

2025(令和 7)年度

地球惑星科学専攻 大学院修士課程入学試験

試 験 問 題

基 礎 科 目

1. 解答始めのアナウンスがあるまで、筆記用具を持たないこと。また、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は2時間。
3. 試験終了時刻前の退出は不可。
4. 問題冊子は、表紙を含めて24頁。
5. 問題1～7の7題のうちから2題を選択して解答すること。
6. 解答は、問題毎にそれぞれ別の解答用紙に記入すること。
それぞれの解答用紙の上部の所定欄に、受験番号、氏名、問題番号(1～7)を記入すること。
7. 解答用紙が不足する場合には、解答用紙裏面に解答を続けて記入してよい。
その場合は解答が続くことを明示すること。追加の解答用紙を希望する場合は、試験時間中に挙手し、監督者に申し出ること。
8. 解答用紙は、白紙の場合も、すべてを提出すること。
9. 黒鉛筆または黒い芯のシャープペンシルを使用すること。
10. 時計類、定規類、電卓類の持ち込みは禁止。
11. 解答は日本語で行うこと。

1. Do not have a pencil in your hand and do not turn the cover page before you are told to begin the examination.
2. The examination takes two hours.
3. You may not leave the hall before the end of the examination.
4. The examination booklet has 24 pages including the cover page.
5. From Question 1–7 choose two questions to answer.
6. Use a separate answer sheet for each question.
Write your examination ID, name and the question number (1–7) in the designated columns at the top of the answer sheets.
7. You may continue your answer on the back side of the answer sheet by clearly stating so on the front side. If needed, ask an examiner for additional sheets by raising your hand.
8. Submit all the answer sheets including any blank ones.
9. Use a black pencil or an automatic pencil in black.
10. You may not bring watches, rulers, or calculators.
11. Answers should be given in Japanese.

基礎科目（問題 1）

以下の問 [1] ～ [5] に答えよ．導出過程も示すこと．

- [1] 領域 $D = \{(x, y) \mid x + y \leq 1, x \geq 0, y \geq 0\}$ において，次の 2 重積分を求めよ．

$$\iint_D (x^2 + y^2) dx dy$$

- [2] xyz 直交座標系において，円柱 $x^2 + y^2 \leq 1, 0 \leq z \leq 1$ の全表面を S としたとき，この閉曲面 S 上におけるベクトル場 $\mathbf{A} = (x, -y, z^3 - 1)$ の面積分

$$\iint_S \mathbf{A} \cdot \mathbf{n} dS$$

を求めよ．ただし， $\mathbf{n}$ は閉曲面 S の各点における単位法線ベクトルで，円柱の外側を向くものとする．

- [3] 次の連立微分方程式

$$\begin{cases} \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + 2x(t) - y(t) = 0 \\ \frac{d^2 y(t)}{dt^2} - x(t) + 2y(t) = 0 \end{cases}$$

を，以下の条件のもとで解け．

$$\begin{aligned} x(0) &= 1, & y(0) &= 0 \\ \frac{dx}{dt}\bigg|_{t=0} &= 0, & \frac{dy}{dt}\bigg|_{t=0} &= 0 \end{aligned}$$

- [4] 以下の行列 $\mathbf{A}$ が， $\mathbf{A} = \mathbf{U}\mathbf{\Sigma}\mathbf{V}^T$ のように変形できるものとする．ただし，行列 $\mathbf{U}$ は 3 次の直交行列，行列 $\mathbf{V}$ は 2 次の直交行列であり，上添え字の T は行列の転置を表す．また，行列 $\mathbf{\Sigma}$ は以下のように定義される行列であり， σ_1 と σ_2 は， $\sigma_1 \geq \sigma_2 > 0$ の関係を満たす実数とする．このとき， σ_1 と σ_2 の値を求めよ．

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 3 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{\Sigma} = \begin{pmatrix} \sigma_1 & 0 \\ 0 & \sigma_2 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

（問題 1 次ページに続く）

[5] 関数 $f(t)$ のフーリエ変換は, $i = \sqrt{-1}$ として,

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt$$

と定義されるものとする. このとき, 以下の小問 (1), (2) に答えよ.

(1) 次の関数 $G(\omega)$ のフーリエ逆変換を計算せよ. ただし, π は円周率である.

$$G(\omega) = e^{-\pi|\omega|}$$

(2) (1) の結果を用いて次の積分を計算せよ.

$$\int_0^{\infty} \frac{\cos x}{x^2 + \pi^2} dx$$

(問題 1 終わり)

基礎科目（問題 2）

以下の問 [1] ～ [3] に答えよ．導出過程も示すこと．

- [1] 一定の加速度 a で直線の線路を走っている列車がある．ある地点を，その前端は速さ u ，後端は速さ v で通過したとする．この列車の中央がこの地点を通過した時の速さを求めよ．なお，列車の長さは走行中に変わらないものとする．

- [2] 図 1 のように，彗星 C が太陽 S を 1 つの焦点とする楕円軌道を公転している．その軌道の長半径を a ，離心率を $e = \overline{OS}/\overline{OP}$ とする．ここで， O は楕円の中心， P は近日点， Q は遠日点を表す．このとき，下の小問 (1)，(2) に答えよ．

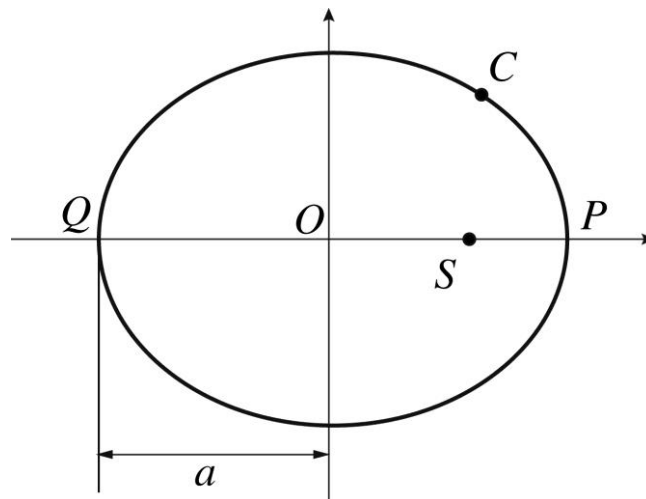


図 1

- (1) 彗星 C の，近日点通過時の速さ V_P と遠日点通過時の速さ V_Q の間の比 V_P/V_Q を e を用いて表せ．
- (2) (1) の結果を用いて，軌道の離心率 $e = 0.967$ である彗星について，近日点通過時と遠日点通過時の速さの比 V_P/V_Q を有効数字 2 桁で求めよ．

