

【 数学－１ 】

【 Mathematics－１ 】

以下の問に答えよ．

Answer the following questions.

問 1 (Q1)

a を正の実数とし，複素平面上の点 $P(-a)$, $Q(a)$, $R(a + 3ai)$, $S(-a + 3ai)$ を $P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow S \rightarrow P$ の順に直線でめぐる単純閉曲線 C を積分路として，次の複素積分を求めよ．ただし， z は複素数とし， $i = \sqrt{-1}$ は虚数単位である．

$$\oint_C \frac{dz}{z^2 + 4a^2}$$

Let a be a positive real number. Consider the points $P(-a)$, $Q(a)$, $R(a + 3ai)$, and $S(-a + 3ai)$ on the complex plane. Find the following complex integral along the path of the simple closed rectangle C traced by the points $P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow S \rightarrow P$. Here, z is a complex number, and the imaginary unit is defined as $i = \sqrt{-1}$.

$$\oint_C \frac{dz}{z^2 + 4a^2}$$

問 2 (Q2)

次の重積分を求めよ．ただし，積分範囲は $9x^2 + \frac{y^2}{4} \leq a^2$ であり x, y は実数， a は正の実数である．

$$\iint \sqrt{a^2 - 9x^2 - \frac{y^2}{4}} dx dy$$

Find the value of the following double integral. The integration area is defined by

$9x^2 + \frac{y^2}{4} \leq a^2$, where x and y are real numbers, and a is a positive real number.

$$\iint \sqrt{a^2 - 9x^2 - \frac{y^2}{4}} dx dy$$

【 数学－２ 】

【 Mathematics－２ 】

問 1 (Q1)

以下の問に答えよ．ただし，フーリエ変換 $F(\omega)$ は以下で定義される．

$$F(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i\omega x} dx.$$

ここで， $i = \sqrt{-1}$ は虚数単位である．

Answer the following questions. The Fourier transform $F(\omega)$ is defined as follows.

$$F(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-i\omega x} dx.$$

Let the imaginary unit be defined as $i = \sqrt{-1}$.

(a) $f(x) = \begin{cases} 1 & (-d \leq x \leq d) \\ 0 & (x < -d, d < x) \end{cases}$ に対して， $f(x)$ のフーリエ変換 $F(\omega)$ を求めよ．

Find the Fourier transform $F(\omega)$ of $f(x) = \begin{cases} 1 & (-d \leq x \leq d) \\ 0 & (x < -d, d < x) \end{cases}$.

(b) $f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2d} & (-d \leq x \leq d) \\ 0 & (x < -d, d < x) \end{cases}$ に対して， $f(x)$ のフーリエ変換 $F(\omega)$ を求めよ．

Find the Fourier transform $F(\omega)$ of $f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2d} & (-d \leq x \leq d) \\ 0 & (x < -d, d < x) \end{cases}$.

(次ページに続く)

(Continued on the next page)

(c) デルタ関数を $\delta(x) = \lim_{n \rightarrow 0} \delta_n(x)$ と定義する．ここで，

$$\delta_n(x) = \begin{cases} \frac{1}{2n} & (-n \leq x \leq n) \\ 0 & (x < -n, n < x) \end{cases} \text{ である．このとき，デルタ関数のフーリエ変換は定数}$$

となることを示せ．ただし，三角関数の極限 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ を用いてもよい．

Let the delta function be defined as $\delta(x) = \lim_{n \rightarrow 0} \delta_n(x)$, where

$$\delta_n(x) = \begin{cases} \frac{1}{2n} & (-n \leq x \leq n) \\ 0 & (x < -n, n < x) \end{cases} . \text{ Show the Fourier transform of the delta function is a}$$

constant. The limit of the trigonometric function $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ may be used.

問 2 (Q2)

次の微分方程式を解け．

(a) $\frac{dy}{dx} = -\frac{9x}{4y}$

(b) $\frac{d^2y}{dx^2} - 13\frac{dy}{dx} + 36y = 0$

Solve the following differential equations.

