0.40517	0.40129	0.39743	0.39358	0.38974	0.38591
0.3	0.38209	0.37828	0.37448	0.37070	0.36693	0.36317	0.35942	0.35569	0.35197	0.34827
0.4	0.34458	0.34090	0.33724	0.33360	0.32997	0.32636	0.32276	0.31918	0.31561	0.31207
0.5	0.30854	0.30503	0.30153	0.29806	0.29460	0.29116	0.28774	0.28434	0.28096	0.27760
0.6	0.27425	0.27093	0.26763	0.26435	0.26109	0.25785	0.25463	0.25143	0.24825	0.24510
0.7	0.24196	0.23885	0.23576	0.23270	0.22965	0.22663	0.22363	0.22065	0.21770	0.21476
0.8	0.21186	0.20897	0.20611	0.20327	0.20045	0.19766	0.19489	0.19215	0.18943	0.18673
0.9	0.18406	0.18141	0.17879	0.17619	0.17361	0.17106	0.16853	0.16602	0.16354	0.16109
1.0	0.15866	0.15625	0.15386	0.15151	0.14917	0.14686	0.14457	0.14231	0.14007	0.13786
1.1	0.13567	0.13350	0.13136	0.12924	0.12714	0.12507	0.12302	0.12100	0.11900	0.11702
1.2	0.11507	0.11314	0.11123	0.10935	0.10749	0.10565	0.10383	0.10204	0.10027	0.09853
1.3	0.09680	0.09510	0.09342	0.09176	0.09012	0.08851	0.08691	0.08534	0.08379	0.08226
1.4	0.08076	0.07927	0.07780	0.07636	0.07493	0.07353	0.07215	0.07078	0.06944	0.06811
1.5	0.06681	0.06552	0.06426	0.06301	0.06178	0.06057	0.05938	0.05821	0.05705	0.05592
1.6	0.05480	0.05370	0.05262	0.05155	0.05050	0.04947	0.04846	0.04746	0.04648	0.04551
1.7	0.04457	0.04363	0.04272	0.04182	0.04093	0.04006	0.03920	0.03836	0.03754	0.03673
1.8	0.03593	0.03515	0.03438	0.03362	0.03288	0.03216	0.03144	0.03074	0.03005	0.02938
1.9	0.02872	0.02807	0.02743	0.02680	0.02619	0.02559	0.02500	0.02442	0.02385	0.02330
2.0	0.02275	0.02222	0.02169	0.02118	0.02068	0.02018	0.01970	0.01923	0.01876	0.01831
2.1	0.01786	0.01743	0.01700	0.01659	0.01618	0.01578	0.01539	0.01500	0.01463	0.01426
2.2	0.01390	0.01355	0.01321	0.01287	0.01255	0.01222	0.01191	0.01160	0.01130	0.01101
2.3	0.01072	0.01044	0.01017	0.00990	0.00964	0.00939	0.00914	0.00889	0.00866	0.00842
2.4	0.00820	0.00798	0.00776	0.00755	0.00734	0.00714	0.00695	0.00676	0.00657	0.00639
2.5	0.00621	0.00604	0.00587	0.00570	0.00554	0.00539	0.00523	0.00508	0.00494	0.00480
2.6	0.00466	0.00453	0.00440	0.00427	0.00415	0.00402	0.00391	0.00379	0.00368	0.00357
2.7	0.00347	0.00336	0.00326	0.00317	0.00307	0.00298	0.00289	0.00280	0.00272	0.00264
2.8	0.00256	0.00248	0.00240	0.00233	0.00226	0.00219	0.00212	0.00205	0.00199	0.00193
2.9	0.00187	0.00181	0.00175	0.00169	0.00164	0.00159	0.00154	0.00149	0.00144	0.00139
3.0	0.00135	0.00131	0.00126	0.00122	0.00118	0.00114	0.00111	0.00107	0.00104	0.00100

【選択】 ネットワーク工学

[1] IPv6(IP Version6)アドレスに関する問いに答えよ。

- (1) IPv6 アドレスのビット長を答えよ。
- (2) IPv6 グローバルユニキャストアドレスは以下の 3つの項目から構成される。
 - ・ global routing prefix
 - ・ subnet ID
 - ・ interface ID

上記 3 項目名のビット長を答えよ。

- (3) IPv6 ネットワークに参加したノードが IPv6 グローバルユニキャストアドレスを自動設定する場合、参加ノードはルータからの ICMPv6 ルータ広告 (Router Advertisement, RA)を受信し、RA に含まれるネットワークアドレスを、(2)の 3 項目のどの項目 (1 つの項目とは限らない) に代入して、IPv6 グローバルユニキャストアドレスを設定するのかを答えよ。
- (4) 参加ノードは、自動設定した IPv6 グローバルユニキャストアドレスを、ICMPv6 近隣広告 (Neighbor Advertisement, NA)を用いて隣接ノードへ送信する。この目的を答えよ。
- (5) 上記 NA は、グローバルユニキャストアドレスではないアドレスの型を用いる。このアドレスの型名を答えよ。

[2] 媒体共有型のデータリンク層において、複数のノードによる通信に伴う媒体の競合を避けるために多重アクセス制御 (Multiple Access Control, MAC) が行われる。以下の MAC に関する問いに答えよ。

- (1) 媒体共有型の代表的なネットワークトポロジーとしてバス型が挙げられる。このバス型ネットワークトポロジを複数のノードと通信媒体を用いて図示せよ。
 - (2) 代表的な MAC として、FDMA, TDMA, CSMA が挙げられる。この 3つの MAC の媒体競合回避方法を説明せよ。
 - (3) MAC は、中央制御機構を必要とする集中制御方式と、中央制御機構を必要としない分散制御方式に大別できる。上記 3つの MAC は、それぞれいずれの制御方式であるのかを説明せよ。
-

【選択】 土木情報学

【1】 橋梁やトンネル、ダムなどのインフラ構造物に対して、点検業務を記録・管理するシステムの設計において、以下の（ア）～（エ）の事項をもとに、実体とその関連を表す概念モデルを考える。下線部は各々の属性に相当する。

（ア） **Structure**（インフラ構造物）には、名称、種類、所在地情報がある。

（イ） **Inspector**（点検者）には、IDと氏名の情報がある。

（ウ） **Inspection**（点検）では、構造物に対して、特定の日付に点検者が実施し、点検結果を記録する。

（エ） **Result**（点検結果）には、劣化度スコア、異常の有無、コメントが含まれる。

次の(1)～(4)の各問に答えよ。図示するものは各問別に回答せよ。

(1) 上記(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)それぞれに相当するクラスを含む概念モデルを UML に則ったクラス図で示し、互いの関連（1対多など）も図示せよ。

(2) (1)で作成した **Structure** クラスを基にして、次の種類のサブクラスを図示せよ。

- ・ **Bridge**（橋）：属性として「橋の長さ」を追加
- ・ **Tunnel**（トンネル）：属性として「総延長」と「竣工年」を追加
- ・ **Dam**（ダム）：属性として、「貯水量」を追加

(3) (2)の各クラスに共通のメソッド `describe()` を実装し、次のような内容を含むクラス図にせよ。

- ・ `describe()` は、**Structure** で定義し、サブクラスでオーバーライドする。
- ・ 構造物ごとに `describe()` を呼び出すと、各構造物固有の属性情報を出力する。

(4) (3)のような `describe()` メソッドの使い方を一般に何と呼ぶか。また、どのような利点があるか、この **Structure** クラスとサブクラスを例に説明せよ。

【2】 3次元データの取得・活用に関する技術について、次の(1)～(5)の各問に答えよ。

(1) BIM または CIM (Building Information Modeling / Construction Information Modeling) と呼ばれる情報システムの特徴について、CAD (Computer-Aided Design) との違いを踏まえながら説明せよ。

(2) TLS (Terrestrial Laser Scanner) のように、レーザ光等の照射により3次元計測を実施する機器で得られる3次元点群データの利点について説明せよ。

(3) カメラによる写真や映像から3次元データを取得する写真測量に基づく技術について、(2)の技術と比較して長所と短所について述べよ。

(4) GNSS (Global Navigation Satellite System) を利用して実施できる単独測位の原理について簡単に説明せよ。

(5) 日本における「みちびき」のように、各国で整備が進められている準天頂衛星システム (QZSS ; Quasi-Zenith Satellite System) に期待される効果について、(4)と関連付けて簡単に説明せよ。

- 【3】我が国では、少子高齢化に伴う労働者不足に伴い、建設現場やインフラの維持管理業務における技能労働者の減少が深刻であることから、DX(Digital Transformation)による効率化・省力化が望まれている。DXの効果は、①単なるアナログからデジタルへの変換だけでなく、②システム化による情報の活用といった段階を経ることで、業務やサービスの変革に至ると考えられる。①から②への段階の内容としてどのようなことが考えられるか、例を挙げて考えを述べよ。
-

2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

環境都市工学専攻

建築学分野

専門科目

(注意)

- (1) 解答は別配付の答案用紙に記入すること。
- (2) 建築学全般にわたる問1～問9の全9問の設問のうち、5問を選択し、解答すること。
- (3) 答案用紙は、1問につき1枚を使用し、答案用紙の受験科目欄および問題番号記入欄に問題番号を明記すること。
- (4) 配付した答案用紙5枚すべてを提出すること。
- (5) 6問以上の解答は認めない。

問 1

1. 黄金比と白銀比を説明しなさい。
 2. モジュールとモデュロールを説明しなさい。
 3. タタミの京間と江戸間の違いを説明しなさい。
 4. タタミにおけるダブルグリッドとシングルグリッドを京間と江戸間を例に説明しなさい。
-

問 2

下記は、1950年に竣工したミース・ファン・デル・ローエ(*Mies van der Rohe*)設計によるファーンズワース邸(*Farnsworth House*)の平面図である(Not to scale)。この図面をもとにファーンズワース邸(*Farnsworth House*)について、以下に示す7つの用語を全て使用して作品分析し、300字程度で論述しなさい。但し、用語を使用する順序は任意とする。

用語：H型鋼の柱，内外，無柱空間，センターコア，回遊動線，オフィスビル，ユニヴァーサルスペース (Universal space)

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(出典：二川幸夫+ルウドウィッグ・グレイサー・エーディーエー・エディタ・トーキョー／1974年・GA グローバル・アーキテクチュア No.27〈ミース・ファン・デル・ローエ〉ファーンズワース邸 1945-50・ISBN-13：978-4871400275・内表紙より p.41・42・約50%に縮小)

問 3

1. 都市には、公園が整備されています。都市に公園が必要な理由を平常時、災害時の役割を考えて記述しなさい。

2. 以下の言葉を説明しなさい。

① ボンエルフ

② LRT

③ ZEH

④ 51C

問 4

建築における構造は、用いられる材料によって、その形式や表現に大きな違いが生じる。石・木・鉄・コンクリートなどの構造材料のうち、2種類以上を取り上げ、それらの材料特性と、構造形式や建築的表現との関係について考察せよ。

問 5

(1) 図 1 に示す 3 ヒンジラーメンについて、節点 E に鉛直荷重 P が作用し、節点 B に水平荷重 αP が作用している。以下の問いに答えよ。

- (i) $\alpha = 1$ のときの、曲げモーメント図、せん断力図、および軸力図を描け。
 (ii) 節点 B における曲げモーメントが 0 となるような α の値を求めよ。このとき、支点 A、支点 D における支点反力をそれぞれ求めよ。

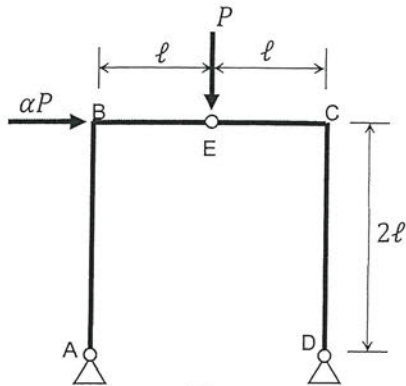


図 1

(2) 直角二等辺三角形の 3 部材トラスに関する以下の問いに答えよ。ただし部材 AB, BC, CA の材料および断面は同一であり、ヤング係数は E 、断面積は A であるものとする。また、部材の変形は微小であり、座屈は考慮しないものとする。

- (i) 図 2 に示すように、節点 A がピン支点、節点 B がピンローラー支点により支持されている。節点 C に鉛直荷重 P を作用させたときの節点 C の鉛直変位 δ_C と節点 B の鉛直変位 δ_B をそれぞれ求めよ。
 (ii) 図 3 に示すように、節点 B をピン支点に置き換えた。節点 C に鉛直荷重 P を作用させたときの節点 C の鉛直変位 δ_C' を求めよ。
 (iii) 節点 B をピン支点に置き換えたことをふまえて、 δ_C と δ_C' との値を比較し、違いについて力学的に考察せよ。

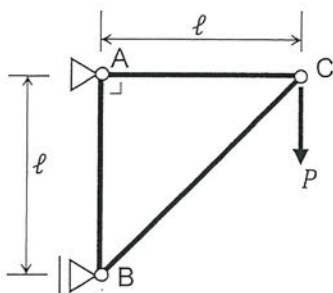


図 2

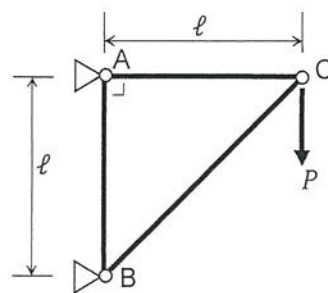
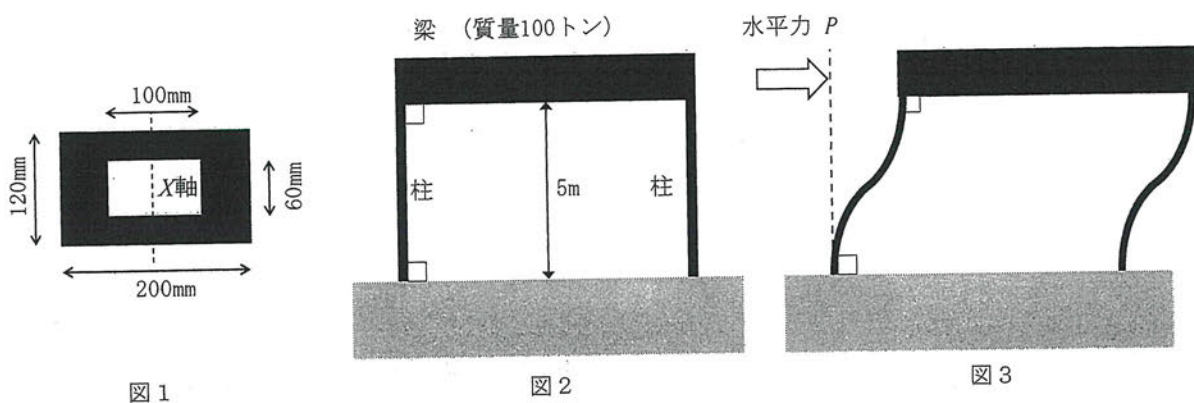


図 3

問 6

(1) 図 1 に示す矩形断面の柱と、十分に剛な梁で構成された図 2 の平面フレームを考える。図 1 の柱は図 2 の柱の断面図であり、内側は中空の矩形断面とする。柱梁接合部および基礎と柱脚はそれぞれ剛接合されており、柱は弾性体でヤング係数は 200000N/mm^2 とする。なお、柱のせん断変形を無視できるものとし、水平力 P が作用すると平面フレームは図 3 のように変形する。