(問題 2 次ページに続く)

- [3] 力がポテンシャルから導かれる場合について考える．質点系の運動エネルギーを T ，位置エネルギーを U とするとき， $L \equiv T - U$ で定義される量 L を考える．質点系の座標を $\mathbf{q} = (q_1, q_2, q_3, \dots, q_i, \dots)$ で表すとき

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0 \quad (\text{A})$$

により，運動方程式を導出することができる．ここで， t は時間， $\dot{q}_i$ のドットは時間微分を表している．以下の振り子の問題では，糸にたるみは無いものとし，重力加速度 g は一定とする．糸の質量と空気抵抗は無視する．

まず，図2のような単振り子から成る系を考える．糸の長さは l ，質点の質量は m とする．質点は鉛直面内を運動し，糸が鉛直軸となす角度を θ とする．下の小問(1)～(3)に答えよ． $m, l, \theta, \dot{\theta}, \ddot{\theta}, g$ のうち，必要なものを用いて良い．

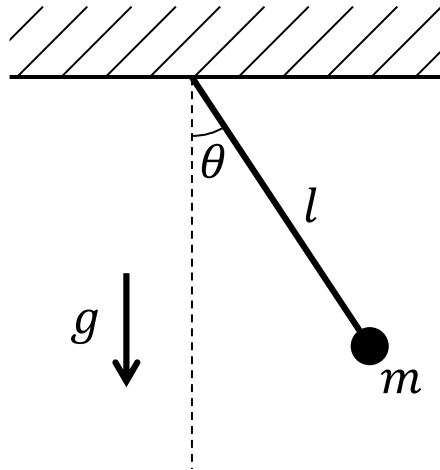


図2

- (1) この系の運動エネルギー T を求めよ．
- (2) $\theta = 0$ の状態を基準として，この系の位置エネルギー U を求めよ．
- (3) 式(A)を利用して，この系の θ に関する運動方程式を求めよ．また， θ が十分小さいとき，この系の固有振動数を求めよ．

(問題2 次ページに続く)

次に，図3のような二重振り子から成る系を考える．2本の糸の長さ l は等しく，上の質点の質量は m_1 ，下の質点の質量は m_2 とする．質点は鉛直面内を運動し，上下の質点の糸が鉛直軸と作る角度を θ_1 ， θ_2 とする．下の小問（4）～（7）に答えよ． m_1 ， m_2 ， l ， θ_1 ， θ_2 ， $\dot{\theta}_1$ ， $\dot{\theta}_2$ ， $\ddot{\theta}_1$ ， $\ddot{\theta}_2$ ， g のうち，必要なものを用いて良い．

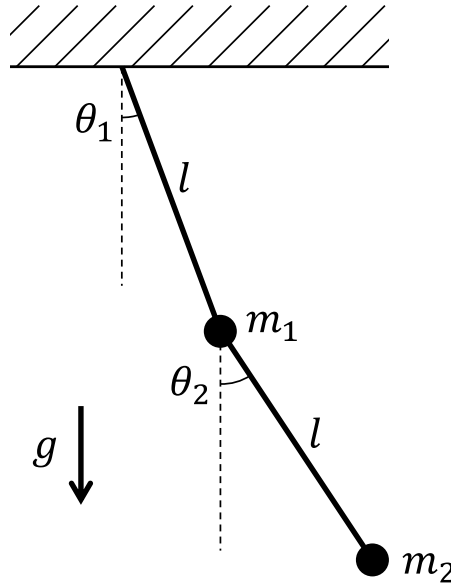


図3

- （4） この系の運動エネルギー T を求めよ．
- （5） $\theta_1 = 0$ ， $\theta_2 = 0$ の状態を基準として，この系の位置エネルギー U を求めよ．
- （6） 式(A)を利用して，この系の θ_1 ， θ_2 に関する運動方程式を求めよ．また， θ_1 ， θ_2 が十分小さいとき，この系の2つの振り子の固有振動数を求めよ．
- （7） θ_1 ， θ_2 が十分小さく，かつ， m_2 が m_1 に対して十分小さいとき，この系の2つの振り子の固有振動数はどうなるか説明せよ．

（問題2 終わり）

基礎科目（問題 3）

以下の問 [1] ～ [3] に答えよ．導出過程も示すこと．

[1] 以下の小問 (1) ～ (3) に答えよ．なお，真空中を考え，誘電率は ϵ_0 とする．

- (1) 半径 a の円周上に線密度 ρ で一様に電荷が分布しているとする．この円の中心を通る円に垂直な直線上にあり，円の中心からの距離が x である位置において，この円周上の電荷が作る静電ポテンシャルを求めよ．
- (2) 半径 a の円板上に面密度 σ で一様に電荷が分布しているとする．この円板の中心を通る円板に垂直な直線上にあり，円板の中心からの距離が x である位置において，この円板上の電荷が作る電場の大きさを求めよ．
- (3) 面密度 σ で一様に電荷が分布している無限平面があるとする．この平面からの距離が x である位置において，この無限平面上の電荷が作る電場の大きさを求めよ．

(問題 3 次ページに続く)

[2] 図1のように、有限の抵抗値 R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 を持つ5つの抵抗が接続された回路に、起電力 E ($E \neq 0$) がかけられている。それぞれの抵抗に流れる電流を、図1に示した矢印の方向を正として I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 とする。この5つの抵抗以外、回路上の抵抗は無視できるものとして、以下の小問(1)～(3)に答えよ。