(a) $\frac{dy}{dx} = -\frac{9x}{4y}$

(b) $\frac{d^2y}{dx^2} - 13\frac{dy}{dx} + 36y = 0$

【 物理－ 1 】

図 1 のように、質量 M の台車が水平な床の上に置かれている．この台車には、点 O を中心とする半径 r の半円形のくぼみがある．いま、質量 m の質点がくぼみに沿って摩擦なく動くことができるとする．静止している台車のくぼみ斜面の 1 点 ($\theta = \theta_0$) に初速度 0 でこの質点を置いたときのその後の運動を考える．なお、台車のくぼみの最下部を $\theta = 0$ とする．空気の抵抗はなく、重力加速度の大きさを g として以下の問に答えよ．

問 1 台車が床に固定されているとき、くぼみ内を振動する質点の振動周期を求めよ．ただし、質点位置 θ は十分小さい、すなわち、 $|\theta| \leq \theta_0 \ll 1$ として近似せよ．

問 2 次に、台車と床の間に摩擦が無い場合を考える．すなわち、くぼみ内を質点が振動することに伴って台車は左右に動く．このときの台車の移動量を X とする．質点の運動エネルギーおよび台車の運動エネルギーを $X, \dot{X}, \theta, \dot{\theta}$ を用いて表せ． $\dot{X}$ および $\dot{\theta}$ はそれぞれ X および θ の時間微分を示す．なお、ここでは $\theta \ll 1$ の近似は使わない．

問 3 続いて、系の運動エネルギーと位置エネルギーの差として与えられるラグランジュ (Lagrange) 関数 L を用いて議論を進める．

(a) この系のラグランジュ関数 L を表せ．ここでは $\theta \ll 1$ の近似は使わない．

(b) ラグランジュの運動方程式は、 X および θ について立てることができる．すなわち、 X について

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{X}} \right) - \frac{\partial L}{\partial X} = 0$$

θ について

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0$$

が得られる．ここで t は時間である．これらを用いて、2 つの運動方程式を導出せよ．なお、 X および θ の 2 階の時間微分にはそれぞれ $\ddot{X}$ および $\ddot{\theta}$ を用いよ．

(c) 得られた運動方程式から、質点の振動周期、および、台車の振動振幅を求めよ．ただし、ここでは $\theta \ll 1$ および $\dot{\theta} \ll 1$ と近似してよい．

(次ページへ続く)

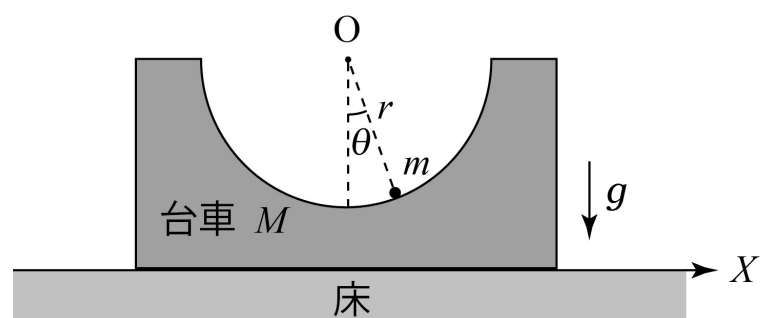


図 1

【 物理－ 2 】

電界内に任意の閉曲面 S をとり、その面上の 1 点の外向きの法線ベクトル $\mathbf{n}$ を用いると、電界 $\mathbf{E}$ と閉曲面内の電荷には

$$\int_S \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} dS = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum_i q_i$$

のガウス (Gauss) の定理が成り立つ. ここで ε_0 は真空中の誘電率であり、単位は F/m である. また、 $\sum_i q_i$ は閉曲面内に取り囲まれた電荷の代数和である. ガウス (Gauss) の定理に基づいて、以下の問に答えよ. ただし、円周率に π を用いて、導出過程も示せ.

問 1 真空中において、総電荷量 $+Q_1 [\text{C}]$ の電荷が、半径 $d [\text{m}]$ の球内に一様に分布している. 球の中心からの距離を $r [\text{m}]$ とする. このとき、球の外側 ($r \geq d$) における電界 $E [\text{V/m}]$ および電位 $V [\text{V}]$ を求めよ.