- (i) 柱の X 軸方向まわりの断面二次モーメントを求めよ。
- (ii) 平面フレームの梁の質量 100 トンは、左右 2 本の柱で支えられている。柱の自重を無視した時、この柱が曲げ座屈していないことを、計算して確認せよ。
- (iii) 平面フレームの水平剛性 (kN/m) を求めよ。
- (iv) 平面フレームの固有周期 (s) を求めよ。



(2) 次の用語について説明せよ。

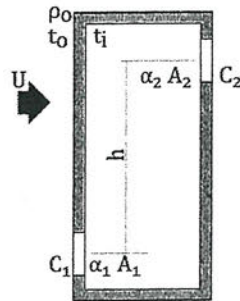
- (i) コンクリートの割裂試験
- (ii) 木材の異方性
- (iii) 地盤の液状化

問 7

建築は、それが構成する環境における人の心理評価や生理反応が適切なものとなるように計画されるべきである。その効果的な計画のためには、種々の心理評価の基となる感覚や生理反応と、それを引き起こす刺激や物質量などとを的確に関係づけることが重要となる。光、音、熱、空気の環境要素ごとに、主たる刺激・物質量を感覚や生理反応と関係づける方策がとられている。それら環境要素ごとに、主たる刺激・物質量と、それを感覚や生理反応と関係づけている方法と、それに用いられる指標を説明しなさい。

問 8

(1)図に示す断面室に 2 開口がある場合の重力換気と風力換気のみによる自然換気量について考える場合について、下記の問いに答えなさい。ただし、下部開口の流量係数[-]を α_1 、面積[m²]を A_1 、上部開口の流量係数[-]を α_2 、面積[m²]を A_2 、2 開口の高さの差[m]を h 、重力加速度[m/s²]を g 、室外空気密度[kg/m³]を ρ_o 、室内空気温度[°C]を t_i 、室外空気温度[°C]を t_o ($t_o < t_i$)、外部風速[m/s]を U 、下部開口の風圧係数[-]を C_1 、上部開口の風圧係数[-]を C_2 とする。



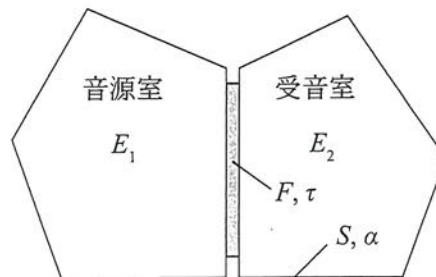
- 2 開口を合成した有効（相当）開口面積 αA [m²]を求めなさい。
- 重力換気と風力換気の双方による合成後の開口部の差圧[Pa]を ΔP としたとき、この差圧によって生じる換気量 Q [m³/h]について αA や ΔP 等を用いて表しなさい。
- 重力換気のみに関係する合成後の開口部の差圧[Pa]を ΔP_g 、風力換気のみに関係する合成後の開口部の差圧[Pa]を ΔP_w としたとき、 ΔP_g と ΔP_w をそれぞれ求めなさい。

(2)室外と室内に挟まれた厚さ 10 cm のコンクリートの壁がある。ここで、コンクリートの熱伝導率を 0.5 W/(m·K)、室外側総合熱伝達率を 20 W/(m²·K)、室内側総合熱伝達率を 10 W/(m²·K)とする。

- この壁の熱貫流率 U [W/(m²·K)]を求めなさい。
- 室外気温が 30°C、外壁面に入射する全日射量を 500 W/m²、壁面の実効放射量を 100 W/m²とする。壁面の日射吸収率を 0.8、長波長放射率を 1.0 とするときの相当外気温 (SAT) を求めなさい。
- b)において室内気温が 10°Cのときの、この壁の単位面積あたりの通過熱流 q [W/m²]を求めなさい。また、このときの壁の室外側表面温度 T_{so} [°C]と室内側表面温度 T_{si} [°C]をそれぞれ求めなさい。

問 9

(1) 下図に示すような 2 室間の壁の遮音について、下記の問いに答えなさい。なお、音源室、受音室ともに完全拡散音場の仮定が成り立ち、定常状態である。また、音源室と受音室の音響エネルギー密度 $[J/m^3]$ をそれぞれ E_1 、 E_2 、音響エネルギー密度レベル $[dB]$ を L_1 、 L_2 、2 室間の壁の面積 $[m^2]$ と平均透過率 $[-]$ をそれぞれ F 、 τ 、受音室を構成する面（2 室間の壁を含む）の面積 $[m^2]$ と平均吸音率 $[-]$ をそれぞれ S 、 α 、音速 $[m/s]$ を c とする。



- 音源室側から 2 室間の壁に入射する音響インテンシティ $[W/m^2]$ を求めなさい。
- 2 室間の壁を通じて音源室に供給される単位時間あたりの音響エネルギー $[W]$ 、ならびに、受音室で消散される単位時間あたりの音響エネルギー $[W]$ をそれぞれ求めなさい。
- $L_1 - L_2$ を E_1 と E_2 を用いて表しなさい。
- $L_1 - L_2$ を R 、 F 、 A を用いて表しなさい。ここで、 R は 2 室間の壁の総合透過損失 $[dB]$ 、 A は受音室を構成する面の吸音力 $[m^2]$ とする。

(2) 水平面からの高さ $h[m]$ の位置に全方向の光度が $I[cd]$ の点光源がある。光源直下の水平面の点 P における照度を考える。次の問いに答えなさい。

- 点光源の全光束 F を求めなさい。
- 点光源による点 P の直接照度を求めなさい。

次に、半径 $r[m]$ ($r < h$) の厚みが無視できる中空球体を、その点光源を中心として設置した。なお、中空球体は内表面反射率 ρ 、透過率 τ の均等拡散性の反射と透過をするものとする。また、水平面の反射率は 0 で反射光は考えないものとする。

- 中空球体について表面積 $S[m^2]$ と、点 P に対する立体角投射率 U を求めなさい。
- 光源による中空球体内表面の直接照度 E_{sd} 、間接照度 E_{sr} と、照度 E_s を求めなさい。
- 中空球体について、透過光の光束発散度 M_s と、輝度 L_s を求めなさい。
- 中空球体による点 P の照度 E_{sp} を求めなさい。

2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

環境都市工学専攻

エネルギー環境・化学工学分野

専門科目

(注意)

- (1) 解答は別配付の答案用紙に記入すること。
- (2) 必須科目である「物理化学」に関しては、問Ⅰ、問Ⅱ、問Ⅲの各問を指定の答案用紙に解答すること。
- (3) 選択科目に関しては、「反応工学」「プロセスシステム工学」「触媒工学」「流動伝熱」「拡散分離」の5科目から2科目を選択し、それぞれ別の答案用紙に解答すること。
なお、答案用紙の受験科目欄に選択した科目を明記すること。
- (4) 配付した答案用紙5枚すべてを提出すること。

【必須】物理化学 問 I

1. ある液体の通常沸点は 308 K であり、298 K での蒸気圧は 0.734 bar である。以下の問いに答えなさい。なお、気体定数は $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。

(1) 標準蒸発エンタルピー $\Delta_{\text{vap}}H [\text{kJ mol}^{-1}]$ を求めなさい。ただし、蒸発エンタルピーは一定と見なしてよいものとする。

(2) (1) で求めた蒸発エンタルピーを用いて、310 K における蒸気圧 [bar] を求めなさい。

参考：Clausius-Clapeyron の式
$$\frac{d(\ln P)}{dT} = \frac{\Delta_{\text{vap}}H}{RT^2}$$

2. ある理想気体 1.00 mol を 298 K に保ちつつ、以下の条件で膨張させた。気体の初期体積は 5.00 L、最終体積は 9.50 L とする。以下の問いに答えなさい。なお、気体定数は $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ 、 $1 \text{ atm} = 101 \text{ kPa}$ とする。

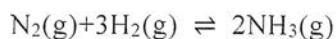
(1) 外圧を 1.00 atm に保ったまま不可逆的に膨張させたとき、気体が外部に対して行う仕事 [J] を求めなさい。

(2) 上記の体積変化を等温かつ可逆的に行ったとき、気体が外部に対して行う仕事 [J] を求めなさい。

(3) 上記の不可逆過程と可逆過程における仕事の大小関係について、PV 線図 (圧力体積図) を描いて示しながら、そのような差が生じる理由を説明しなさい。

【必須】物理化学 問Ⅱ

次の反応において、以下の問いに答えなさい。なお、表中のデータやヒントを使って、計算しなさい。気体状数は $R=8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。



- (1) $25.0 \text{ }^\circ\text{C}$ におけるギブズの自由エネルギー $\Delta_r G^\ominus$ を算出せよ。
- (2) $25.0 \text{ }^\circ\text{C}$ での反応の熱力学的平衡定数 K を算出せよ。
- (3) $500 \text{ }^\circ\text{C}$ におけるギブズの自由エネルギー $\Delta_r G^\ominus$ を算出せよ。

	標準生成エンタルピー $\Delta_f H_{298}^\ominus / \text{kJ mol}^{-1}$	標準モルエントロピー $S_{298}^\ominus / \text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$	熱容量 $C_p / \text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
$\text{N}_2(\text{g})$	0	192	29.1
$\text{H}_2(\text{g})$	0	131	28.8
$\text{NH}_3(\text{g})$	-46.1	193	35.7

(kJ, J の単位に注意すること)

ヒント

キルヒホッフの式

$$\Delta_r H_{T_2}^\ominus = \Delta_r H_{T_1}^\ominus + \Delta C_p \Delta T$$

$$\Delta C_p = \sum \nu_i C_p (\text{生成物}) - \sum \nu_i C_p (\text{反応物})$$

(ν_i は反応式中の量論係数)

【必須】物理化学 問Ⅲ

1. 化合物 X の初濃度を 0.250 mol L^{-1} にして、X の分解反応(液相)を行った。X の 25.0 % が分解するのに 250 s を要した。以下の問いに答えなさい。
 - (1) X の分解反応が 1 次反応であるとき、反応速度定数 k_1 を求めなさい。
 - (2) 2 次反応であるとき、反応速度定数 k_2 を求めなさい。
 - (3) 0 次反応のとき、反応速度定数 k_0 を求めなさい。
 2. 化合物 Y の初濃度を 0.250 mol L^{-1} で同じにして、温度を変えて Y の分解反応(液相、2 次反応)を行った。活性化エネルギー E_a [J mol^{-1}] は一定としてよい。気体定数は $R = 8.31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ とする。以下の問いに答えなさい。
 - (1) 300 K にて Y の分解反応を行ったところ、Y の半減期は 250 min であった。300 K での反応速度定数 k_{300} を求めなさい。
 - (2) 330 K にて同様の分解反応を行った。このときの反応速度定数 k_{330} は、 k_{300} の 25.0 倍であった。 E_a を求めなさい。
 - (3) 315 K にて同様の反応を行った。Y の半減期を求めなさい。
 3. 気体分子運動論によれば、分子の衝突頻度は絶対温度の 0.5 乗に比例する。一方、アレニウスの式中の頻度因子 A は、計算上、定数として扱っても差し支えない。その理由を簡単に説明しなさい。
-

【選択】 反応工学



上式で表される気相反応を反応器体積 2.00 m^3 の連続槽型反応器(CSTR)で行った。Aのみから成る原料ガスを濃度 50.0 mol m^{-3} 、体積流量 $0.100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ で反応器に供給し、温度、圧力一定で反応させた。このとき、反応器出口における A の反応率は 0.600 であった。次の問いに答えなさい。

- (1) 反応器出口における R のモル分率を求めなさい。
- (2) 反応速度定数 k を求めなさい。

つぎに、以下に示す方法で R の生産速度（反応器出口における R のモル流量）を 25.0% 上げることを考える。

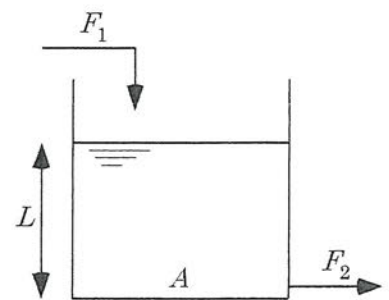
- (3) 反応器体積を反応率 0.600 の場合の何倍にすればよいか求めなさい。ただし、反応器体積以外の条件は同じであるとする。
 - (4) 反応圧力を反応率 0.600 の場合の何倍にすればよいか答えなさい。ただし、反応圧力以外の条件は同じであるとする。
 - (5) 原料ガスの体積流量を反応率 0.600 の場合の何倍にすればよいか答えなさい。ただし、体積流量以外の条件は同じであるとする。
-

【選択】 プロセスシステム工学

1. 右図に示される貯留タンクにおいて、 F_1 、 F_2 は体積流量[m³/s]、 A はタンク断面積[m²]、 L は液レベル[m]を表す。液密度 ρ [kg/m³]と A の値は一定で、タンクからの流出流量は、

$$F_2 = a\sqrt{L} \quad (a \text{ は定数})$$

で与えられるとする。問題を解くにあたって、下記のテイラー展開の式とラプラス変換表を参考にせよ。



- (1) この貯留タンクの物質収支式を導出せよ。
- (2) 変数 L と F_1 の定常状態での値をそれぞれ L^* 、 F_1^* とした場合、 L^* と F_1^* の間に成り立つ関係式を求めよ。
- (3) 変数 L と F_1 の定常状態からの変化量 ΔL と ΔF_1 を用いて、(1)で求めた物質収支式を定常点のまわりでテイラー展開することにより線形化せよ。
- (4) (3)で求めた線形モデルを用いて、 F_1 の変化量 ΔF_1 から L の変化量 ΔL への伝達関数 $G_p(s)$ を導出せよ。

参考：関数 $f(x_1, x_2)$ を点 (x_1^*, x_2^*) のまわりでテイラー展開すると、

$$f(x_1, x_2) \approx f(x_1^*, x_2^*) + \left. \frac{\partial f}{\partial x_1} \right|_{x_1^*, x_2^*} \Delta x_1 + \left. \frac{\partial f}{\partial x_2} \right|_{x_1^*, x_2^*} \Delta x_2$$

$$\text{ここに、} \Delta x_1 = x_1 - x_1^*, \quad \Delta x_2 = x_2 - x_2^*$$

ラプラス変換表

	時間領域	s 領域
線形	$af(t)+bg(t)$	$aF(s)+bG(s)$
微分	$df(t)/dt$	$sF(s)-f(0)$
指数関数	e^{-at}	$1/(s+a)$
ステップ関数	1	$1/s$
最終値定理	$\lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$	$\lim_{s \rightarrow 0} sF(s)$

2. 次の問いに答えよ。

- (1) プロセスの自由度とは何かを説明せよ。
- (2) プロセスの最適化とは何かを説明せよ。
- (3) フィードバック制御系の内容を図（ブロック線図）と文章を用いて説明せよ。