(1) 図1の閉回路 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$ にキルヒホッフの第二法則を適用し、 $R_1, I_1, R_2, I_2, R_5, I_5$ の間に成り立つ関係を式で表せ。

(2) $I_5 = 0$ のときに、 R_1, R_2, R_3, R_4 の間に成り立つ関係を式で表せ。

(3) (2)の関係が成り立つとき、抵抗に発生するジュール熱の総和を、 R_1, R_2, R_3, R_4, E を用いて表せ。

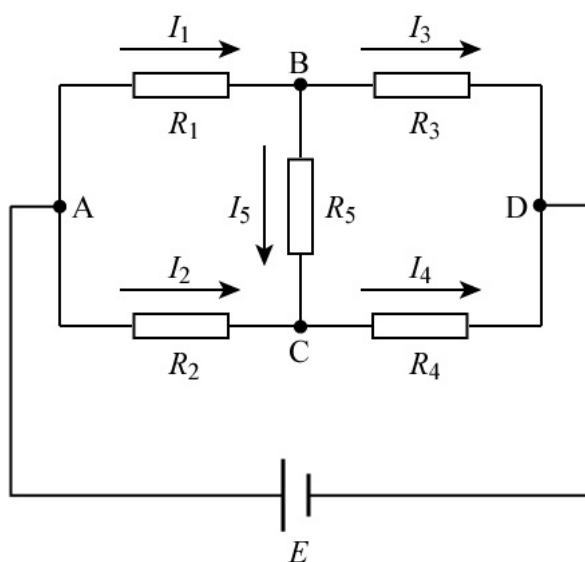


図1

(問題3 次ページに続く)

- [3] xyz 直交座標系において，磁束密度 $\vec{B} = (0, 0, B_0)$ ($B_0 \neq 0$) で与えられる一様な静磁場と，一様な静電場 $\vec{E} = (0, E_0, 0)$ が存在する空間を考える．電気量 q ，質量 m の質点とみなせる粒子が，時刻 $t = 0$ に原点 O から初速 v_0 で xy 平面内に射出されるとき，粒子の運動について以下の小問 (1)，(2) に答えよ．粒子は，ここで与えられた磁場および電場以外の力は受けていないものとする．

(1) 粒子の運動方程式を x 方向および y 方向それぞれについて表せ．

(2) (1) の運動方程式を解くことにより，時刻 $t = 0$ から 1 サイクロトロン周期が経過したときの粒子の位置を計算せよ．また，その位置は，初速 v_0 や xy 平面内への射出方向によらず一点になることを示せ．

(問題 3 終わり)

基礎科目（問題 4）

以下の問 [1], [2] に答えよ.

[1] 以下の小問 (1) ~ (6) に答えよ.

(1) ハロゲン化水素 (HF, HCl, HBr, HI) の水溶液について, 酸としての強さの順を答えよ. そのように判断した理由も答えよ.

(2) NH_3 分子の H-N-H 結合角は, H_2O 分子の H-O-H 結合角よりも大きい. その理由を説明せよ.

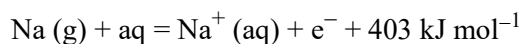
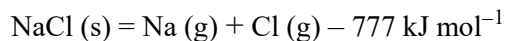
(3) $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ の硝酸銀水溶液 1 L と, $2.0 \times 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$ の塩化ナトリウム水溶液 1 L を混合した場合, 塩化銀の沈殿が生じるか. 理由も含めて答えよ. ただし, この実験における塩化銀の溶解度積を $1.7 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$ とする.

(4) 気体 A と気体 B が反応すると, 次の化学反応式により気体 C を生じる.



はじめに $x \text{ mol}$ の A と $x \text{ mol}$ の B を容積 $V \text{ L}$ の容器に封入し, 温度を 300 K に保ったところ, 反応は起こらず, 容器内の全圧は $P \text{ atm}$ であった. その後, 温度を 900 K に上げたところ反応が進行し, 平衡に達したときの全圧は $2P \text{ atm}$ であった. このとき, 生じた気体 C は何 mol か答えよ. 導出過程も記せ. なお, すべての気体は理想気体とし, 容器の容積は温度が変わっても変化しないものとする.

(5) 次の熱化学方程式について, 下の問 (i) および (ii) に答えよ.



(i) NaCl (s) の溶解熱を求めよ. 単位も記すこと.

(ii) NaCl (s) が水に溶ける反応は吸熱反応であるが, 室温程度の水であれば, 外部から熱を加えなくても, 水溶液が飽和するまでは NaCl (s) は自発的に溶けていく. この理由を簡潔に説明せよ.

(問題 4 次ページに続く)

- (6) 一次反応の例として放射性核種の壊変がある．放射性核種である ^{40}K は，ベータ壊変により ^{40}Ca ，電子捕獲により ^{40}Ar へ壊変する．ベータ壊変の反応速度定数（壊変定数）が k_1 ，電子捕獲の反応速度定数（壊変定数）が k_2 であるとき， ^{40}K の半減期を k_1 と k_2 を用いて表せ．導出過程も記せ．

[2] 次の文章を読み，下の小問 (1) ～ (5) に答えよ．

図1は， H_2 分子を用いた室内実験で観測された，バルマー (Balmer) 系列とよばれる H 原子の発光スペクトルを，可視域について模式的に示したものである．数値は発光スペクトルの波長であり，波長の長い方から順番に α ， β ， γ ， δ の呼称がついている．波長 λ は，式①に示すリュードベリ (Rydberg) の式で与えられることが知られている．ただし， n, m は整数であり ($n < m$)， R はリュードベリ定数である．