問 2 問 1 について、球の内側 ($r < d$) における電界 $E [\text{V/m}]$ を求めよ.

問 3 図 1 の同心球導体では、導体 II の球体を導体 I の球体を取り囲んでおり、導体間は中空である. 導体 II の表面の半径を $a [\text{m}]$ 、導体 I の内表面の半径を $b [\text{m}]$ 、および導体 I の外表面の半径を $c [\text{m}]$ とする. 静電界の条件のもと、導体 I の電荷を $-Q_1 [\text{C}]$ 、導体 II の電荷をゼロとする. 球の中心 O からの距離を $r [\text{m}]$ として、導体外 ($r > c$) の電界 $E_c [\text{V/m}]$ 、および導体間 ($a < r < b$) の電界 $E_{ab} [\text{V/m}]$ を求めよ.

問 4 問 3 の同心球導体について、導体 I の電荷を $-Q_1 [\text{C}]$ 、導体 II の電荷を $+Q_1 [\text{C}]$ とする. 球の中心からの距離を $r [\text{m}]$ として、導体外 ($r > c$) の電界 $E_c [\text{V/m}]$ 、および導体間 ($a < r < b$) の電界 $E_{ab} [\text{V/m}]$ を求めよ.

問 5 問 4 の条件の同心球導体について、導体間の静電容量 $C [\text{F}]$ を求めよ.

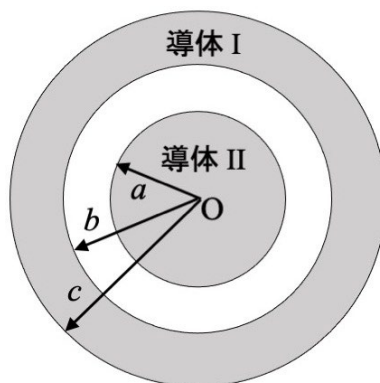
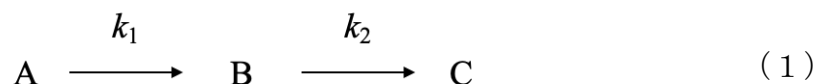


図 1

【 化学－ 1 】

以下の文章を読んで、以下の問に答えよ．ただし、物質 X のモル濃度を $[X]$ $[\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}]$ 、各素反応の反応速度定数を k_i ($i=1, 2$) $[\text{s}^{-1}]$ 、時間を t $[\text{s}]$ で表すこととする．

問 1 原料 A が反応中間体 B を経て生成物 C を与える逐次反応について考える．なお、反応開始時には原料 A のみが存在し、その濃度を $[A]_0$ $[\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}]$ とする．また、 $k_1 \neq k_2$ とする．



(a) 各素反応がいずれも 1 次反応の場合、各物質の反応速度式 (ア) ～ (ウ) を示せ．

$$\frac{d[A]}{dt} = (\quad \text{ア} \quad) \quad (2)$$

$$\frac{d[B]}{dt} = (\quad \text{イ} \quad) \quad (3)$$

$$\frac{d[C]}{dt} = (\quad \text{ウ} \quad) \quad (4)$$

(b) 反応中間体 B の濃度 $[B]$ $[\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}]$ の時間変化は式 (6) で表される．原料 A および生成物 C に対して、式 (5) および (7) で表されるそれぞれの濃度の時間変化について、(エ) および (オ) に入る式を求めよ．ただし、物質収支に関する式 (8) が成り立つとする．

$$[A] = (\quad \text{エ} \quad) \times [A]_0 \quad (5)$$

$$[B] = \frac{k_1}{k_2 - k_1} \left[\exp(-k_1 t) - \exp(-k_2 t) \right] \times [A]_0 \quad (6)$$

$$[C] = (\quad \text{オ} \quad) \times [A]_0 \quad (7)$$

$$[A]_0 = [A] + [B] + [C] \quad (8)$$

(c) 反応中間体 B が有用な目的物である場合、その濃度は反応初期に増大し、極大を経て低下する．このとき、反応中間体 B の濃度が最大になる時間 t_{Bmax} $[\text{s}]$ を求めよ．