【選択】 触媒工学

1. 不均一系触媒反応は5つの過程 (i)~(v) から成り立っている。それぞれどういう過程か説明しなさい。ただし、(i)と(v)は物理的な過程であり、(ii)~(iv)は化学的な過程である。また、(ii)の過程では触媒表面上で反応分子が活性化される。その反応分子の活性化における主な3つの機構を説明しなさい。
 2. 触媒に関する次の用語の意味を説明しなさい。
(a) 均一系触媒、(b) 触媒回転数 (ターンオーバー数)、(c) 触媒回転頻度 (ターンオーバー頻度)、(d) 構造敏感反応
 3. 均一系触媒 Z (0.800 mmol) を用いて、 $A \rightarrow C$ (式①) の反応を試みた。基質 A (70.0 mmol) を 50.0 °C で 2.00 h 反応させると、14.0 mmol の A と 28.0 mmol の C が検出された。式①の反応の転化率、選択率、収率、触媒回転数および触媒回転頻度 [h^{-1}] をそれぞれ求めなさい。
-

【選択】 流動伝熱

1. 内径 $d=10.0$ cm、長さ 20.0 m の円管内を密度 $\rho=1.00\times 10^3$ kg m⁻³、粘度 $\mu=1.00\times 10^{-3}$ Pa·s の流体が質量流量 $w=6.28$ kg s⁻¹ で流れている。以下の問いに答えなさい。

- (1) この流体の体積流量 V [m³ s⁻¹]、平均流速 u [m s⁻¹] を求めなさい。
- (2) このときのレイノルズ数 Re を求めなさい。

2. 図1の水槽下部の小孔部から流出する流体の流速 u_2 をベルヌイの式を用いて求めなさい。ただし、重力加速度 $g=9.80$ m s⁻²、小孔から面1（水槽液面）までの高さ $h=2.00$ m であり、面1での液面降下速度 u_1 と摩擦損失は無視できるものとし、小孔部および面1の圧力は大気圧とする。

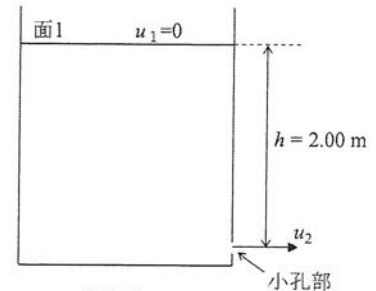


図 1

3. 図2に示す二重管熱交換器（内管の外径 36.0 mm および肉厚 5.00 mm、内管の熱伝導度 $\lambda=48.0$ W m⁻¹ K⁻¹）において、以下の問いに答えなさい。

- (1) 内管を流れる流体の温度 $t_1=150^\circ\text{C}$ 、管長 1.00 m 当たりの伝熱速度 $q=5.20\times 10^4$ W、内管の内表面温度 $t_{w1}=130^\circ\text{C}$ のとき、内管中を流れる流体の境膜伝熱係数 h_1 [W m⁻² K⁻¹] を求めなさい。
- (2) 内管中を流れる流体および外管との管状路を流れる流体の境膜伝熱係数を、それぞれ $h_1=1.00\times 10^3$ W m⁻² K⁻¹ および $h_2=1.70\times 10^3$ W m⁻² K⁻¹ としたとき、内管の内表面基準の総括伝熱係数 U_1 [W m⁻² K⁻¹] を求めなさい。

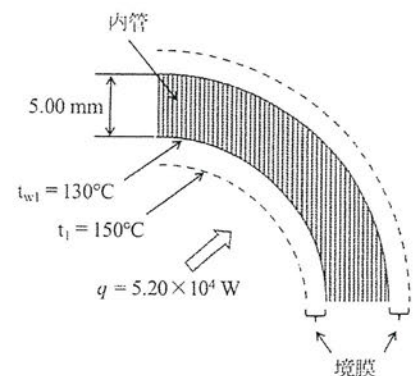


図 2

【選択】 拡散分離

1. ラウールの法則に従う 2 成分系 (A: 低沸点成分、B: 高沸点成分) の混合液について考える。気液平衡の状態にある混合液中の A のモル分率が 0.8 のとき、 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ における (a) 各成分の分圧、(b) 気相の組成、(c) 全圧、(d) 比揮発度を求めなさい。ただし、 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ における純物質 A と B の蒸気圧はそれぞれ 175 kPa および 75.0 kPa とする。
 2. 蒸留塔に 2 成分からなる原料液が $F[\text{mol/s}]$ で供給され、塔頂から留出液が $D[\text{mol/s}]$ 、塔底から缶出液が $W[\text{mol/s}]$ で回収されている場合を考える。ここで、原料液、留出液および缶出液中の低沸点成分のモル分率を z_F 、 x_D および x_W とする。次の問いに答えなさい。
 - (a) 蒸留塔全体の物質収支式と低沸点成分の物質収支式を記述しなさい。
 - (b) 留出液流量 $D[\text{mol/s}]$ を缶出液流量 $W[\text{mol/s}]$ の 5 倍になるように回収するとき、留出液中の低沸点成分のモル分率 x_D は原料液中の低沸点成分のモル分率 z_F の 1.2 倍を上回らないことを証明しなさい。
 - (c) 低沸点成分のモル分率 $z_F = 0.50$ の原料液 $F = 0.50\text{ mol/s}$ をフラッシュ蒸留して、留出液を $D = 0.10\text{ mol/s}$ で回収する。このときの x_D と x_W を求めなさい。ただし、この 2 成分系に対する比揮発度は 2.5 とする。
-

2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

化学生命工学専攻

生命・生物工学分野

専門科目

次の3科目から2科目を選択し、解答しなさい。

「生化学」「微生物学」「有機化学」

(注意)

- (1) 解答は別配付の答案用紙に記入すること。
- (2) 答案用紙の受験科目欄に選択した科目を明記すること。
- (3) 配付した答案用紙2枚すべてを提出すること。

生化学

次のA群（問1～5）およびB群（問6～10）からそれぞれ3問を選択し、答案用紙に解答を記入しなさい。解答する問の順序は問わないが、必ず解答の最初に解答に対応する問の番号を書くこと。問の番号を書いていない場合は、採点の対象としない。なお、A、B各群において3問を超えて解答した場合は、得点の高いものから各3問（合計6問）を合否判定に用いる。

A群

問 1. 免疫について述べた次の文章の（ ）に入る適切な語句を答えなさい。

ヒトの免疫系には自然免疫と獲得（適応）免疫がある。両者は協調して働くことで、病原体を排除している。病原体が侵入すると、マクロファージや（ 1 ）は病原体を認識して活性化し、食作用により取り込む。その後、（ 1 ）の一部はリンパ節へ移動し、病原体由来の（ 2 ）をMHC分子上に乗せてT細胞に提示する。（ 2 ）提示を受けたT細胞は活性化し、（ 3 ）や（ 4 ）に分化して増殖する。（ 3 ）は、同じ（ 2 ）を細胞表面に提示した（ 5 ）を認識するとこれを活性化させ、活性化された（ 5 ）は形質細胞に分化して抗体を産生する。さらに、（ 3 ）は、マクロファージやNK細胞などの働きを増強する。一方、（ 4 ）は、感染細胞の表面に提示された（ 2 ）情報を認識すると、感染細胞を破壊する。

獲得免疫の応答が特定の抗原に対して引き起こされない場合がある。この状態を（ 6 ）という。通常、自己の組織や細胞、その構成成分に対しては（ 6 ）となる。しかし、このしくみに異常が起きると自己を免疫で攻撃することになり、組織の傷害などが起きる。このような疾患は（ 7 ）と呼ばれ、関節リウマチや重症筋無力症、I型糖尿病などがある。

問 2. 制限酵素について説明しなさい。

問 3. ノーザンブロット法の原理と方法について説明しなさい。

問 4. ヘキソキナーゼとグルコキナーゼの相違点について説明しなさい。

問 5. 細胞内外間の物質の移動のうち共輸送と対向輸送について説明しなさい。

B群

問 6. エネルギー産生について述べた次の文章の（ ）に入る適当な語句を答えなさい。

動物は、植物が光合成によって蓄えた炭水化物などを食物として摂取する。炭水化物は消化によってグルコースなどの低分子に分解され、細胞に取り込まれる。酸素呼吸が十分に行われている場合、グルコース1分子はまず細胞質基質に存在する（ 1 ）という反応系で数段階を経て2分子の（ 2 ）になり、その過程で正味2分子のATPと2分子の（ 3 ）が作られる。つぎに、（ 2 ）はミトコンドリアの（ 4 ）に存在する（ 5 ）という反応系に入る。（ 5 ）では1分子のグルコースあたり2分子のATP（GTP）と10分子の（ 3 ）が作られる。（ 3 ）はミトコンドリアの（ 6 ）に存在する電子伝達系で電子を放出する。電子伝達系では電子の持つエネルギーを使って、ATP合成酵素の働きによってATPが生成される。このATP合成酵素によるATPの合成反応を（ 7 ）という。

問 7. RNA スプライシング について次の語句を用いて説明しなさい。

(エキソン、イントロン、ラリアット構造)

問 8. SDS-PAGE (ポリアクリルアミド電気泳動) の原理と方法について説明しなさい。

問 9. モノクローナルIgGの精製方法について説明しなさい。

問 10. 酵素反応におけるフィードバック阻害とアロステリック阻害について説明しなさい。

微生物学

次の 10 問のうち 5 問を選択し、答案用紙に解答を記入しなさい。解答する順番は問わないが、必ず問題番号を書くこと。問題番号を書いていない場合、採点対象としない。なお、5 問を超えて解答した場合は高得点の 5 問を合否判定に使用する。

- 問 1 微生物の純粋培養法を開発した人物名を答えるとともに、その手法について説明しなさい。
- 問 2 微生物の増殖に必要な水を除く栄養素を挙げ、それぞれの役割について説明しなさい。また、複合培地において、これらの栄養素はしばしばエキス類やペプトン類の形で供給される。これらエキス類やペプトン類の主な成分と、それがどの栄養素に対応するかを説明しなさい。
- 問 3 微生物は地球規模の元素循環において重要な役割を果たしている。その中でも窒素循環について、窒素化合物の種類、それらの変換反応の名称、および各反応における微生物の関与を交えてその仕組みを説明しなさい。
- 問 4 超好熱菌の高温適応戦略について、タンパク質、ゲノム DNA、膜脂質の観点から説明しなさい。
- 問 5 日本では 2021 年 6 月 1 日より、原則としてすべての食品等事業者に「HACCP に沿った衛生管理」に取り組むことが義務化された。HACCP とはどのような制度か説明しなさい。
- 問 6 *Corynebacterium glutamicum* がビオチン欠乏条件下でグルタミン酸を多量に生産するメカニズムについて、以下の用語を用いて論述しなさい：アセチル CoA カルボキシラーゼ、 α -ケトグルタル酸脱水素酵素 (ODHc)、ODHc 阻害タンパク質、グルタミン酸脱水素酵素 (GDH)、メカノセンシティブチャネル。
- 問 7 大腸菌によるトリプトファン発酵において、トリプトファンは中間体であるコリスミ酸を経て合成される。この経路では、細胞内のトリプトファン濃度が高くなると、トリプトファンが TrpR リプレッサーに結合し、トリプトファン生合成遺伝子の転写を抑制する。このようなトリプトファンによる自身の生合成遺伝子の発現制御を何と呼ぶか。また、この制御機構を解除してトリプトファンを高生産するためには、どのような育種戦略が有効かを説明しなさい。
- 問 8 微生物酵素を有機化合物の製造に用いる場合に、有機化学的な合成方法と比較して有利な点、不利な点を説明しなさい。また、産業利用されている微生物酵素の具体例を 1 つ挙げ、その名称とともに、それがどのような用途に利用されているかを説明しなさい。ただし、用途は有機化合物の合成に限らなくてよい。
- 問 9 バクテリオファージは細菌に感染するウイルスの総称であり、溶菌ファージと溶原ファージに大別される。これら 2 種のファージの生活環について説明しなさい。
- 問 10 微生物の獲得免疫機構について説明するとともに、ゲノム編集への応用方法について説明しなさい。
-

有機化学

問 1. 下に示す反応(a)~(e)から 4 つの反応を選び、それらの反応機構を、電子の動きを矢印で示して説明しなさい。

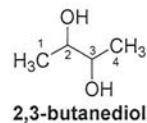
- (a) 還元的アミノ化 (b) Robinson 環化 (c) アルケンのエポキシ化 (d) Jones 酸化
(e) Claisen 縮合

問 2. 下に示す語句(a)~(f)から 4 つを選び、具体例を示し、内容を説明しなさい。

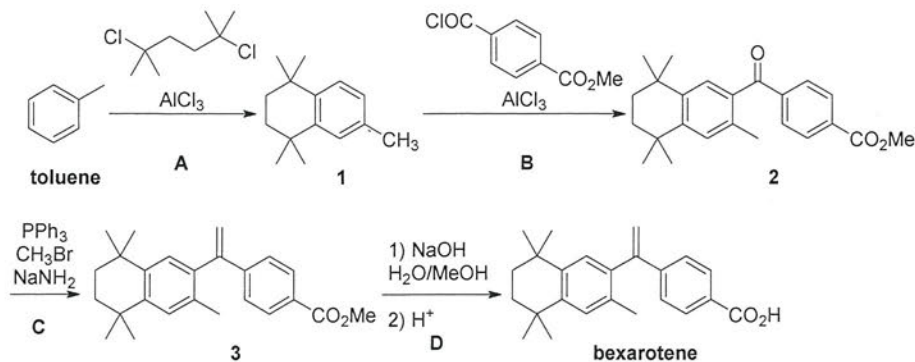
- (a) 逆 Markovnikov 配向 (b) ホモリシス (c) ケト-エノール平衡
(d) オルト-パラ配向性 (e) Diels-Alder 反応のエンド則 (f) 1,3-ジアキシャル相互作用

問 3. 下の構造式で示す 2,3-ブタンジオールに関して、次の(a)および(b)の間に答えなさい。

- (a) 2,3-ブタンジオールの立体異性体をすべて Fischer 投影式で示しなさい。
(b) メソ体の 2,3-ブタンジオールを、C2-C3 結合に沿って透視した Newman 投影式で示しなさい。

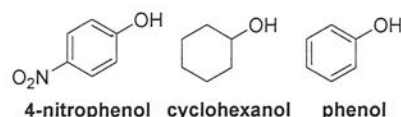


問 4. 次の反応式は化学療法剤 bexarotene の合成経路である。この合成経路に関して、下の(a)~(c)の間に答えなさい。



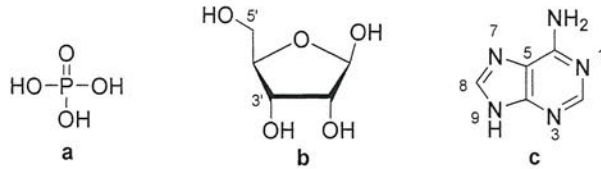
- (a) 反応 A および B は、いずれも Friedel-Crafts 反応と呼ばれる反応であるが、反応機構には異なる点がある。それぞれの反応の活性化求電子種の生成機構を示すとともに、続く求電子置換反応の反応機構を、電子の動きを矢印で示して説明しなさい。
(b) 反応 C の反応機構を、電子の動きを矢印で示して説明しなさい。
(c) 反応 D はエステル 3 の塩基性条件における加水分解である。その反応機構を、電子の動きを矢印で示して説明するとともに、塩基がエステル 3 に対して 1 当量以上必要である理由を説明しなさい。

問 5. 次に示した化合物の pK_a の大小を示し、共役塩基の構造を示しなさい。また、共役塩基の安定性を比較し、これらの化合物の酸性度の違いを説明しなさい。



問6. サイクリック AMP (cAMP)は、細胞内のシグナル伝達における、2次伝達物質として重要である。この構造を次の文章を参考にして書きなさい。

cAMP はアデノシンの 5'位と 3'位の水酸基とリン酸(a)が環状モノリン酸エステル化した構造を有する。ここで、アデノシンはリボース(b)のアノマー炭素の β 位に、アデニン(c)の 9位の窒素が *N*-グリコシド結合した構造である。