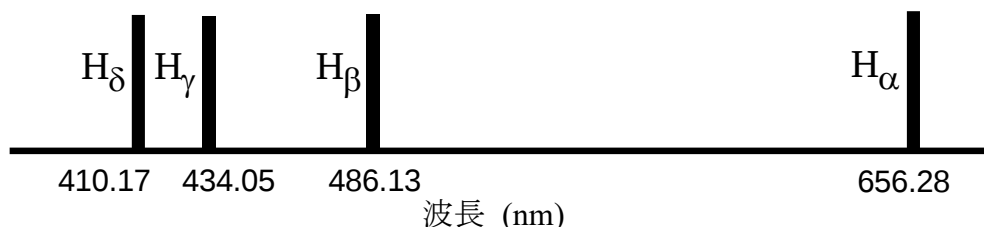


図1

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad \cdots \textcircled{1}$$

- (1) バルマー系列は，電子が主量子数 2 の軌道へ，異なる主量子数の軌道から遷移するときの発光に因るものである． α ， β ， γ ， δ の発光を与える (n, m) の組み合わせを記せ．
- (2) 図1を用いてリュードベリ定数を実験的に決めると，以下の (あ) ～ (う) のどれに最も近いかな．
 (あ) $1.10 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$ (い) $1.10 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ (う) $1.10 \times 10^8 \text{ m}^{-1}$
- (3) H 原子のイオン化エネルギーを求めよ．単位も記すこと．ただし，プランク (Planck) 定数を $6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ，光速を $3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ とする．

(問題4 次ページに続く)

(4) H 原子の同位体である D 原子のイオン化エネルギーについて、正しい説明を以下の選択肢 (ア) ~ (エ) から 1 つ選べ.

(ア) H 原子のイオン化エネルギーよりもわずかに小さい.

(イ) H 原子のイオン化エネルギーよりもわずかに大きい.

(ウ) H 原子のイオン化エネルギーの 2 倍である.

(エ) H 原子のイオン化エネルギーの $1/\sqrt{2}$ 倍である.

(5) 地球から太陽光の可視域の連続スペクトルを観測すると、ところどころに不連続に暗線が現れる. この暗線はフラウンホーファー (Fraunhofer) 線とよばれており、バルマー系列も含まれている. このことから、太陽の上層大気には H 原子が存在していることがわかる. 太陽光のフラウンホーファー線中に現れるバルマー系列の波長は、太陽面上の測定点や測定時刻によって、図 1 に示した波長よりも微かに短波長側もしくは長波長側へずれていることがある. この理由を簡潔に説明せよ.

(問題 4 終わり)

基礎科目（問題 5）

以下の問〔1〕～〔3〕に答えよ。

〔1〕 次の文章を読み、小問（1）～（4）に答えよ。

トランスフォーム断層は横ずれ型のプレート境界である。 ア のプレート境界である中央海嶺中軸部において、トランスフォーム断層に沿って海嶺軸の連なりにずれが生じている様子が良く知られている。この場合中央海嶺は、その終端においてトランスフォーム断層に変化している。 イ のプレート境界である海溝が、トランスフォーム断層に変化する例も知られている。例えばニュージーランド北島の東側に沿って発達する海溝（Hikurangi 海溝）は、ニュージーランド南島の西海岸に沿って発達する トランスフォーム断層（Alpine 断層） を経て、同南島の南側で再び海溝（Puysegur 海溝）に連続する。

（1） 空欄 ア ， イ に入る適切な語を、以下の語群からそれぞれ選べ。

【語群】 収束型， 衝突型， 発散型

（2） 図 1 は海嶺とトランスフォーム断層の模式図である。このトランスフォーム断層は右横ずれ、左横ずれのいずれであるかを答えよ。

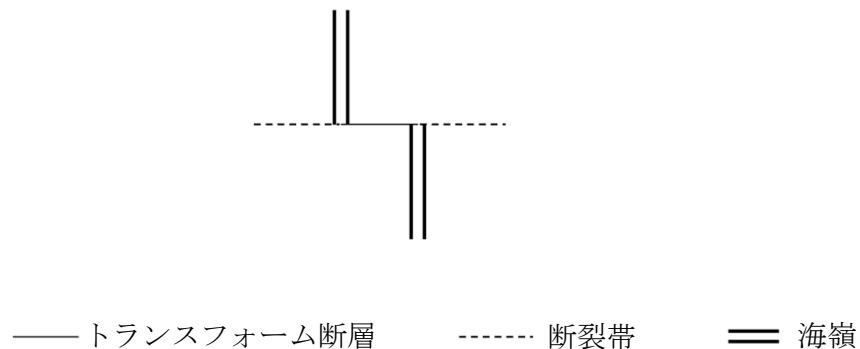


図 1

（問題 5 次ページに続く）

- (3) 図2(a)～(c) はすべて海溝どうしをつなぐトランスフォーム断層を示したものである。それぞれの場合において、時間の経過とともにトランスフォーム断層の長さはどのように変化すると予想されるか。長さ変化の特徴を簡潔に述べよ。プレート間の相対運動速度は変化しないものとする。

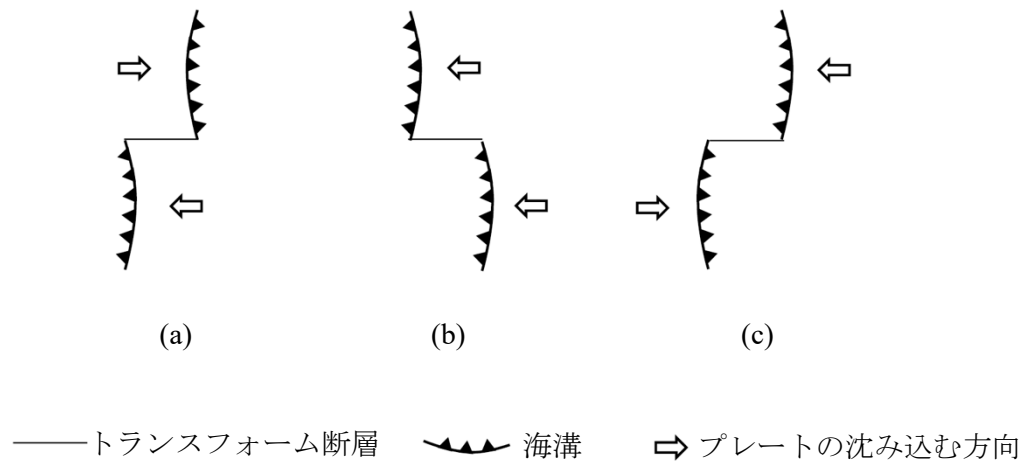


図 2

- (4) 下線部の Alpine 断層は右横ずれ断層である。海溝をつなぐ Alpine 断層は、図2に示したタイプのどれに相当すると考えられるか、選んで記号を記せ。