(次ページに続く)

- (d) 反応中間体 B に関して，定常状態近似を適用できるとする．このときの生成物 C の濃度が式（9）で表されることを導け．

$$[C] = [1 - \exp(-k_1 t)] \times [A]_0 \quad (9)$$

- 問2 反応速度定数 k_1 および k_2 が等しい場合，反応中間体 B の濃度 $[B]$ $[\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}]$ は式（10）で表される．反応中間体 B の濃度が最大になる時間 t_{Bmax} $[\text{s}]$ および最大濃度 $[B]_{\text{max}}$ $[\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}]$ をそれぞれ求めよ．

$$[B] = k_1 t \exp(-k_1 t) \times [A]_0 \quad (10)$$

【 化学－ 2 】

以下の問に答えよ．ただし，気体の圧力を P ，体積を V ，温度を T ，モル数を n ，気体 1 粒子の質量を m とする．

必要ならば次の数値を用いよ．気体定数 $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，ヘリウムのモル質量 $4.00 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{mol}^{-1}$ および 2, 7 の平方根をそれぞれ 1.41, 2.65 とする．解答の計算値は有効数字 3 桁で示すこと．

問 1 気体分子運動論から導き出された理想気体の法則として，(a)ボイル (Boyle) の法則，(b) シャルル (Charles) の法則，(c) アボガドロ (Avogadro) の法則，(d) ドルトン (Dalton) の法則などがある．(a) から (d) について，法則を表す式を記述し説明せよ．

問 2 理想気体粒子の平均運動エネルギーが気体の絶対温度に比例することとする．

(a) 気体 1 mol の運動エネルギー E_K を式で表せ．

(b) アボガドロ数を N_A として，1 粒子の根二乗平均速度を表す式を示せ．

(c) ヘリウム原子の根二乗平均速度が $1.37 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ のときの温度 T を求めよ．

問 3 気体分子が衝突なしに小さな孔から真空中へ逃げ出す速度 v (噴散速度) に関してグラハム (Graham) の法則が知られている．

(a) グラハムの法則を表す式を記述し説明せよ．

(b) グラハムの法則を用いて，ヘリウム He ，メタン CH_4 および酸素 O_2 の噴散速度は，窒素 N_2 の噴散速度のそれぞれ何倍になるかを書け．

【 材料化学－１ 】

二元系溶体 A-B について以下の問に答えよ．ただし A, B のモル分率はそれぞれ X_A , X_B とする．

- 問 1 成分 A, B の部分モルギブズ (Gibbs) エネルギーをそれぞれ $\bar{G}_A$, $\bar{G}_B$ とするとき, この溶体の 1 モル当たりのギブズエネルギー G を書け．
- 問 2 ギブズ・デュヘム (Gibbs-Duhem) 式を書け．
- 問 3 成分 B の部分モルギブズエネルギー $\bar{G}_B$ を G および X_B を用いて書け．
- 問 4 成分 B の活量 a_B を, B の活量係数 γ_B を用いて書け．
- 問 5 純粋な B のモルギブズエネルギーを G_B° と表記するとき, B の活量 a_B を書け．ただし気体定数を R , 絶対温度を T とする．
- 問 6 溶体生成における B の部分モルギブズエネルギー変化 $\Delta\bar{G}_B$ を, G_B° と $\bar{G}_B$ を用いて書け．
- 問 7 理想溶体の定義を説明せよ．
- 問 8 理想溶体における $\Delta\bar{G}_B$ を X_B を用いて書け．
- 問 9 実在の溶液と理想溶体の違いを説明せよ．また, その主要な理由を述べよ．

【 材料化学－ 2 】

25°C ($T = 298 \text{ K}$)において, 2 価の Pb イオンの希薄水溶液 ($\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$) 中で, 固体の純鉛 ($\text{Pb}(\text{s})$) と純粋な酸化鉛 ($\text{PbO}(\text{s})$) が平衡となる条件 (電位と pH) を求めたい. 希薄水溶液中の Pb^{2+} と H^+ の濃度 [$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$] をそれぞれ $[\text{Pb}^{2+}]$, $[\text{H}^+]$ と表し, 各活量 $a(\text{Pb}^{2+})$, $a(\text{H}^+)$ は各イオンの濃度と等しいとみなせるとする. $[\text{Pb}^{2+}]$ が $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ であるとき, 以下の間に答えよ.