2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

化学生命工学専攻

化学・物質工学分野

専門科目

「材料の熱力学と速度論」 「材料の構造と相平衡」 「材料の力学と物性」

「有機化学」 「高分子化学」 「物理化学」 「無機化学」 「生体分子化学」

上記の8科目から2科目を選択して解答すること。ただし、「材料の熱力学と速度論」と「物理化学」を同時に選択することはできない。

(注意)

(1) 選択した2科目をそれぞれ別の答案用紙に解答すること。

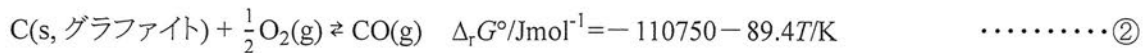
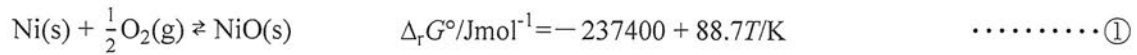
(2) 答案用紙の受験科目欄に選択した科目を明記すること。

(3) 答案用紙には問題番号を明記して解答すること。

(4) 配付した答案用紙2枚すべてを提出すること。

材料の熱力学と速度論

問1 以下の反応式及び標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\circ$ と温度 T の関係式を用いて(1)~(3)の間に答えなさい。気体定数は $R = 8.3145 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ とする。



- (1) Ni(s)と NiO(s)が共存するとき、①式を用いて 998 K における平衡定数 $K_{998\text{K}}$ と平衡酸素分圧 p_{O_2} を求めなさい。
- (2) NiO(s)が C(s, グラファイト)で還元される反応式とその反応の標準反応エントロピー $\Delta_r S^\circ$ を①式と②式から求めなさい。
- (3) CO(g)の分圧 p_{CO} が $1.00 \times 10^{-2} \text{ bar}$ のとき、(2)の還元反応が自発変化となる最低の温度を求めなさい。

問2 表面積 10.0 cm^2 の金属試料 M を高温 (973 K, 1173 K 及び 1373 K) の大気中で 1 時間保持して酸化させたときの質量変化を表1に示す。表1のデータを用いて次の間に答えなさい。

- (1) M の高温酸化による質量変化 Δm の二乗は時間に比例することが分かっている。この酸化反応の各温度の速度定数 k を求めなさい。
- (2) アレニウスの式を用いて、活性化エネルギー E_a を求めなさい。気体定数は $R = 8.3145 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ とする。

表1

温度, T/K	質量変化, $\Delta m/\text{mg}$
973	1.50
1173	5.50
1373	13.50

材料の構造と相平衡

問1 図1は模式的なA-B二元系平衡状態図である。横軸の x_B はBのモル分率を表す。図1を参照して以下の問に答えなさい。

- (1) この状態図において、(a) 共存できる相の数 P の最大値を、ギブズの相律を用いて求めなさい。答えを導出する過程も記述すること。(b) 図1で(a)の条件を満たすときの温度、共存する相の名称(図1中の記号を用いること)、および各相の組成をそれぞれ答えなさい。
- (2) $x_B=0.60$ の混合物について、(a) 600 Kでの平衡相とその組成、および (b) 400 Kでの平衡相とその組成、をそれぞれ答えなさい。
- (3) (a) $x_B=0.40$ の混合物について、500 K直上と直下の温度で保持した場合の α 相の存在割合の差を求めなさい。(b) この混合物を700 Kから徐冷した場合、前問(a)における差を組織の観点から説明しなさい。

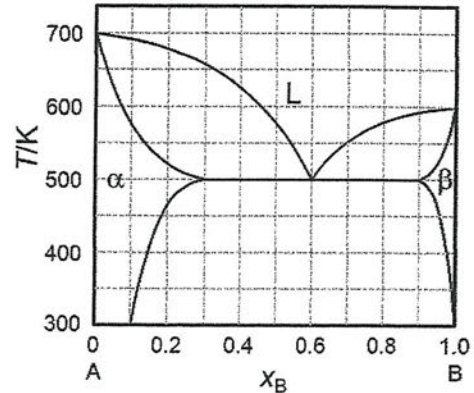


図1

問2 炭素鋼の焼入れと焼戻しについて、その狙いと実施方法を概説しなさい。

問3 面心立方構造(f. c. c.)について以下の問に答えなさい。

- (1) ミラー指数を用いて、最密面および最密面上の最密方向をそれぞれ答えなさい。
- (2) X線回折測定を行った場合、もっとも低角度側に現れる回折ピークのミラー指数を答えなさい。理由も説明すること。
- (3) 原子を剛体球と仮定する。「幾何学的に四面体空隙を占有可能な最大の格子間原子」について、格子原子の半径 R に対するその格子間原子の半径 r の比(r/R)を答えなさい。

問4 ケイ素 Si はピアソン記号 $cF8$ で表される結晶構造を持つ。Siの軸長(格子定数)を 0.357 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-7} \text{ cm}$)、原子量を 28.1 、アボガドロ定数を $6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ として Siの密度を g cm^{-3} の単位で求めなさい。

材料の力学と物性

問 1 材料の力学に関する以下の問に答えなさい。答案用紙の表(おもて)面に記述しなさい。

- (1) 図 1 に示すような支柱が固定された全長 $L = 2.0$ m の単純支持はりに、荷重 $P = 3.0$ kN を作用させた。このとき、はりのせん断力図(SFD)および曲げモーメント図(BMD)を描きなさい。なお、はりの左端から支柱の固定部までの距離 $a = 0.75$ m、支柱の高さは $c = 0.50$ m とする。

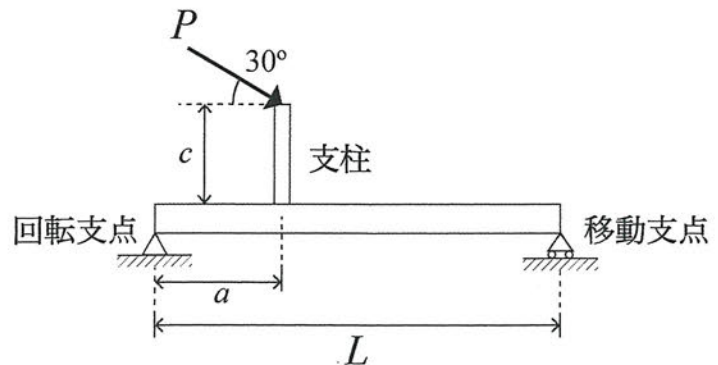


図 1

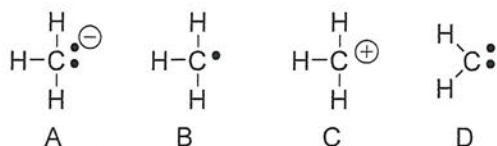
- (2) 無負荷状態のかご質量 1000 kg、定員 10 名、最大上昇加速度が 2.0 m s^{-2} のエレベータがある。直径 5.0 mm のワイヤを束ねてこのエレベータを垂直に昇降させたい。安全率を 10 としたとき、最低限必要なワイヤの本数を求めなさい。ただし、ワイヤの破断強さは 400 MPa、乗員 1 名あたりの体重は 65 kg として計算しなさい。

問 2 材料の物性に関する以下の問に答えなさい。答案用紙の裏面に記述しなさい。

- (1) ある棒を 300 K から 600 K まで昇温すると、その棒の長さが 0.18% 増加した。この棒の熱膨張率を求めなさい。ただし、単位と計算過程を記すこと。
- (2) ① グラファイトの電気伝導率にどのような異方性があるのかを答え、その異方性が生じる原因を混成軌道の観点から説明しなさい。
② 真性半導体であるケイ素の室温での電気伝導率を増加させる方法を説明しなさい。ただし、エネルギーバンドを描くこと。
③ 熱伝導率をフーリエの法則を使って定義し、熱伝導率の SI 単位を導きなさい。
- (3) フッ化カルシウム CaF_2 と酸化ジルコニウム ZrO_2 はともに蛍石型構造を示すイオン伝導体である。
① この結晶構造の特徴を多面体を使って説明しなさい。② CaF_2 および ZrO_2 のイオン伝導種をそれぞれ答えなさい。③ ZrO_2 のイオン伝導率を増加させる方法について、加熱以外の方法で説明しなさい。
- (4) 赤色ルビーと青色サファイアの主成分は同一であるが、異なった色を示す。① 主成分を化学式で答えなさい。② この色の違いが生じる仕組みを説明しなさい。

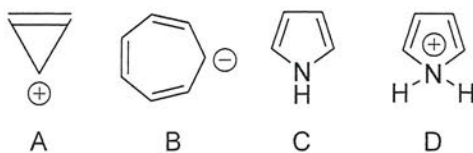
有機化学

問 1 次に示す化学種 A~D のうち、オクテット則を満たさない化学種の組み合わせを、次の(ア)~(サ)から一つ選び、記号で答えなさい。



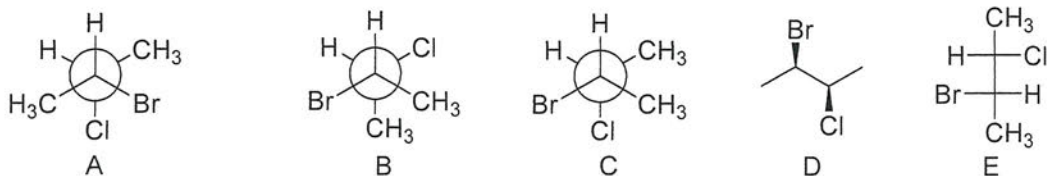
- (ア) A と B (イ) A と C (ウ) A と D (エ) B と C (オ) B と D (カ) C と D
 (キ) A と B と C (ク) A と B と D (ケ) A と C と D (コ) B と C と D (サ) A と B と C と D

問 2 次に示す化学種 A~D のうち、芳香性を示す化合物の組み合わせを、次の(ア)~(サ)から一つ選び、記号で答えなさい。



- (ア) A と B (イ) A と C (ウ) A と D (エ) B と C (オ) B と D (カ) C と D
 (キ) A と B と C (ク) A と B と D (ケ) A と C と D (コ) B と C と D (サ) A と B と C と D

問 3 次に示す化合物 A~E に関する設問(1)~(4)に示すそれぞれについて、その関係を次の(ア)~(ウ)から一つ選び、記号で答えなさい。



設問(1) A と B の関係

設問(2) A と C の関係

設問(3) A と D の関係

設問(4) A と E の関係

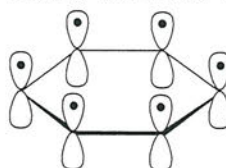
- (ア) 同一分子 (イ) エナンチオマー (ウ) ジアステレオマー

問 4 フランの軌道の形ならびに電子(・)の様子を、下に示すベンゼンの例にならって図示しなさい。その際、酸素原子の孤立電子対が収容されている軌道を明記することに注意して書きなさい。

フランの構造式



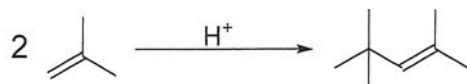
ベンゼンの軌道の形ならびに電子(・)の様子



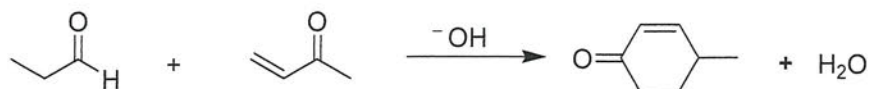
問 5 FeCl₃ 触媒によるベンゼン (C₆H₆) と塩化プロピル (CH₃(CH₂)₂Cl) のフリーデル・クラフツアルキル反応では、主生成物として、プロピルベンゼン (C₆H₅(CH₂)₂CH₃) ではなく、クメン (C₆H₅CH(CH₃)₂) が得られる。この理由について、反応機構 (曲がった矢印を用いて電子の流れを示す) を示しながら説明しなさい。

問 6 次の設問(1)および(2)に示すそれぞれの反応について、反応機構 (曲がった矢印を用いて電子の流れを示す) を書きなさい。

設問(1) 酸触媒による 2-メチルプロペンの二量化反応

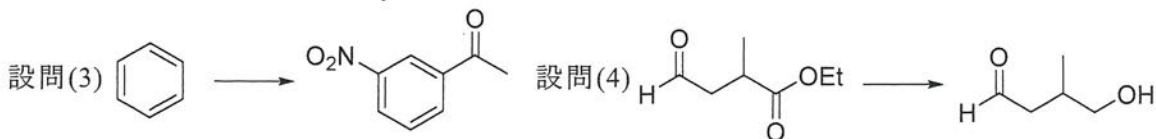


設問(2) 塩基によるプロパナルとメチルビニルケトンのロビンソン環化反応



問 7 ベンズアルデヒド (C₆H₅CHO) と臭化エチル (C₂H₅Br) から 1-フェニル-1-プロペン (C₆H₅CH=CHCH₃) を合成する合理的な反応経路について、Grignard 反応、Wittig 反応を利用して合成する方法をそれぞれ示しなさい。各反応の各段階について必要な試薬と生成物を書きなさい。なお、立体化学は考慮しない。

問 8 次の設問(1)~(4)に示す出発物質から目的物を合成する合理的な反応経路をそれぞれ示しなさい。なお、反応は 1 段階とは限らない。各反応の各段階について必要な試薬と生成物を書きなさい。



問 9 次の工業的に重要な反応に関する設問(1)~(4)から 2 問を選択し、選択したそれぞれの反応について、反応機構 (曲がった矢印を用いて電子の流れを示す) を書きなさい。

設問(1) 酸触媒存在下、クメンヒドロペルオキシドからフェノールとアセトンが生成する反応

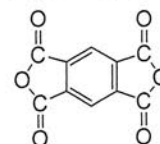
設問(2) 酸触媒存在下、シクロヘキサノンオキシムからベックマン転位によって ε-カプロラクタムが生成する反応

設問(3) シクロヘキサノンに過酢酸で処理するバイヤー・ピリガー酸化によって ε-カプロラクトンが生成する反応

設問(4) アジピン酸ジメチルからディークマン縮合によってシクロペンタノン前駆体である 2-シクロペンタノンカルボン酸メチルが生成する反応

高分子化学

問 1 次の文章の [] に入る最も適当な語句、() に入る化学構造式、[] に入る数式を答え、【 (12) 】の中の選択群から 1 つを選びなさい。化学構造式は右下例にならって書きなさい。また、下線(11)を証明し、下線(13)となる理由を説明しなさい。