(問題5 次ページに続く)

[2] 次の文章を読み、小問（１），（２）に答えよ。

中央海嶺で形成したリソスフェアは、海洋底の拡大によって移動しながら時間の経過とともに冷却し、その厚さが増大する。今、リソスフェア内部の温度 T と深さについて図 3 に示したような比例関係を仮定する。アセノスフェアの温度 T_M および密度 ρ_M は深さに依らず一定とする。

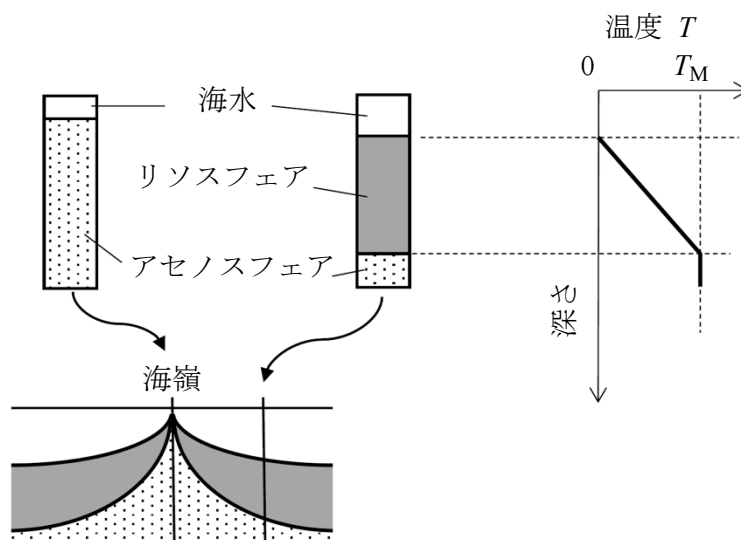


図 3

- (1) リソスフェア内部の任意の深さの密度 ρ_L とアセノスフェアの密度 ρ_M との差 $\rho_L - \rho_M$ は、温度 T の関数として $\rho_L - \rho_M = \rho_M \alpha (T_M - T)$ で表される。ここで、 α はリソスフェアの熱膨張係数である。リソスフェアの平均密度 $\bar{\rho}_L$ を ρ_M 、 α 、 T_M を用いて表せ。
- (2) リソスフェアの平均密度 $\bar{\rho}_L$ の値が $3.37 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ であるとき、リソスフェアの厚さが 100 km となる位置での水深 $h (\text{m})$ はいくらになるか。アイソスタシーが成立しているとして、有効数字 2 桁で求めよ。ただし、計算過程を示すこと。海水、アセノスフェアの密度をそれぞれ $1.03 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ 、 $3.30 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ とし、海嶺軸部での水深 $h_0 = 2.50 \times 10^3 \text{ m}$ とする。

(問題 5 次ページに続く)

[3] 断層の形成に関する次の文章を読み、下の小問（１）～（３）に答えよ。

完全に乾燥させた異方性のない岩石を用いて三つの主応力（ $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ）状態での三軸圧縮実験を行った。ただし、 $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ とする。岩石に破壊が生じ断層面が形成される瞬間において、断層面に作用する垂直応力 σ_n と剪断応力 τ_f の間には一般に $|\tau_f| = c + \sigma_n \tan \phi$ の関係が成り立つことが知られている。これをクーロンの破壊条件と呼ぶ。ここで c は粘着力、 ϕ は内部摩擦角である。

- （１）モールの応力円とクーロンの破壊条件を用いて、 $\sigma_1, \sigma_3, c, \phi$ から必要なものを使って、 σ_n と τ_f を求める式を示せ。解答には図を用いても良い。
- （２）モールの応力円とクーロンの破壊条件を用いて、共役断層の形成原因を説明せよ。説明には図を用いても良い。
- （３）図 4 (a)～(c) に示すそれぞれの応力状態で形成される断層の名称を答えよ。また、クーロンの破壊条件を用いて、 $\phi = 30^\circ$ の場合にそれぞれの断層について形成される断層面の傾斜角を求めよ。なお、断層は中間主応力 σ_2 軸を含む面内に形成されるものとする。また、応力は圧縮を正とし、図 4 において主応力は全て正であるものとする。なお、図 4 (a) の σ_1 軸、図 4 (b) の σ_3 軸、図 4 (c) の σ_2 軸はそれぞれ鉛直方向にあるものとする。

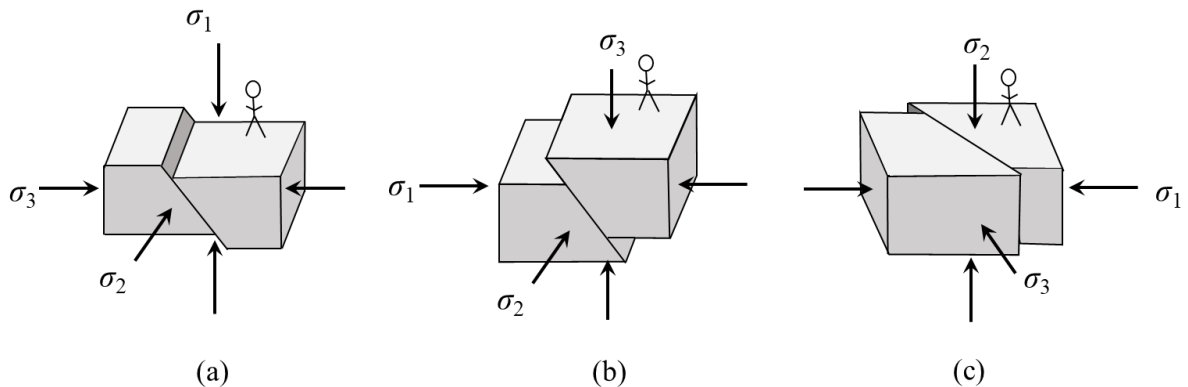


図 4

(問題 5 終わり)