必要に応じて以下の値や, 298 K における標準生成ギブズ (Gibbs) エネルギー ΔG_f° (標準圧力 1 atm, 標準濃度 $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) を用いよ. 有効数字は 2 桁とする.

気体定数 $R = 8.3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, ファラデー (Faraday) 定数 $F = 9.7 \times 10^4 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$,

$RT = 2.5 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$, $RT/F = 2.5 \times 10^{-2} \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$, $\ln 10 = 2.3$.

ΔG_f° [$\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$]

$\text{PbO}(\text{s})$	-190
$\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$	-24.0
$\text{H}_2\text{O}(\ell)$	-240

問 1 希薄水溶液中で Pb^{2+} が Pb と平衡にあるときのイオン反応式を示せ.

問 2 問 1 の平衡反応によって生じる電位 (平衡電位) を求めよ.

問 3 希薄水溶液中で PbO , Pb, および H^+ が平衡状態にあるときのイオン反応式を示せ.

問 4 問 3 の平衡状態のときに生じる電位 E を水素イオンの濃度 $[\text{H}^+]$ を用いて表せ.

問 5 問 4 で求めた関係式を用いて, 希薄水溶液の pH を算出せよ.

問 6 図 1 は本設問のデータに基づいて表記した $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Pb}(\text{s})$, および $\text{PbO}(\text{s})$ の 3 相に関する 電位-pH 図である. 図中の領域 A, B, C に対応する化学種を表記せよ. また, A と B の境界の pH と, A と C の境界の電位の値を書け.

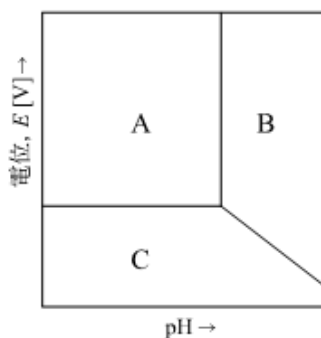


図 1 $\text{Pb}^{2+}(\text{aq})$, $\text{Pb}(\text{s})$, $\text{PbO}(\text{s})$ の電位-pH 図

【 材料物性－ 1 】

以下の問に答えよ．

問1 図1に示すように，面積 S の二枚の平板電極 A および B を距離 d で平行に配置し，その間を比誘電率 ϵ_r の誘電体で満たして平行平板コンデンサを作り，平板電極間に電圧 V を与え，十分な時間保持した．ただし，配線の電気抵抗は無視できるものとし，真空の誘電率は ϵ_0 とする．次の値を，前述で定義した物理量から必要なものを用いて表せ．

- (a) 平行平板コンデンサの静電容量 C
- (b) A, B の各平行平板電極に蓄積された電荷 Q_A, Q_B
- (c) A, B の各平行平板電極上の電気変位の大きさ D_A, D_B
- (d) 挿入した誘電体の分極 P