一般のラジカル重合(フリーラジカル重合)は、重縮合と異なった代表的な (1) 重合であり、光や熱によって開始剤が分解して一次ラジカルが生成する。代表的なラジカル開始剤として過酸化ベンゾイルや2,2'-アゾビスイソブチロニトリルが知られており、それぞれは (2) と (3) のような化学構造をもっている。ラジカル重合では、(4) 反応、(5) 反応、(6) 反応、(7) 反応の4つの素反応が進行するため、分子量などが制御された精密な構造の高分子を合成することは困難である。一般にラジカル重合の速度論では、定常状態を仮定して議論される。まず、(4) 反応では、反応速度 (R_1) は、開始剤の分解速度定数 (k_1) と開始剤濃度 ($[I]$)、開始剤効率 (f) を用いて①式のように表すことができる。

$$R_1 = [(8)] \quad \dots\dots ①$$

次に(5) 反応では、モノマーが付加して生じた炭素ラジカルが別のモノマーに付加して同様な炭素ラジカルを生じる反応を繰り返してポリマーへと変化する。(5) 反応速度 (R_2) は、その速度定数 (k_2) とモノマー濃度 ($[M]$)、(5) ラジカル濃度 ($[P\cdot]$) を用いて②式のように表すことができる。

$$R_2 = [(9)] \quad \dots\dots ②$$

さらに(6) 反応では、成長ラジカル同士の再結合や不均化による二分子(6) 反応が主となる。(6) 反応速度 (R_3) は、(6) 反応速度定数 (k_3) と $[P\cdot]$ を用いて③式のように表すことができる。

$$R_3 = [(10)] \quad \dots\dots ③$$

(11) ラジカル濃度の定常状態近似を行うと、 R_2 は $[M]$ の 1 次、 $[I]$ の 0.5 次に比例することがわかる。 また、一般のラジカル重合(フリーラジカル重合)の重合率と分子量の関係は、図 1 の曲線【 (12) a, b, c 】のようになる。なお、(13) 溶媒を用いない塊状重合(バルク重合)では、重合速度が増大するゲル効果(Trommsdorff 効果)が見られる。

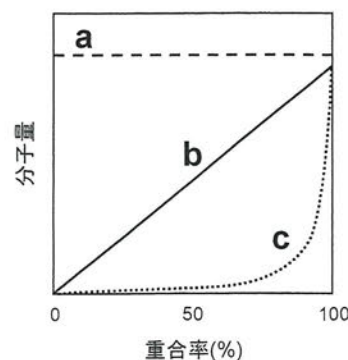


図 1 重合率と分子量の関係

問 2 ポリビニルアルコールに関する(1)~(3)に答えなさい。

- (1) ポリビニルアルコールの一般的な合成方法を、化学反応式を用いて説明しなさい。
- (2) ポリビニルアルコールの合成には、(1)で示したモノマーが出発物質として用いられる理由を述べなさい。
- (3) 一般に、ポリビニルアルコールは水に溶解する。ポリビニルアルコールを水に対して不溶性にし、強靱な合成繊維として用いるための方法を説明しなさい。

問 3 次の表には、ポリマーの名称または総称、それを合成するためのモノマーの名称および重合方法がまとめられている。()に入る最も適当な語句を書きなさい。また、[]に入る最も適当な重合方法を、【選択群】から選んで記号で答えなさい。ただし、語句および記号は繰り返し用いてもよい。なお、欄内に2つの()がある箇所の解答は順不同である。

ポリマーの名称または総称	モノマーの名称	重合方法
ポリプロピレン	(1)	[(2)]
フェノール樹脂(総称)	(3)と(4)	[(5)]
ポリエチレンテレフタレート	(6)と(7)	[(8)]
(9)(総称)	ブタン-1,4-ジオールと ヘキサメチレンジイソシアナート	[(10)]
(11)(総称)	ビスフェノール A と エピクロロヒドリン	[(12)]
ナイロン 66	(13)と(14)	[(15)]
(16)	ラクチド	[(17)]
メラミン樹脂(総称)	(18)と(19)	[(20)]

【選択群】

- (a) 付加重合 (b) 開環重合 (c) 重縮合 (d) 重付加 (e) 付加縮合

問 4 次の文章の[]に入る最も適当な語句を答えなさい。また、下線(11)となる理由を説明しなさい。

一般に高分子材料には(1)領域と(2)領域が存在する。この(1)領域において高分子鎖のセグメントの熱運動が凍結した状態を(3)状態とよぶ。この状態の高分子材料は、温度上昇に伴って(4)以上の温度になると、上記の熱運動が活発となり(5)状態へと変化する。このような熱運動は(6)といわれる。一方、高分子鎖が規則的に並んだ(2)領域が温度上昇に伴って液体状態になることを(7)とよび、そのときの温度を(8)という。一般的な高分子の(4)や(8)は、熱分析の一つである(9)分析によって決定することができる。代表的な高分子材料であるポリエチレンは、加熱すると軟らかくなり、冷却すると硬化する性質を示す。このような高分子材料を(10)樹脂とよぶ。ポリエチレンは、高密度ポリエチレンと低密度ポリエチレンに分けることができる。(11)後者に比べて前者は、剛性や強度が高くなる。

問 5 次の用語について知るところを述べなさい。

- (1) 粘弾性 (2) 数平均分子量と重量平均分子量

物理化学

問 1 次の問いに答えなさい。なお、気体定数は $R = 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を用いなさい。

- (1) 混合物の相の可変度(自由度) F はギブズの相律によって表される。 F を成分の数 C 、共存する相の数 P を用いて表しなさい。また、ある温度で存在する塩化ナトリウム水溶液の P および F の値をそれぞれ答えなさい。
- (2) 等温・定圧条件において、 $\text{H}_2(\text{g})$ 2.00 mol と $\text{N}_2(\text{g})$ 3.00 mol を混合した。温度と圧力がそれぞれ 298 K、1.00 bar であったとき、混合ギブズエネルギーを求めなさい。なお、 $\text{H}_2(\text{g})$ と $\text{N}_2(\text{g})$ は完全気体と見なせるものとする。
- (3) ある反応において、反応温度を 353 K から 393 K に変化させたところ、353 K のときの 5 倍の速さで反応が進行した。この反応の活性化エネルギー E_a を求めなさい。

問 2 次の問いに答えなさい。

- (1) 熱力学第一法則とエントロピーの熱力学的定義から、 $dU = TdS - pdV$ を導出しなさい。なお、 U は内部エネルギー、 T は温度、 S はエントロピー、 p は圧力、および V は体積である。
- (2) 完全気体において、モル定圧熱容量 $C_{p,m}$ とモル定容熱容量 $C_{v,m}$ の差が、気体定数 R と等しくなることを示しなさい。
- (3) 二相 (α 相, β 相) が平衡状態にあるとき、各相の化学ポテンシャル (μ_α, μ_β) は等しい。純物質における μ とモルギブズエネルギー G_m の関係から、クラペイロンの式を導出しなさい。

問 3 $\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$ への水素付加により $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$ を得る反応について、298 K における下記の熱力学データを用いて、次の問いに答えなさい。なお、気体定数は $R = 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ を用いなさい。

	$\text{C}_2\text{H}_4(\text{g})$	$\text{H}_2(\text{g})$	$\text{C}_2\text{H}_6(\text{g})$
標準生成エンタルピー: $\Delta_f H^\ominus$ (kJ mol^{-1})	52.26	①	-84.68
標準モルエントロピー: S_m^\ominus ($\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)	219.56	130.68	229.60
標準定圧モル熱容量: $C_{p,m}^\ominus$ ($\text{J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$)	43.56	28.82	52.63

- (1) ①に当てはまる値を答えなさい。
- (2) 298 K における標準反応エンタルピー $\Delta_r H^\ominus$ を求めなさい。
- (3) 298 K における標準反応ギブズエネルギー $\Delta_r G^\ominus$ を求めなさい。
- (4) 298 K における平衡定数 K を求めなさい。
- (5) 398 K における $\Delta_r H^\ominus$ を求めなさい。なお、 $C_{p,m}^\ominus$ は温度によらず一定とする。
- (6) 398 K における K を求めなさい。なお、 $\Delta_r H^\ominus$ は温度によらず一定として、298 K における $\Delta_r H^\ominus$ を用いなさい。

問 4 次の語句について説明しなさい。

- (1) ランベルト-ベールの法則
 - (2) 熱力学第三法則
 - (3) 溶液の束一的性質
-

無機化学

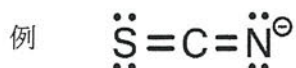
問1 次の(1)から(3)の数値や性質は原子番号が大きくなるに従い、どのように変化するかを理由とともに答えなさい。

- (1) 第2周期元素の原子半径
- (2) 2族元素の2価のイオンの電荷密度
- (3) 17族元素(ハロゲン)の電気陰性度

問2 ホウ素についての次の問いに答えなさい。

- (1) 三塩化ホウ素 BCl_3 の立体構造を示し、ルイス酸性を示す理由を説明しなさい。
- (2) ホウ素2原子から構成される「ジボラン」の立体構造を書きなさい。また、この分子内の化学結合の特異性を説明しなさい。

問3 アジ化物イオン N_3^- は3つのNが線形に結合しており、2種類の共鳴構造がある。この2種類のイオン構造を「オクテット則」を考慮して書きなさい。その際、「化学結合」、「非共有電子対」、「局在化した電荷」を例にならって明示しなさい。



問4 酸素を含有する化合物についての次の問いに答えなさい。

- (1) 炭酸イオン CO_3^{2-} のイオン構造を図示し、その構造を炭素の「混成軌道」を示しながら説明しなさい。
- (2) 二酸化硫黄 SO_2 の分子構造を図示し、その構造を硫黄の「混成軌道」を示しながら説明しなさい。その際、問3の例のように「オクテット則」に従うことを前提に「化学結合」、「非共有電子対」、「局在化した電荷」を明示しなさい。

問5 「結晶場理論」では配位子の接近により、5つある d 軌道のエネルギーは分裂する。その際、6配位八面体錯体と、4配位四面体錯体では分裂の様子は異なる。それぞれの分裂の様子を図示し、その図に d 軌道の名称(例: dz^2)を付記しなさい。また、この2種類の錯体で、分裂の様子が異なる理由を説明しなさい。

問6 遷移金属錯体についての次の問いに答えなさい。

- (1) 6配位八面体錯体で、 d 電子5個の場合のハイ-spin状態、ロー-spin状態の電子配置をそれぞれ図示しなさい。また、 d 電子7個の場合についても同様に図示しなさい。
 - (2) ハイ-spin状態とロー-spin状態のどちらかになるかを定める因子について説明しなさい。その際「配位子の配位力」、「結晶場分裂エネルギー」、「電子対形成エネルギー」の用語を必ず使いなさい。
-

生体分子化学

問1 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

タンパク質生合成は、細胞内で行われる生物学的プロセスであり、新しいタンパク質の生成を通じて細胞内タンパク質の消失とのバランスを維持する。タンパク質は、酵素、構造タンパク質、またはホルモンとして、多くの重要な機能を果たしている。原核生物と真核生物の両方で、タンパク質生合成は非常によく似たプロセスもあるが、A いくつかの明確な違いもある。

タンパク質生合成は、(①)と(②)の2つの段階に大きく分けられる。(①)の際、タンパク質をコードする DNA の一部が、(③)と呼ばれる鋳型分子に変換される。この変換は、細胞の核内で(④)と呼ばれる酵素によって行われる。(②)の際、(③)は(⑤)によって読み取られ、(⑤)は(③)のヌクレオチド配列を使用してアミノ酸の配列を決定する。(⑤)は、コード化されたアミノ酸間のペプチド結合の形成を触媒して、ポリペプチド鎖を形成する。

(②)されたポリペプチド鎖は、タンパク質として機能を発現するために、B 適切に折りたたまなければならない。そのポリペプチド鎖が正しく折りたたまれると、(②)された C タンパク質はさまざまな修飾を受けてさらに成熟する。この過程によりタンパク質は、細胞内での他のタンパク質と相互作用する機能や能力を変化させる。

DNA 変異は、後続する(③)配列を変化させ、それから(③)にコード化されたアミノ酸の配列を変化させる。変異によって(②)を早期終了させると(⑥)が生成することで、ポリペプチド鎖が短くなることがある。あるいは(③)配列が変異することにより、ポリペプチド鎖のその位置にコードされている特定のアミノ酸が変化する。このアミノ酸の変化により、タンパク質が機能を果たさなくなり、正しく折りたたまれる能力に影響をおよぼすことがある。誤って折りたたまれたタンパク質は、しばしば疾患に関与している。

- ()に入れるのに適当な語句を書きなさい。
- 下線部 A について、具体的な一例をあげて明確な違いを説明しなさい。
- 下線部 B について、どのように水中でタンパク質の高次構造が形成されるか、過程を説明しなさい。
- 下線部 C について、具体的に一例をあげて説明しなさい。
- 下記の DNA 断片の配列をもとに誘導されるアミノ酸配列を示しなさい。アミノ酸配列は、3 文字表記で示しなさい。必要であれば DNA の遺伝記号表(表1)を用いなさい。

5'-ATGGGTGATCCT-3'

表 1 遺伝記号表

1st	2nd				3rd
	U	C	A	G	
U	Phe	Ser	Tyr	Cys	U
			STOP	STOP	C
	Leu		STOP	Trp	A
					G
C	Leu	Pro	His	Arg	U
			Gln		C
					A
					G
A	Ile	Thr	Asn	Ser	U
			Lys	Arg	C
	Met				A
					G
G	Val	Ala	Asp	Gly	U
			Glu		C
					A
					G

1st, 2nd, 3rd: Codon Base

問2 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

タンパク質の二次構造とは、ペプチド主鎖の規則的な配置であって、主鎖の N-H 基と C=O 基間の (①) によって安定化されている。ペプチド結合は、ほとんどが A トランス形である。ペプチド結合中の C-N 結合は、(②) のために二重結合性をもち、この結合を軸にして回転することができない。このように、ペプチド結合はトランス形をとるが、N-C_α 結合および C_α'-C 結合(C_α, C_α'はアミノ酸の α 炭素を示す)は単結合であり回転可能である。ペプチド主鎖の規則的な配置は、この2つの単結合をそれぞれ軸とする(③)の組み合わせによって決まる。

タンパク質のペプチド主鎖は多くの場合、右巻きらせん構造をとる。この構造を (④) という。一巻き 3.6 個のアミノ酸単位からなり、(⑤) 番目ごとのアミノ酸単位の N-H と C=O との間で(①)を形成して安定化している。(④) 構造では、全ての N-H 基と C=O 基間で(①)するために非常に安定となる。

(⑥) 構造は、(⑦) の(①)によって横方向に結合して構成され、全体的にねじれたプリーツ状の構造を形成している。(⑦) は、一般的にアミノ酸残基が 3~10 のポリペプチド鎖の区間であり、主鎖は伸長したコンフォメーションになっている。この(⑦) の分子会合は、アルツハイマー病における(⑧) のタンパク質異常症で観察される。

- (1) () に入れるのに適当な語句や数値を書きなさい。
- (2) 下線部 A について、トランス形を形成する理由を説明しなさい。

- (3) (⑥)構造は、タンパク質中で平行型と逆平行型の2種類の構造を形成する。タンパク質の立体構造中では、2種類の構造のうちどちらの構造が出現確率は高いか。その理由とともに示しなさい。

問3 D-グルコピラノースが、 $\alpha(1\rightarrow4)$ 結合、 $\beta(1\rightarrow4)$ 結合した際の二糖の構造を Haworth 投影式を用いて示しなさい。また、D-グルコピラノースが、 $\alpha(1\rightarrow4)$ 結合のみ、 $\beta(1\rightarrow4)$ 結合のみを有した構造からなるそれぞれの多糖の名称を答えなさい。

問4 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

細胞膜は、主にリン脂質が隙間なく並んだ (①) と、繊維状のタンパク質が細胞膜を裏打ちして支持している膜骨格が連結して保持される。細胞膜は、膜を貫通して物質の細胞内外の交換の役割を果たす「ポンプ」、「キャリア」、「チャネル」と呼ばれる (②) や、情報の授受のためのレセプター、表面を覆い細胞間の情報伝達や他の細胞との接着・分離にも関係する (③) などからなっている。