基礎科目（問題 6）

以下の問 [1] ～ [4] に答えよ。

[1] 次の文章を読んで、下の小問（1）～（6）に答えよ。

天然のオリビン（カンラン石）のほとんどは、ア（Mg 端成分）と イ（Fe 端成分）を端成分とする固溶体である。オリビンの構造は、酸素イオンの近似的な六方最密パッキングが基礎となる。Si イオンは酸素イオンがつくる ウ 体の、Mg イオンや Fe イオンなどの M イオンは酸素イオンがつくる八面体の中心を占める。M イオンが占める席（サイト）には結晶学的に性質の異なる 2 種類の席があり、M1 席、M2 席とよばれる。M2 席が配位している八面体は、M1 席が配位している八面体に比べて大きく、ひずんだ形をしている。オリビンは エ 晶系、空間群 $Pbnm$ ($P 2_1/b 2_1/n 2_1/m$) である。

- （1） 空欄 ア ～ エ に入る適切な語句を答えよ。
- （2） Si イオン、M イオンは何個の酸素イオンと配位しているか答えよ。
- （3） オリビン中に Ca イオンが含まれることがある。この時、Ca イオンは M1 席、M2 席のどちらの席に入りやすいと考えられるか、その理由とともに答えよ。
- （4） 下線部に関して、以下の (i) ～ (iii) の対称要素について、それぞれ図を用いて説明せよ。
- (i) a 軸に対して垂直な b 映進面
- (ii) b 軸に対して垂直な n 映進面
- (iii) c 軸に平行な 2_1 らせん軸

（問題 6 次ページに続く）

- (5) 下線部に関して、以下の (i) ~ (iii) の対称要素について、消滅則をそれぞれ答えよ。

(i) a 軸に対して垂直な b 映進面

(ii) b 軸に対して垂直な n 映進面

(iii) c 軸に平行な 2_1 らせん軸

- (6) オリビンを実験結晶とし、(130) 面の面間距離 (d_{130}) が 0.277 nm (Mg 端成分) から 0.283 nm (Fe 端成分) まで、組成に対して直線的に変化するものとする。あるオリビンについて $\text{Cu K}\alpha$ 線を用いた X 線回折実験により、 d_{130} の回折線がブラッグ角 $\theta = 16.1^\circ$ の位置に現れた。このオリビンの化学組成を、Mg 端成分と Fe 端成分との比として、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、 $\text{Cu K}\alpha$ 線の波長を 0.154 nm, $\sin 16.1^\circ = 0.277$ とする。

[2] 以下の小問 (1), (2) に答えよ。必要ならば模式的な図を描いて説明してもよい。

- (1) 1 次および 2 次の相転移について、下記の語群の用語をすべて用いて、違いがわかるように説明せよ。

【語群】等温圧縮率、体積、ギブス自由エネルギー

- (2) ポーリングの第 2 規則（静電原子価則）とはどのような規則か。岩塩 (NaCl) の構造を例にして説明せよ。

(問題 6 次ページに続く)

- [3] 図1は固溶体をつくらないA-B2成分系に鉱物 α , β が存在する場合の圧力一定の相図である. 下の小問(1)~(3)に答えよ. 温度は $T_0 < T_1 < T_2 < T_3 < T_4$ とする.

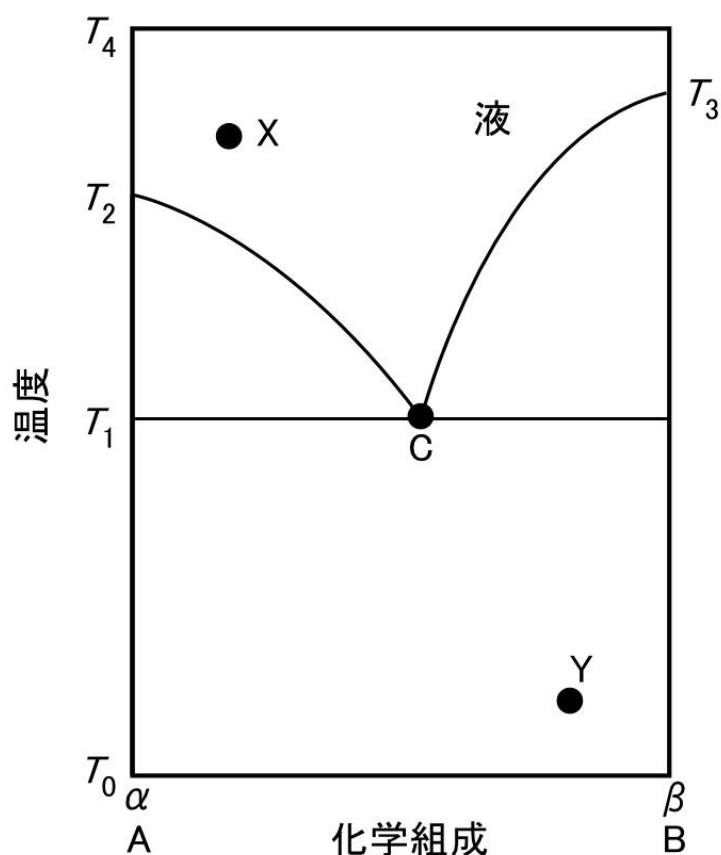


図1

- (1) 点Cをさす術語は何か答えよ. また, 点Cにおける自由度の求め方をギブスの相律を明示して説明せよ.
- (2) 点Xで表される組成の液が, 温度 T_0 まで各温度で化学平衡を保ちながら冷却する場合の平衡結晶作用を考える. このとき, この液はどのような結晶化プロセスをたどるか. 液および固相それぞれの, 組成および量の変化がわかるように説明せよ. 図1の必要な箇所を解答用紙に描き写し, それを用いて説明せよ.
- (3) 点Yで表される化学組成の固体物質が, 温度 T_3 まで各温度で化学平衡を保ちながらゆっくり加熱され, 融解していく過程を考える. できた液は系からすぐに取り去られるとすると, この物質はどのような融解過程をたどるか. 液の組成変化経路がわかるように説明せよ. 図1の必要な箇所を解答用紙に描き写し, それを用いて説明せよ.