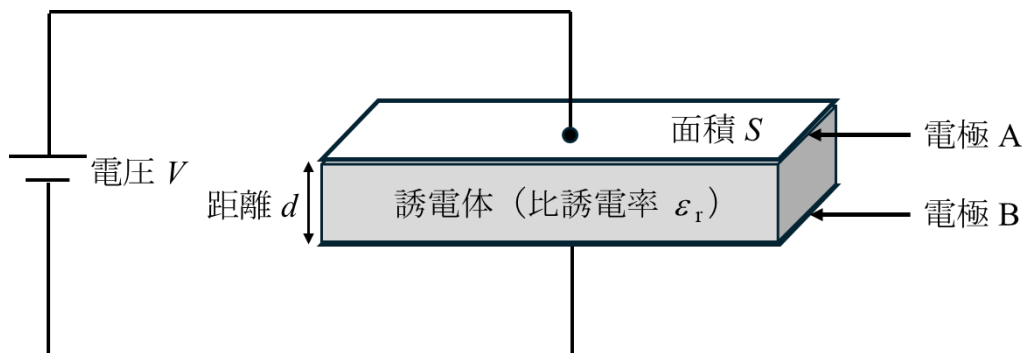


図1 平行平板コンデンサの構成図

- 問2 チタン酸バリウム (BaTiO_3) は室温近傍で強誘電性を有する．解答用紙に単位胞を描き，これを用いて強誘電性を発現する理由を説明せよ．
- 問3 交流電場下で用いられる誘電体は，印加電場の周波数によって，その比誘電率が変化する．その理由を分極の種類に着目して説明せよ．

【材料物性－２】

以下の問に答えよ．

問１ カーケンドール（ Kirkendall ）効果に関する以下の説明の空白（ ア ）～（ カ ）に入る適切な言葉や数字などを記せ．

Cu-30mass%Zn 合金角材の表面にマーカーとして Mo 細線を巻き付け，その上から Cu を厚く電着して拡散熱処理したところ， Mo 細線は Cu 側と Cu-30mass%Zn 側のうち，（ ア ）側に移動していた．また， Mo 細線の移動距離は時間の（ イ ）乗に比例していた．このことは，（ ウ ）が（ エ ）より速く拡散したことを意味している．拡散が（ オ ）機構である場合， Mo 細線はほとんど移動しないはずであり，上記の結果は拡散が（ カ ）機構により起こっていることを示している．

問２ 固体の純金属における空孔に関する以下の問に答えよ．

(a) 絶対温度 T において， N 個の原子からなる完全結晶中に n 個の空孔が導入されたときのギブズ（ Gibbs ）エネルギー変化 ΔG を表す式を導出せよ．スターリング（ Stirling ）の近似式 $\ln x! \doteq x \ln x - x$ を用いること．なお，空孔形成エネルギー（ 1 個あたり）を ΔE_f とし，空孔による体積変化や振動のエントロピーの変化は無視できるものとする．ボルツマン定数は k とする．

(b) (a)の解答を使って熱平衡空孔濃度 C_v を表す式を導出せよ．

問３ 単純立方格子の格子点にある原子が，隣接する任意の格子点に等確率でジャンプする過程を考える．ジャンプ距離を λ ，ジャンプ頻度を ν ，ジャンプの活性化エネルギーを ΔE_m とする．ボルツマン定数は k とする．

(a) 濃度を c とし， $\langle 100 \rangle$ （ x 軸）に垂直な隣接する 2 つの $\{100\}$ 格子面間の流束の式を λ と ν を用いて表せ．導出過程も示すこと．

(b) (a) で得られた式をフィック（ Fick ）の第 1 法則の式と比較することで，拡散係数 D と λ ， ν の関係式を示せ．さらに， ν が前指数因子 ν_0 のアレニウス（ Arrhenius ）型で表されることを使ってこの関係式を書き換えよ．

問４ 問 1 から問 3 の解答をふまえて拡散の活性化エネルギーの中身を説明せよ．

【 材料加工－ 1 】

図 1 に示すように，炭素鋼製の無限平板に，遠方より繰り返し応力（応力範囲 $\Delta\sigma$ ，応力比 $R = -1$ ）が負荷されており，非破壊検査で長さ $2a_0$ の貫通き裂が発見された．ただし，この材料の下限界応力拡大係数範囲は ΔK_{th} ，破壊じん性は K_{IC} である．このとき，以下の問に答えよ．ただし，円周率 π は残してよい．