細胞の内外は主に水で満たされているので、細胞膜を構成しているリン脂質のリン酸部位は外側に、内側には疎水性の (④) 部位が配位し、厚さが 3.5~5.6nm 程度の厚さの (①) を作って並ぶ。(①) の両外側は親水性ため膜全体は細胞内外の環境になじみ、内側には疎水性の (④) が充満しているので細胞の内外をしっかり遮断することができる。この (①) は電氣的に (⑤) で A 極めて小さな分子は通りやすく、極性を持つ水分子は通りにくく、大きな分子やイオンは通ることができない。リン脂質分子同士の結合はゆるいので、各リン脂質分子は (①) の中を横方向に自由に移動することが (B) である。また (①) を貫通している (②) やレセプターなどは、(①) 上を移動することが (C) である。

リン脂質分子は、(⑥) やスフィンゴシンを中心骨格として (④) と D リン酸 が結合し、リン酸は (⑦) 価の酸であるため、3つの (⑧) のうち2箇所が中心骨格の (⑥) ならびにアルコールとエステル結合を形成しても、残り1箇所は電離して (⑧) が生じる。リン酸に結合するアルコール類にはさまざまな分子種があるため、組み合わせによってきわめて多くの種類のリン脂質が存在する。このリン脂質分子は、リン酸に結合するアルコール分子の種類により細胞膜に最も多く存在する (⑨) をはじめ、ホスファチジルエタノールアミン、ホスファチジルセリン、スフィンゴミエリンに区別される。さらに、スクアレンから生合成される脂質である (⑩) も多く存在する。

- (1) () に入れるのに適当な語句や数値を書きなさい。
- (2) 下線部 A に該当する分子を一つ示しなさい。
- (3) (B) と (C) に、「可能」または「困難」のいずれかを入れなさい。
- (4) 下線部 D の構造式を書きなさい。

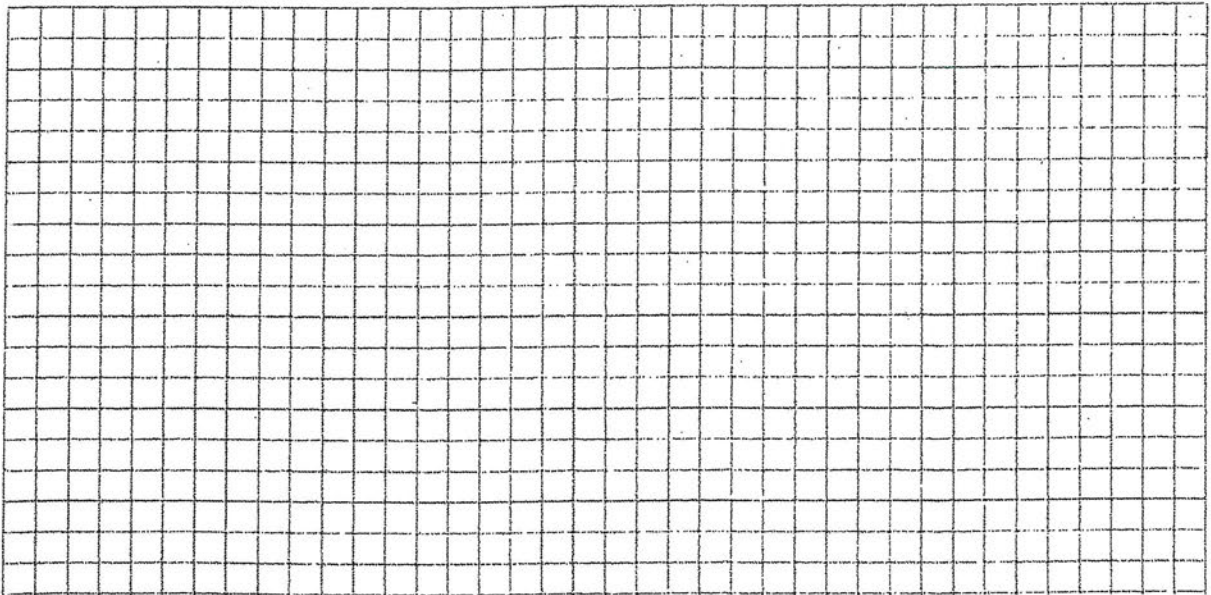
問5 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

- (1) ある酵素反応の初速度を一連の基質濃度で測定したところ、表1のような結果が得られた。Michaelis 定数(K_m)と最大酵素反応速度(V_m)を求めなさい。必要なら計算過程に下記のグラフ用紙を用いてもよい。

表 1

基質濃度[S] (μmol)	10	15	20	50	100
初速度 V ($\mu\text{mol L}^{-1} \text{min}^{-1}$)	15	21	25	40	50

- (2) 拮抗阻害(競争的阻害)の場合は、(1) の K_m と V_m はどのように変化するか説明しなさい。
- (3) 非拮抗阻害(非競争的阻害)の場合は、(1) の K_m と V_m はどのように変化するか説明しなさい。



2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

システム理工学専攻

数学分野

外国語（英語）

（注意）

- （1） 解答は別配付の答案用紙に記入すること。
- （2） [1]、[2] の各問を指定の答案用紙に解答すること。
- （3） 配付した答案用紙2枚すべてを提出すること。

[1] 次の文章を和訳せよ.

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

[2] 次の問いに答えよ.

- (1) これまで大学で学んだ数学で、一番印象に残っている定理あるいは公式について、一例を挙げ、それを日本語で書け.
- (2) (1) の日本語を英訳せよ.

2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

環境都市工学専攻

エネルギー環境・化学工学分野

外国語（英語）

（注意）

- （1） 解答は別配付の答案用紙に記入すること。
- （2） 問Ⅰ、問Ⅱ、問Ⅲの各問を指定の答案用紙に解答すること。
- （3） 配付した答案用紙3枚すべてを提出すること。

問 I 次の英文を和訳しなさい。(出典: "Elements of Physical Chemistry" by S. Glasstone and D. Lewis)

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

問Ⅱ 次の英文を和訳しなさい。(出典: "Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering" by David M. Himmelblau)

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

問Ⅲ 次の和文を英訳しなさい。

- (1) われわれは、一定温度において気体の体積が圧力に反比例することを発見した。
- (2) 観測された圧力は、理想的な挙動からのずれに対して補正されなければならない。
- (3) 圧力と体積の積は、エネルギーの次元をもつ。
- (4) 絶対温度は、セルシウス温度に 273° を加算することによって得られる。

2026年度 関西大学大学院 理工学研究科

博士課程前期課程 一般入学試験問題

化学生命工学専攻

化学・物質工学分野

外国語（英語）

(注意)

- (1) 解答は別配付の答案用紙に記入すること。
- (2) **問3**については、**(A)～(C)**のうちいずれか1問を選択し、解答しなさい。なお、答案用紙は受験科目欄に「**問3**」と印刷された答案用紙を使用し、選択した問題記号を解答欄のはじめの指定した場所に必ず記入しなさい。
- (3) 配付した答案用紙3枚すべてを提出すること。

問1 次の英文を読み、以下の(1)~(6)の問いに答えなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(注) crucial: 極めて重要な、revenue: 収益、encompass: 含む、holistic: 全体的な、implementation: 実施

(出典: Tamiris Pacheco da Costa, Daniele Mesquita Bordalo da Costa, Fionnuala Murphy, Environmental Impact Assessment Review, 105 (2024) 107416 より抜粋、一部改変)

- (1) 下線部①を和訳しなさい。
- (2) (②)に入る最もふさわしい語句を下記の英単語から1つ選び答えなさい。
meetings, platforms, workshops, journals, databases
- (3) 下線部③を和訳しなさい。
- (4) 下線部④の英単語が示す内容を日本語で説明しなさい。
- (5) 次の説明に当てはまる英単語を本文中から1語抜き出して答えなさい。
The process of evaluating or estimating the nature, ability, or quality of something.
- (6) リアルタイムモニタリング技術の使用により生じる環境上の懸念を、本文に即して日本語で50字以内で述べなさい。

問2 次の英文を読み、以下の(1)~(6)の問いに答えなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(注) disinfect: 消毒する、elude: 避ける、stymie: 妨げる、tap: 蛇口、suspect: 疑う
(出典: Bethany Halford, "Mystery chemicals in drinking water identified", *C&EN*, **102** (37), November 25, p 6 (2024))より抜粋、一部改変)

- (1) 下線部①の物質名を本文からそのまま抜き出して書きなさい。
- (2) 下線部②に書かれている理由を日本語で50字以内で説明しなさい。
- (3) 下線部③を和訳しなさい。
- (4) 下線部④の物質を特定するために使われた分析技術はどのようなものか、そのすべてを本文からそのまま抜き出して英文で書きなさい。
- (5) 下線部⑤に書かれている理由を日本語で50字以内で述べなさい。
- (6) 下線部⑥で提案している簡単な解決策とは何か。日本語で20字以内で述べなさい。

問 3 については、以下の (A) ~ (C) のいずれか 1 問を選択し、解答しなさい。なお、答案用紙は受験科目欄に「問 3」と印刷された答案用紙を使用しなさい。また、選択した問題記号は解答欄のはじめの指定した場所に必ず記入しなさい。

問 3-(A)

(1) 次の英文を和訳しなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(注) accumulate : 蓄積する

(出典 : Ed. by M. Kutz, "Handbook of Materials Selection", John Wiley & Sons, Inc., 2002, ISBN 0-471-35924-6, p.48 より抜粋、一部改変)

(2) 次の用語を、英語は日本語に、日本語は英語に訳しなさい。

- | | | | |
|-------------|---------------------|---------------|--------|
| ① sintering | ② fracture strain | ③ equilibrium | |
| ④ casting | ⑤ recrystallization | ⑥ 硫化物 | |
| ⑦ 光学顕微鏡 | ⑧ ヤング率 | ⑨ 拡散 | ⑩ 単位格子 |

(3) 次の文を英訳しなさい。

- ① 銅は鉄に固溶しにくいことがわかった。
- ② ステンレス鋼の耐食性はクロム濃度の増加とともに上昇した。

問 3-(B)

(1) 次の英文を和訳しなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(注) prompt : ~を促す、commentary: 解説、alternative: 代替

(出典 : Angela Milo *et al.*, "Alternatives to Dichloromethane for Teaching Laboratories", *J. Chem. Educ.* 102, 2261(2025) より抜粋、一部改変)

(2) 次の用語を、英語は日本語に、日本語は英語に訳しなさい。

- ① steric hindrance ② addition reaction ③ chiral carbon ④ oxidation number
⑤ heavy metal ⑥ 滴定 ⑦ 配位子 ⑧ 二重結合
⑨ アルデヒド ⑩ 静電相互作用

(3) 次の文を英訳しなさい。

- ① トルエンはメチル基を持つ芳香族化合物である。
② 水酸化ナトリウムは強塩基であり、その水溶液はアルカリ性を示す。

問 3-(C)

(1) 次の英文を和訳しなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(注) heterocyclic ring: 複素環、generic term: 総称

(出典: T. K. Lindhorst, "Essentials of Carbohydrate Chemistry and Biochemistry 3rd edition"
Willy-VCH, 2007, ISBN 978-3-527-31528-4, p.1-2 より抜粋、一部改変)

(2) 次の用語を、英語は日本語に、日本語は英語に訳しなさい。

- | | | | |
|---------------|--------------|-------------|-------------------|
| ① reflux | ② centrifuge | ③ inhibitor | ④ kinetic control |
| ⑤ erythrocyte | ⑥ 蒸留 | ⑦ 定量分析 | ⑧ 加水分解 |
| ⑨ 抗原 | ⑩ 透析 | | |

(3) 次の文を英訳しなさい。

- ① 有機溶媒はエバポレーターを用いて減圧下で除去された。
- ② 反応溶液は pH 4.0 に調整され、37°Cで一晩攪拌された。



関西大学大学院入学試験問題

(10月募集)

留学生

博士課程前期課程

理工学

研究科

環境都市工学

専攻

【建築学分野】

科目	小論文
----	-----

問題 1

ローマ時代のヴィトルヴィウスによって提唱された建築の三大要素である「強・用・美」について、具体的な建築物を挙げて建築物における3大要素を論じなさい。

問題 2

日本において外国人観光客が増加しており、その大半は空港を利用している。空港建築に必要な性能を、計画・構造・環境のそれぞれの観点から論じなさい。

問題 3

自然災害のうち地震動に対する建築物の対策方法・対策技術について、日本とあなたの国の相違点や共通点を論じなさい。

以上



関西大学大学院入学試験問題

(10月募集)
留学生

博士課程前期課程

理工学

研究科

環境都市工学

専攻

【都市システム工学分野】

科目	基礎数学
----	------

(注意) 以下では「e」は自然対数の底を表すものとする.

問題1 以下の問(1)~(4)に答えよ.

(1) 極限值 $\lim_{x \rightarrow +0} \frac{3^x - 1}{3x}$ を求めよ.

(2) 関数 $f(x) = \frac{2e^{-x} - 1}{(1 + e^{-x})^2}$ について次の問(2-a), (2-b)に答えよ.

(2-a) $df(x)/dx$ を求めよ.

(2-b) $f(x)$ の極値をすべて求めて, $f(x)$ のグラフの概形を描け.

(3) 次の積分を計算せよ. ただし, a は正の定数である.

(3-a) $\int_0^{\infty} \frac{e^{-2x}}{1 + e^{-x}} dx$

(3-b) $\iint_D \frac{1}{\sqrt{a^2 - x^2 - y^2}} dx dy$ ($D = \{(x, y) | x^2 + y^2 < a^2, y \geq 0\}$)

(4) 次の微分方程式の解を求めよ.

$$\frac{dy(x)}{dx} = xe^{-y(x)}, \quad y(0) = 0$$

問題2 行列

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 3 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 4 & 4 \\ -1 & 8 \end{bmatrix} \quad C = \begin{bmatrix} 2 & -t-3 \\ t & -2 \end{bmatrix} \quad D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 6 \\ 0 & 3 & 5 \end{bmatrix}$$

について以下の問(1)~(4)に答えよ. ただし t は実数である.

(1) 行列の積 AB を求めよ.

(2) $C^2 = O$ (O は零行列) となるような実数 t を求めよ.

(3) D の固有値と固有ベクトルをすべて求めよ.

(4) B の固有値と固有ベクトルをすべて求めよ.

以上

科目	構造力学
----	------

次の問題に答えなさい。

Answer the following questions.

- (1) 図1に示す片持ばりの曲げモーメント図を示しなさい。また、図1の片持ばりの点Bのたわみを求めなさい。ただし、はりのヤング係数を E 、断面2次モーメントを I とする。

Draw the bending moment diagram of a cantilever beam shown in Fig.1. Additionally, determine the deflection at B of the cantilever beam in Fig.1. The Young's modulus and second moment of area of the beam are E and I , respectively.

- (2) 図2に示す点Cにヒンジを有する不静定はりの支点反力 R_A 、 R_B 、 M_A および M_B を求めなさい。ただし、はりのヤング係数を E 、断面2次モーメントを I とする。

Determine the support reaction forces, R_A , R_B , M_A , and M_B of an indeterminate beam with a hinge at C shown in Fig.2. The Young's modulus and second moment of area of the beam are E and I , respectively.