(問題6 次ページに続く)

[4] ある泥質片麻岩を偏光顕微鏡で観察したところ、主要構成鉱物は、石英、斜長石、カリ長石、ザクロ石、黒雲母、藍晶石であり、副成分鉱物は、ジルコンとイルメナイトであった。以下の小問（1）～（4）に答えよ。

（1） 観察された主要構成鉱物のうち、最もバイレフリンゼンスの大きい鉱物を答えよ。

（2） 藍晶石と多形関係にある鉱物を2つ答えよ。

（3） この片麻岩の鉱物組み合わせを、トンプソンの AFM 図を用いて示せ。

（4） この片麻岩に適用可能な地質温度計の例を1つ挙げ、その原理について100字程度で説明せよ。

（問題6 終わり）

基礎科目（問題 7）

以下の問〔1〕,〔2〕に答えよ.

〔1〕 次の文章を読み,下の小問(1)～(6)に答えよ.

次ページの図 1 は,ある地域の等高線間隔 20 m の地形図上に描かれた地質図である.なお,地質図には東西・南北方向にそれぞれ 50 m ごとに区切る方眼を入れてある.この地域に分布する A 層は泥岩, B 層は石灰岩, C 層は礫岩, D 層は砂岩, E 層は砂質泥岩よりなる.さらに,この地域には断層 F および貫入岩が存在する.堆積構造などの観察から, C 層の礫は北から運搬されてきたものであることがわかった.この地域に地層の逆転はない.また,断層 F には走向方向のずれ(横ずれ)はなく,形成されてから構造運動による変形や傾斜の変化はないものとする.

- (1) この地域で A～E 層の堆積,貫入,断層 F の運動が起こった順序を図 1 から読み取り,理由と共に答えよ.
- (2) 図 1 から判断して,断層 F の種類を答えよ.また,判断した理由も簡潔に示せ.
- (3) 図 1 から判断して,断層 F の断層面の走向と傾斜の方向と角度をそれぞれ答えよ.なお,解答には表 1 に示した三角関数を用いよ.

表 1

$\tan(\theta)$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
角度 $\theta(^{\circ})$	5.7	11.3	16.7	21.8	26.6	31.0	35.0	38.7	42.0	45.0	47.7	50.2	52.4	54.5

- (4) 図 1 の等高線 640 m 上にある X 地点から Y 地点へ向かって水平にトンネルを掘削したところ,いくつかの層や貫入岩の境界および断層がトンネルの底面で観察された.トンネルで層・貫入岩の境界および断層が現れた地点の位置を,すべて X 地点からの距離で答えよ.解答には図を用いてもよい.

(問題 7 次ページに続く)

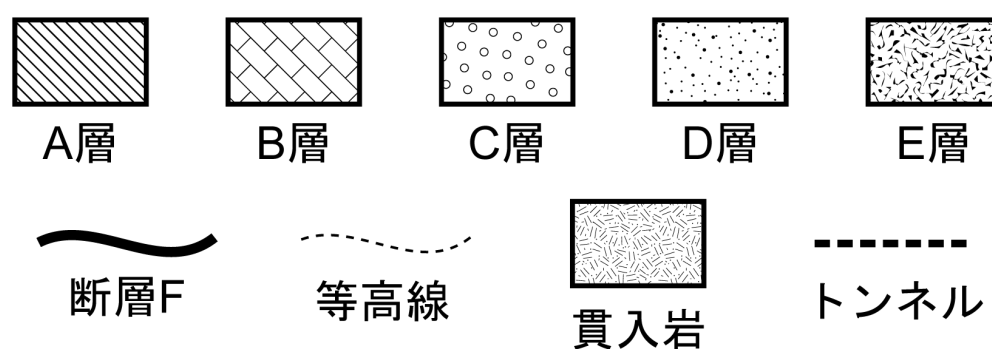
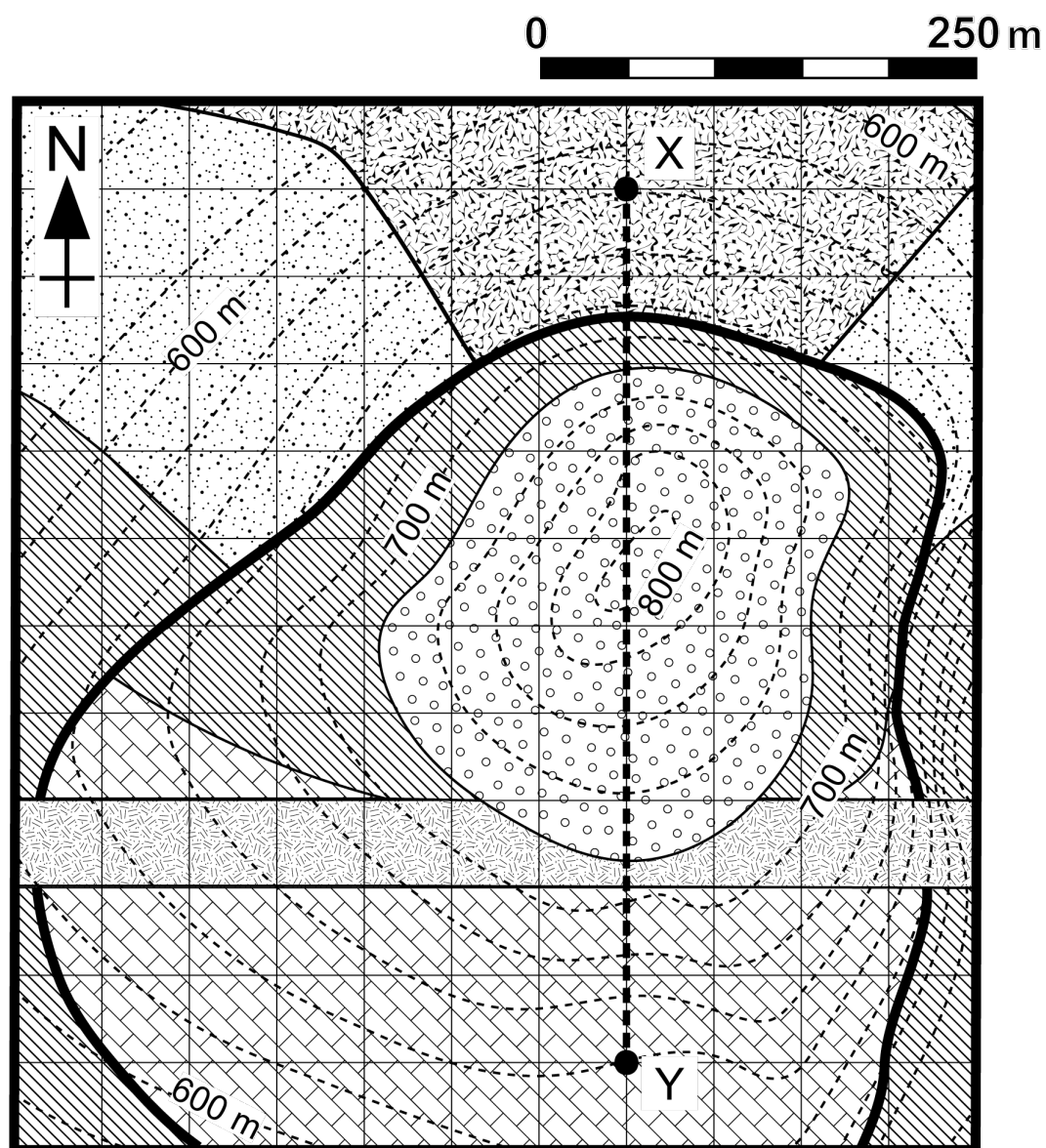