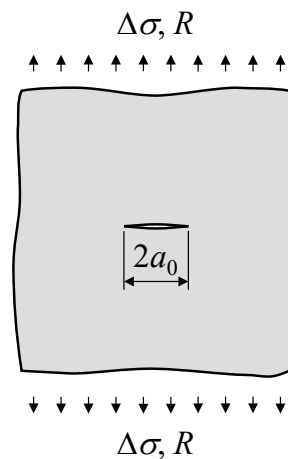


図 1 貫通き裂を有する無限平板

- 問 1 最大応力 σ_{max} と最小応力 σ_{min} を $\Delta\sigma$ を用いて表せ．
- 問 2 き裂先端に負荷される応力拡大係数範囲 ΔK を， $\Delta\sigma$ ， a_0 ， ΔK_{th} ， K_{IC} の中から必要なものを用いて表せ．
- 問 3 き裂が進展せず停留する最大の応力範囲 $\Delta\sigma_{th}$ を， $\Delta\sigma$ ， a_0 ， ΔK_{th} ， K_{IC} の中から必要なものを用いて表せ．
- 問 4 不安定破壊する最小のき裂長さ $2a_F$ を， $\Delta\sigma$ ， a_0 ， ΔK_{th} ， K_{IC} の中から必要なものを用いて表せ．
- 問 5 き裂の進展速度が以下のパリス則（Paris' law）に従うと考える．

$$\frac{da}{dn} = C(\Delta K)^m$$

ここで， a はき裂の半分の長さ， n は疲労繰り返し数， C ， m は材料定数である．このとき，不安定破壊するまでの繰り返し数 n_F を， $\Delta\sigma$ ， a_0 ， ΔK_{th} ， K_{IC} ， C ， m の中から必要なものを用いて表せ．ただし，この材料のパリス則は，初期き裂長さ $2a_0$ から不安定破壊するき裂長さ $2a_F$ まで成り立つとする．

（次ページに続く）

問 6 非破壊検査ではき裂長さのサイジングにおいて，様々な要因で計測誤差が生じる．超音波法を用いて，溶接部に発生したき裂をサイジングする場合について，考えられる計測誤差要因を 1 つ挙げて説明し，その計測誤差が構造物の維持管理に与える影響について述べよ．

【 材料加工－ 2 】

剛塑性体の材料に、応力テンソルが直交座標系で $\sigma_{xx} = 25 \text{ MPa}$, $\sigma_{yy} = 4 \text{ MPa}$, $\tau_{xy} = 10 \text{ MPa}$, $\sigma_{zz} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0 \text{ MPa}$ で与えられる応力が作用している．以下の問に答えよ．

問 1 主応力とその方向を求めよ．

問 2 この材料の降伏応力が 20 MPa である．与えられた応力条件で降伏しているかどうかを判断せよ．

問 3 この材料は、レビー・ミーゼス (Lévy-Mises) の式に従って変形する．与えられた応力条件で x 軸方向の垂直ひずみ増分は $d\varepsilon_{xx} = 0.46$ であった． $d\varepsilon_{yy}$, $d\varepsilon_{zz}$, $d\varepsilon_{xy}$, $d\varepsilon_{yz}$, $d\varepsilon_{zx}$ の値を求めよ．ただし、レビー・ミーゼスの式は次式で与えられる．

$$\frac{d\varepsilon_{xx}}{\sigma'_{xx}} = \frac{d\varepsilon_{yy}}{\sigma'_{yy}} = \frac{d\varepsilon_{zz}}{\sigma'_{zz}} = \frac{d\varepsilon_{xy}}{\tau_{xy}} = \frac{d\varepsilon_{yz}}{\tau_{yz}} = \frac{d\varepsilon_{zx}}{\tau_{zx}} = d\lambda$$

ここで σ'_{xx} , σ'_{yy} , σ'_{zz} , τ_{xy} , τ_{yz} , τ_{zx} は直交座標における偏差応力テンソル成分, $d\varepsilon_{xx}$, $d\varepsilon_{yy}$, $d\varepsilon_{zz}$, $d\varepsilon_{xy}$, $d\varepsilon_{yz}$, $d\varepsilon_{zx}$ は直交座標におけるひずみ増分テンソル成分, $d\lambda$ は未定定数とする．