- (3) 図2に示す点Cにヒンジを有する不静定はりの崩壊メカニズムを説明しなさい。ただし、それぞれのはりの全塑性モーメントを $\pm M_p$ とする。

Explain the collapse mechanism of an indeterminate beam with a hinge at C shown in Fig.2. The perfect plastic moment of each beam is $\pm M_p$.

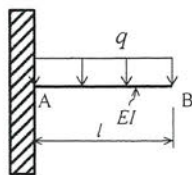


図1 (Fig.1)

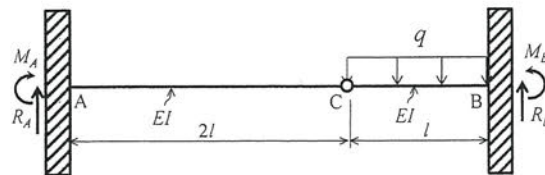


図2 (Fig.2)

(10月募集)
留学生

博士課程前期課程	理工学	研究科	環境都市工学	専攻
----------	-----	-----	--------	----

【都市システム工学分野】

科目	コンクリート工学
----	----------

- コンクリートに生じるひび割れに関する以下の問いに答えなさい。
(Answer the following questions regarding cracks in concrete and concrete structures.)
 - マスコンクリートに生じる温度ひび割れの発生要因を説明しなさい。
(Explain the causes of thermal cracks in massive concrete.)
 - 乾燥収縮により生じるひび割れの発生原理を説明しなさい。
(Explain the mechanisms of crack initiation due to drying shrinkage.)
 - ひび割れが鉄筋コンクリート構造物に引き起こす問題を説明しなさい。
(Explain the problems caused by cracks in reinforced concrete structures.)
- 鉄筋コンクリートの部材の破壊形態に関する以下の問いに答えなさい。
(Answer the following questions about the failure modes of reinforced concrete members.)
 - 曲げ引張破壊と曲げ圧縮破壊の違いを説明しなさい。
(Explain the difference between flexural tension failure and flexural compression failure.)
 - 斜め引張破壊とせん断圧縮破壊の違いを説明しなさい。
(Explain the difference between diagonal tension failure and shear compression failure.)
- Fig.1 に示す鉄筋コンクリート断面について、以下の問いに答えなさい。
(Answer the following questions related to the reinforced concrete section shown in Fig.1.)
 - 50 kN・m の曲げモーメントが作用した時の圧縮縁のコンクリートの応力と鉄筋の応力をそれぞれ求めなさい。ただし、コンクリートと鉄筋のヤング係数比は 8 とすること。
(Determine the stresses at the upper edge of the concrete and in the reinforcing bars when a bending moment of 50 kN・m is applied. Given that the elastic modulus ratio between concrete and reinforcing bar is equal to 8.)
 - この断面の終局曲げモーメントを求めなさい。ただし、コンクリートの圧縮強度を 24N/mm²、鉄筋の降伏強度を 350N/mm² とする。また、コンクリートの終局ひずみを 0.0035 とする。
(Determine the ultimate bending moment, assuming that the compressive strength of concrete is 24 N/mm², the yield strength of reinforcing bars is 350 N/mm², and the ultimate strain of concrete is 0.0035.)

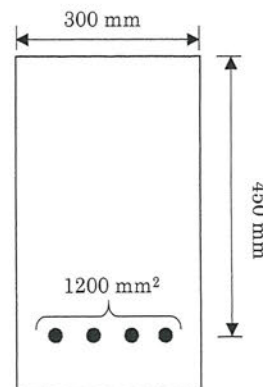


Fig. 1

博士課程前期課程	理工学	研究科	化学生命工学	専攻
----------	-----	-----	--------	----

科目	専門科目
----	------

【問題 1】 今後、行いたい研究の内容を 400 文字程度の日本語で説明しなさい。

【問題 2】 図 1 に示すような A-B 二元系状態図をもつ合金系において、(1)~(3)の問いに答えなさい。ただし、図中の L は液相領域であり、 α, β の領域はそれぞれ A, B の固溶体を形成している。また、A-47.5mass%B の組成において、固相で A_2B 金属間化合物相を形成しているものとする。

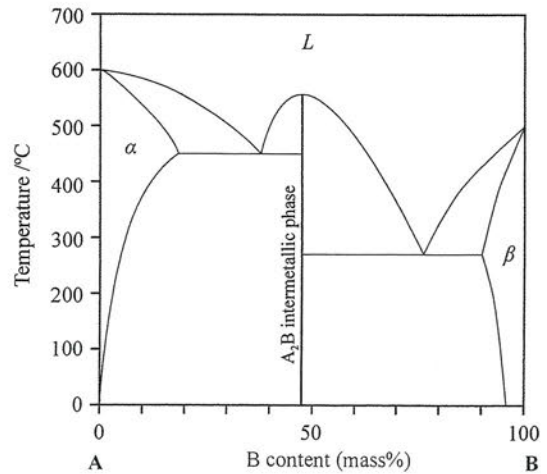


図 1 A-B 二元系状態図

(1) A-15mass%B 合金を 450°C にて長時間保持した後、室温まで徐冷した。このときに現れる相とその相の組成を答えなさい。

(2) A-15mass%B 合金を 450°C にて長時間保持した後、室温まで急冷した。その後、200°C まで再び加熱、保持するとどのような変化が生じるか、マイクロ組織と機械的性質の観点から説明しなさい。

(3) A-15mass%B 合金を 450°C にて長時間保持した後、室温まで急冷した。その後、350°C まで再び加熱、保持した場合、(2)の場合と比べてマイクロ組織と機械的性質はどのように異なるか説明しなさい。

【問題 3】 金属材料のマイクロ組織、機械的性質に関する以下の用語を説明しなさい。

- ①結晶粒微細化強化 ②加工硬化 ③双晶

【問題 4】 金属材料の再結晶の過程について、静的再結晶と動的再結晶の違いを説明しなさい。



関西大学大学院入学試験問題

(10月募集)
留学生

博士課程前期課程

理工学

研究科

化学生命工学

専攻

【化学・物質工学分野】

科目	英語
----	----

【問題1】 今までに行った研究の内容を 400 語(words)以内の英語で説明しなさい。

【問題2】 以下の英文を日本語に訳しなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(出典：L. Landner and R. Reuther, "Metals in Society and in the Environment", Kluwer Academic Publishers, 2004, ISBN 1-4020-2740-0, p.139 より抜粋)

以上



関西大学大学院入学試験問題

(7月募集)

博士課程前期課程

理工学

研究科

化学生命工学

専攻

留学生 秋学期入学

【化学・物質工学分野】

科目	専門科目

次の問 1～問 5 の全てに解答しなさい。

問 1 今までに行った自分の研究内容を 400 字以内の日本語で説明しなさい。

問 2

- (1) bcc の単位格子の模式図を描きなさい。
- (2) (120), (112), [221] および [210] を図示しなさい。
- (3) bcc の格子定数が 0.30 nm の場合、 27 mm^3 の結晶中に存在する原子数を求めなさい。

問 3

- (1) 高分子材料、セラミック材料および降伏現象を示す金属材料の引張試験における応力-ひずみ曲線を 1 つの枠内に描きなさい。
- (2) (1) の金属材料の応力-ひずみ曲線に降伏点、引張強さおよびヤング率を書き入れなさい。
- (3) 断面積 100 mm^2 、長さ 1.5 m の丸棒に弾性状態で 3.0 kN の引張荷重が作用したときの棒の引張応力と伸びを求めなさい。ただし、丸棒のヤング率を 200 GPa とする。

問 4

- (1) 直径 d (mm)、長さ L (cm) の丸棒の両端で電気抵抗を測定すると R (mΩ) であった。このときの丸棒の電気抵抗率 ρ を単位も含めて求めなさい。
- (2) 電気抵抗とは別に電気抵抗率が必要とされる理由を説明しなさい。

問 5 図 1 は金属元素 X および Z からなる二元系平衡状態図の模式図である。図中の L、 S_x 、 S_z は、それぞれ液相、X を主成分とする固相、Z を主成分とする固相を表す。以下の小問を全て答えなさい。

- (1) 右図の状態図はどの種類の状態図に分類されるか、「〇〇型状態図」のように答えなさい。
- (2) $C_z = 70 \text{ mol\%}$ の合金を 500°C 直上で保持した。合金が平衡に達しているとき、この合金の構成相を答えなさい。
- (3) (2) において、構成相の存在割合を簡単な整数比で示しなさい。(例: 相 A と相 B が、それぞれ 80% と 20% 含まれるなら「A : B = 4 : 1」のように答える。)
- (4) $C_z = 70 \text{ mol\%}$ の合金を 800°C から 300°C まで非常にゆっくり冷却した。この合金の組織の模式図を (a) 600°C および (b) 400°C の各温度について示しなさい。

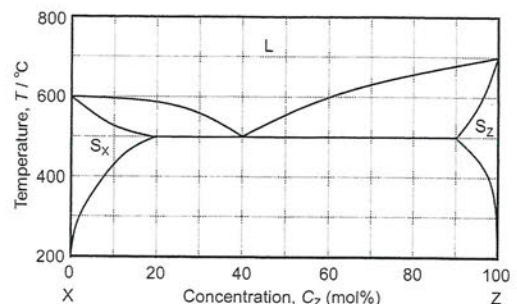


図 1



関西大学大学院入学試験問題

(7月募集)

博士課程前期課程

理工学

研究科

化学生命工学

専攻

留学生 秋学期入学

【化学・物質工学分野】

科目	外国語（英語）
----	---------

次の設問 1.～設問 3.の全てに解答しなさい。

1. 今までに行った自分の研究内容を 400 語 (400 words) 以内の英語で説明しなさい。
2. 以下の英文を日本語に訳しなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(出典: "Materials Science and Engineering", Anshan Limited, 2007, ISBN: 978-1-905740-51-2, p. 197 より抜粋)

3. 以下の英文を日本語に訳しなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(出典: "Materials Science and Engineering", Anshan Limited, 2007, ISBN: 978-1-905740-51-2, p. 291 より抜粋)



関西大学大学院入学試験問題

(2月募集)

留学生

博士課程前期課程

理工学

研究科

環境都市工学

専攻

【建築学分野】

科目	専門に関する小論文
----	-----------

次の1~3のすべてに日本語で答えなさい。

- 1 建築の移築・転用の意義について、「用・強・美」の視点から論じなさい。
- 2 建築と自然の関係性について、歴史あるいは設計の視点から論じなさい。
- 3 日本と自国から代表的な建造物を一つずつ取り上げ、比較文化の視点から論じなさい。

以上



関西大学大学院入学試験問題

博士課程前期課程

理工学

研究科

環境都市工学

専攻

(2月募集)

留学生・RHEP

【都市システム工学分野】

科目

基礎数学

- 1. 関数 $f(x)$ について、以下の問に答えよ。

Answer the following questions for the function $f(x)$ defined by

$$f(x) = xe^{-x^2}.$$

- (1) 導関数 $f'(x)$ を求めよ。
Find the derivative $f'(x)$.
- (2) 次の積分を計算せよ。

Calculate the value of the integral

$$S = \int_{-1}^1 f(x) dx.$$

- (3) 次の極限を求めよ。
Find the limit

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{f(x) - x}{x^2}.$$

- 2. 関数 $g(x, y)$ を以下のように定義する。

Answer the following question for the function $g(x, y)$ defined by

$$g(x, y) = (x + y)e^{-(x^2 + y^2)}.$$

次の積分を計算せよ。

Calculate the value of the integral

$$\iint_D g(x, y) dx dy \quad (D : 0 \leq x^2 + y^2 \leq 1).$$

- 3. 次の行列 A について、以下の問に答えよ。

Answer the following questions for the matrix A given by

$$A = \begin{bmatrix} -3 & 2 \\ 1 & -2 \end{bmatrix}.$$

- (1) A の固有値と固有ベクトルを求めよ。
Find the eigenvalues and eigenvectors of the matrix A .
- (2) $P^{-1}AP$ が対角行列となるような行列 P を求めよ。
Find a matrix P such that $P^{-1}AP$ is a diagonal matrix.
- (3) A^n を求めよ。
Find A^n .

- 4. 次の微分方程式について、以下の問に答えよ。

Answer the following questions for the differential equation

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 2\frac{dy}{dx} + y = h(x).$$

- (1) $h(x) = 0$ のときの一般解を求めよ。
Find the general solution in the case $h(x) = 0$.
- (2) $h(x) = e^{-x}$ のときの一般解を求めよ。
Find the general solution in the case $h(x) = e^{-x}$.
- (3) $h(x) = e^x$ のときの一般解を求めよ。
Find the general solution in the case $h(x) = e^x$.

以上



関西大学大学院入学試験問題

博士課程前期課程

理工学

研究科

環境都市工学

専攻

(2月募集)

留学生・RHEP

【都市システム工学分野】

科目	水理学
----	-----

1. 直径 $D = 0.20$ m, 長さ $L = 450$ m の円管に水を流す. 摩擦係数 $f = 0.02$ で, 管摩擦による損失水頭が $h_f = 2.5$ m のとき, 流量 Q を求めよ. ただし, 断面積は $A = 0.03$ m², 重力加速度は $g = 9.0$ m/s² と近似する.

1. Water flows through a circular pipe with a diameter of $D = 0.20$ m and a length of $L = 450$ m. The friction factor is $f = 0.02$. If the head loss due to pipe friction is $h_f = 2.5$ m, calculate the flow rate Q . Assume that the cross-sectional area is $A = 0.03$ m² and the gravitational acceleration is approximated as $g = 9.0$ m/s².

2. 幅40.0 m の長方形断面水路に流量120.0 m³/s の水を流す. ただし, マニングの粗度係数は $n = 0.010$ m^{-1/3} s とし, 重力加速度を $g = 9.0$ m/s² と近似する. また, 本水路は広幅水路とみなし, 径深 R は 水深 h と近似してよい.

(1) 限界水深 h_c を求めよ.

(2) 限界勾配 i_c を求めよ.

2. Water flows through a rectangular open channel with a width of 40.0 m at a discharge of 120.0 m³/s. The Manning roughness coefficient is $n = 0.010$ m^{-1/3} s. For open-channel flow, the gravitational acceleration is approximated as $g = 9.0$ m/s². The channel may be regarded as a wide channel, and the hydraulic radius may be approximated as $R \approx h$ (water depth).

(1) Determine the critical depth h_c .

(2) Determine the critical slope i_c .

3. 気候変動と水災害の関係について知るところを述べるとともに, 水災害に関する防災・減災において土木技術者が果たす役割について論ぜよ.

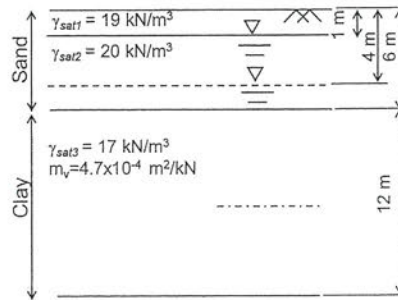
3. Describe the relationship between climate change and flood disasters, and discuss the role of civil engineers in flood disaster prevention and mitigation.