図 1

(問題 7 次ページに続く)

- (5) 下線部に関連して，以下の文章の空欄 ～ に当てはまる最も適切な語を答えよ．

堆積岩からかつての水流の方向（古流向）を復元する方法にはさまざまなものがある．例えば，礫などの物体が水流により引きずられてできる は古流向の指標となる．また，礫や砂の粒子配列の 構造からも古流向を読み取ることができる．さらに，ベッドフォームの移動方向を反映して，多くの斜交葉理は下流方向へ傾斜している．ただし，流れの水理条件が の場合，上流方向へ移動する が形成されることがあるため，注意が必要である．

- (6) D 層の露頭を観察したところ，図 2 (a) および (b) のような堆積構造が見られた．それぞれの堆積構造の名称を答えよ．また，これらの形成プロセスについてそれぞれ 100 字程度で答えよ．

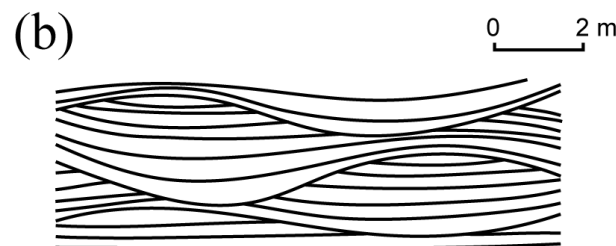


図 2

(問題 7 次ページに続く)

[2] 図3は地質時代区分とおおよその絶対年代を示したものである。下の小問(1)～(4)に答えよ。

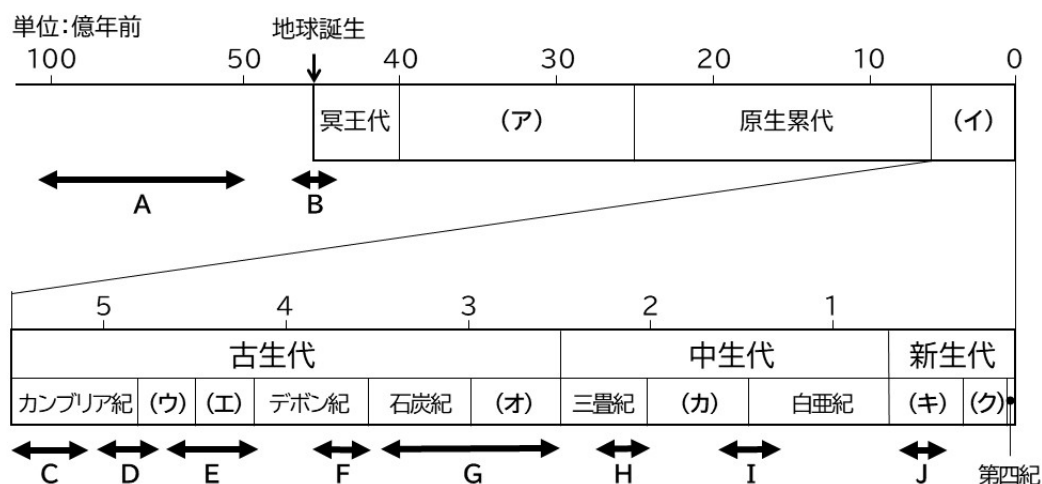


図3

(1) 図3の(ア)～(ク)の地質時代名を答えよ。ただし(ア)と(イ)は累代単位である。

(2) 次に挙げる事象①～⑫が起こったのは、図3の期間A～Jのうちいずれが最も適当であるか、現在知られている地球惑星科学上の記録に基づいて選べ。

- | | |
|-----------|--------------------------------------|
| ① フズリナの繁栄 | ⑦ 太陽系最初のミリメートルオーダーの凝固物の形成 |
| ② 恐竜の出現 | ⑧ 鳥類の出現 |
| ③ 鯨類の出現 | ⑨ 被子植物の出現 |
| ④ 月の誕生 | ⑩ 陸上植物の出現 |
| ⑤ 脊索動物の出現 | ⑪ 両生類 (<i>Ichthyostega</i> を含む) の出現 |
| ⑥ 脊椎動物の出現 | ⑫ 哺乳類の出現 |

(3) 現在では、第四紀は約258万年前に始まったとされている。この頃に起こった汎世界的に対比できるイベントは何か、答えよ。

(4) 第四紀の始まりのころの全球的な気候の特徴を、(ク)の時代からの変遷に言及しつつ、100字程度で述べよ。

(問題7 終わり)