以上

科目

地盤力学 (No. 1)

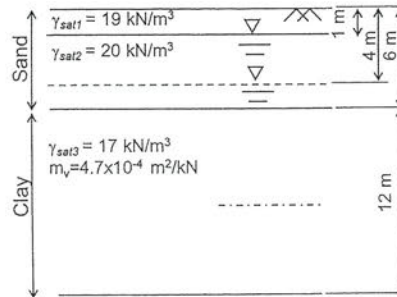
1. 右図に示す地盤について考える。はじめ地表面から 1 m の深さに存在していた地下水位が、地下水くみ上げにより地表面から 4 m の深さに低下した。この時、以下の問いに答えよ。ただし、砂層の地下水位より上の単位体積重量は $\gamma_{sat1}=19 \text{ kN/m}^3$ 、砂層の地下水位以下の飽和単位体積重量は $\gamma_{sat2}=20 \text{ kN/m}^3$ 、粘土層の飽和単位体積重量は $\gamma_{sat3}=17 \text{ kN/m}^3$ 、体積圧縮係数は $m_v=4.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{kN}$ とする。また、水の単位体積重量は $\gamma_w=9.8 \text{ kN/m}^3$ とする。



- (1) 地盤は隆起するか沈下するか答えよ。なぜ、そうなるか理由を述べよ。
- (2) 地盤の鉛直変位量を求めよ。

(English version)

1. Consider the ground shown in the figure on the right. Initially, the groundwater table was located at a depth of 1 m below the ground surface. Due to groundwater pumping, the groundwater table was lowered to a depth of 4 m below the ground surface. Answer the following questions. Assume that the unit weight of the sand layer above the groundwater table is $\gamma_{sat1}=19 \text{ kN/m}^3$, the saturated unit weight of the sand layer below the groundwater table is $\gamma_{sat2}=20 \text{ kN/m}^3$, the saturated unit weight of the clay layer is $\gamma_{sat3}=17 \text{ kN/m}^3$, and the coefficient of volume compressibility is $m_v=4.7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{kN}$. The unit weight of water is $\gamma_w=9.8 \text{ kN/m}^3$.



- (1) Determine whether the ground undergoes uplift or settlement. Explain the reason why this occurs.
- (2) Compute the magnitude of the vertical displacement of the ground.



関西大学大学院入学試験問題

博士課程前期課程

理工学

研究科

環境都市工学

専攻

(2月募集)

留学生・RHEP

【都市システム工学分野】

科目	地盤力学 (No. 2)
----	--------------

2. 以下に示す事項を図示し、カッコ内の用語を用いて簡潔に説明せよ。

(1)土の締固め曲線における乾燥密度と含水比の関係

(最適含水比 w_{opt} , 最大乾燥密度 ρ_{dmax} , ゼロ空気間隙曲線, 締固め管理)

(2)粘土の圧密試験から得られる圧密曲線における圧密圧力と間隙比の関係

(圧密降伏応力 p_c , 正規圧密, 過圧密)

(3)砂の排水せん断試験におけるせん断ひずみと体積ひずみの関係

(砂の密度, ダイレイタンスー)

(4)粘土の一軸圧縮試験における軸ひずみと一軸圧縮応力の関係

(非排水せん断強度, 変形係数 E_{50} , 鋭敏比 S_t)

(English version)

2. Illustrate the following relationships and briefly explain them using the terms given in parentheses.

(1) Relationship between dry density and water content on the soil compaction curve

(optimum water content w_{opt} , maximum dry density ρ_{dmax} , zero air voids curve, compaction control)

(2) Relationship between consolidation pressure and void ratio on the consolidation curve obtained from a consolidation test

(preconsolidation pressure p_c , normally consolidated, overconsolidated)

(3) Relationship between shear strain and volumetric strain in a drained shear test on sand

(sand density, dilatancy)

(4) Relationship between axial strain and unconfined compressive stress in an unconfined compression test on clay

(undrained shear strength, deformation modulus E_{50} , sensitivity of a soil S_t)



関西大学大学院入学試験問題

(2月募集)

留学生・RHEP

博士課程前期課程

理工学

研究科

環境都市工学

専攻

【都市システム工学分野】

科目	地盤力学 (No. 3)
----	--------------

3. 近年発生した地盤にかかわる自然災害の事例を一つ挙げ、災害の発生メカニズムとそれを防止するための対策について400字程度で記述せよ。

(English version)

3. Give one example of a recent natural disaster related to geotechnical engineering, and describe, in approximately 250 words, the mechanism by which the disaster occurred as well as the measures to prevent such a disaster.

以上

(2月募集)
留学生

博士課程前期課程

理工学

研究科

環境都市工学

専攻

【都市システム工学分野】

科目	構造力学
----	------

次の問題に答えなさい。

Answer the following questions.

- (1) 図1に示すトラス部材の軸力 N_1 , N_2 を求めなさい。

Determine the axial forces N_1 and N_2 in the members of the truss shown in Fig. 1.

- (2) 図2に示す不静定トラスの各部材の軸力 N_1 , N_2 , N_3 を求めなさい。ただし、全てのトラス部材のヤング係数を E 、断面積を A とする。

Determine the axial forces N_1 , N_2 , and N_3 in the members of the statically indeterminate truss shown in Fig. 2. The Young's modulus and the cross-sectional area of all members in the truss are E and A , respectively.

- (3) 図2に示すトラス構造の崩壊メカニズムを説明しなさい。ただし、それぞれのトラス部材の降伏荷重を N_Y とする。

Explain the collapse mechanism of the truss structure shown in Fig.2. The yield load of each truss member is $\pm N_Y$.

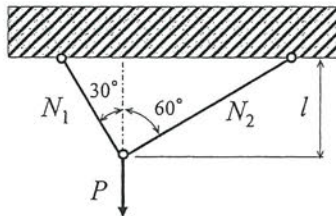


図1 (Fig.1)

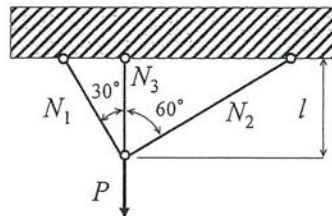


図2 (Fig.2)

科目	コンクリート工学
----	----------

1. コンクリート構造物の凍害に関する以下の問いに答えなさい。

(Answer the following questions regarding frost damage in concrete structures.)

- (1) コンクリート構造物に発生する凍害とはどのようなものか、その発生原因を明確にして説明しなさい。
(What kind of frost damage occurs in concrete structures? Explain clearly what causes it.)
- (2) 現在、コンクリート構造物の凍害を防止するための対策として重要視されていることを3つ挙げ具体的に説明しなさい。
(List three measures that are currently considered important for preventing frost damage to concrete structures and explain them in detail.)
- (3) 寒中コンクリートの施工と関連する初期凍害とは、上記の凍害と何が異なるかを明確にして説明しなさい。
(Explain clearly how the initial frost damage associated with cold weather concreting differs from the frost damage described above.)

2. 鉄筋コンクリート部材について以下の問いに答えなさい。

(Answer the following questions about the reinforced concrete members.)

- (1) 鉄筋コンクリート部材はどのような原理で成り立っているか、コンクリートと鉄筋がどのような役割をしているかを明確にして説明しなさい。
(Explain clearly the principles on which reinforced concrete members work and the roles of concrete and reinforcing bars.)
- (2) 鉄筋コンクリート部材における「かぶり」と「鉄筋のあき」が、どのようなことを示すのかを具体的に説明しなさい。
(Explain in detail what "concrete cover" and "clear spacing of rebars" mean in reinforced concrete members.)
- (3) Fig.1 に示す鉄筋コンクリート断面の終局曲げモーメントを求めなさい。
ただし、コンクリートの圧縮強度を 21N/mm^2 、鉄筋の降伏強度を 295N/mm^2 とし、コンクリートの終局ひずみを 0.0035 とする。

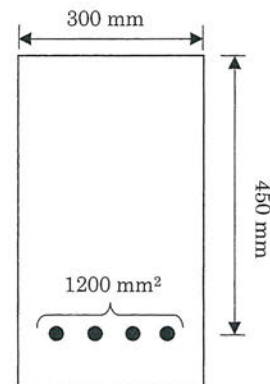


Fig. 1

(Determine the ultimate bending moment of the reinforced concrete section shown in Fig.1, assuming that the compressive strength of concrete is 21 N/mm^2 , the yield strength of reinforcing bar is 295 N/mm^2 , and the ultimate strain of concrete is 0.0035 .)

3. 以下の条件から、コンクリートの配合を計算し、単位セメント量と単位粗骨材量、AE減水剤量を求めなさい。ただし、細骨材は表乾密度が 2.63g/cm^3 で、粗骨材は砕石で表乾密度は 2.67g/cm^3 、セメントの密度は 3.15g/cm^3 である。

条件: $W/C = 55.0\%$ 、単位水量 $W = 173\text{kg/m}^3$ 、空気量 = 4.5% 、 $s/a = 43.0\%$ 、AE減水剤:セメント 100kg に対し 250ml 、 $G.\text{max} = 20\text{mm}$ 、スランプ = 10cm

(Calculate the concrete mix and find the amount of cement per unit, coarse aggregate per unit, and air-entraining water-reducing agent per unit given the following conditions.

Note that, the surface-dry density of the fine aggregate is 2.63 g/cm^3 , the coarse aggregate is crushed stone with a surface-dry density of 2.67 g/cm^3 , and the cement density is 3.15 g/cm^3 .

Conditions: $W/C = 55.0\%$, unit water content $W = 173\text{ kg/m}^3$, air content = 4.5% , $s/a = 43.0\%$, Air-entraining water-reducing agent: 250 ml per 100 kg of cement, $G.\text{max} = 20\text{ mm}$, slump = 10 cm)



関西大学大学院入学試験問題

(2月募集)
留学生

博士課程前期課程	理工学	研究科	化学生命工学	専攻
----------	-----	-----	--------	----

【化学・物質工学分野】

科目	専門科目 (金属材料プロセス)
----	-----------------

次の問 1～問 5 の全てに解答しなさい。

問 1 今後、行いたい研究内容を 400 字程度の日本語で説明しなさい。

問 2 Fick の第一法則、第二法則について、式や図も用いて説明しなさい。

問 3 金属材料学に関する以下の用語について、それぞれ説明しなさい。

- ① ピッカース硬さ試験 ② 浸炭焼入れ ③ CCT 図 ④ 応力-ひずみ曲線 ⑤ SEM-EDX

問 4

(1) fcc の単位格子の模式図を描きなさい。

(2) (220), (121), [120] を図示しなさい。

(3) fcc の格子定数が 0.30 nm の場合、 27 mm^3 の結晶中に存在する原子数を求めなさい。

問 5 図 1 に示す Fe-Fe₃C 系状態図を用いて、以下の問いに答えなさい。

(1) 炭素量 1.1 mass%、温度 875°C において平衡的に存在する相をすべて答えなさい。

(2) 共析反応の反応式を示し、その反応が生じる温度および炭素量を図 1 から読み取って答えなさい。

(3) 炭素量 0.6 mass% の鋼を 875°C から十分に徐冷した場合、室温で得られる組織を説明しなさい。その際、初析相の種類を明記すること。

(4) 同じ鋼を 875°C から水焼入れした場合に形成される代表的組織を答えなさい。

(5) (3) と (4) の組織における機械的性質 (硬さ・じん性) の違いを説明しなさい。

(6) 図 1 に示される α 相中の炭素固溶限は、共析温度においておよそ何 mass% か答えなさい。

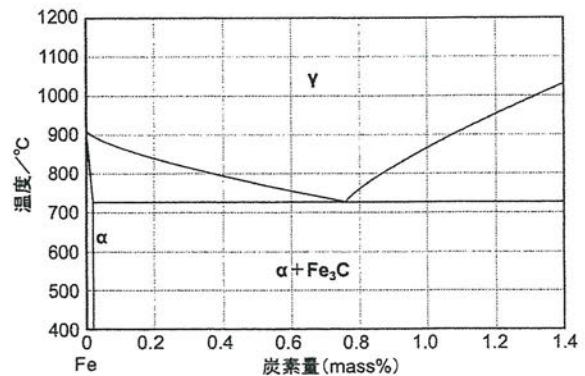


図 1



関西大学大学院入学試験問題

(2月募集)
留学生

博士課程前期課程

理工学

研究科

化学生命工学

専攻

【化学・物質工学分野】

科目	専門科目（金属・無機材料物性）
----	-----------------

【選択問題】 【選択1】～【選択6】より4問選び、解答しなさい。

【選択1】 つぎの(i)、(ii)、(iii)に答えなさい。

- (i) 金属酸化物の「不定比性」について、具体例を挙げて説明しなさい。
- (ii) フィックの第一法則を使って「拡散」を定義し、拡散係数のSI単位を答えなさい。
- (iii) 代表的な2種類の点欠陥の名称を挙げ、それぞれの特徴を具体例を挙げて説明しなさい。

【選択2】 酸化アルミニウム(Al_2O_3)と酸化ケイ素(SiO_2)はどちらも酸化物であるが、化学結合性や物性(硬さ, 融点, 構造など)に違いがある。両物質の違いを説明しなさい。ただし、以下のキーワードをすべて用いること。キーワード:有効核電荷, 電気陰性度, 分極能, 分極率

【選択3】 フェライト磁石である Fe_3O_4 がフェリ磁性を示す仕組みについて説明しなさい。ただし、以下のキーワードをすべて含めること。

キーワード: スピン磁気モーメント, 超交換相互作用, 結晶構造

【選択4】 金属と半導体の電子伝導性は温度によってどのように変化するか、両者の違いを説明しなさい。ただし、両者のバンド構造を示す概念図を描き、各部に適切な用語を付すこと。

【選択5】 室温においてヨウ化銀 AgI のイオン伝導度を増加させるためには、どのような方法が考えられるか説明しなさい。また、イオン伝導性の活性化エネルギーの求め方について説明しなさい。

【選択6】 粉末 X 線回折測定を(i) 室温および高温条件下、(ii) $CuK\alpha$ 線および $FeK\alpha$ 線でそれぞれ行った場合に得られる X 線回折パターンの違いについて、(i)および(ii)の各条件ごとに説明しなさい。



関西大学大学院入学試験問題

(2月募集)
留学生

博士課程前期課程

理工学

研究科

化学生命工学

専攻

【化学・物質工学分野】

科目	英語（金属材料プロセス）
----	--------------

次の設問 1.～設問 3.の全てに解答しなさい。

1. 今までに行った自分の研究内容を、400 語 (400 words) 以内の英語で説明しなさい。

2. 以下の英文を日本語に訳しなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(出典:”ASM Handbook Volume 4D, Heat Treating of Irons and Steels”, ASM International, 2014, ISBN: 978-1-62708-066-8, p. 370 より抜粋)

3. 以下の英文を日本語に訳しなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載しておりません。

(出典:”ASM Handbook Volume 4D, Heat Treating of Irons and Steels”, ASM International, 2014, ISBN: 978-1-62708-066-8, p. 88 より抜粋)

以上



関西大学大学院入学試験問題

(2月募集)
留学生

博士課程前期課程

理工学

研究科

化学生命工学

専攻

【化学・物質工学分野】

科目	英語（金属・無機材料物性）
----	---------------

次の設問 1.～設問 2.の全てに解答しなさい。

1.今までに行った自分の研究の内容を、400 words 以内の英語で説明しなさい。

2. 以下の英文を日本語に訳しなさい。

著作権許諾の都合上、問題の文章は掲載していません。

(注)endow: 授ける; hamper 妨げる; flaw 欠陥

(出典:Richard J.D. Tilley, " *Understanding Solids, The Science of Materials 2nd edition*", John Wiley & Sons, Ltd., 2013, ISBN: 978-1-118-42328-8, p. 154 より抜粋)

以上