

極域科学コース入学者選抜試験 専門科目 5 年一貫制博士課程

<注意事項>

- ・ 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- ・ 試験時間は 120 分です。
- ・ 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- ・ 問題及びページ番号は次のとおりです。計 2 問を選択して解答しなさい。2 問は同一の分野から選択しても、別々の分野から選択しても構いません。

数 学 p.1-2	力 学 p.3-4	電磁気学 p.5-7
熱 力 学 p.8-9	無機化学 p.10-11	
地球科学 1 p.12-13	地球科学 2 p.14	地球科学 3 p.15-16
生 物 学 1 p.17-18	生 物 学 2 p.19-21	
- ・ 解答用紙には罫線のものと、白紙のもの、マス目のもの 3 種類がありますが、どれを使用しても構いません。
- ・ 解答用紙がさらに必要な場合には、手を挙げて監督者に知らせなさい。
- ・ 試験開始の合図後に、解答用紙の指定の欄に受験番号、氏名及び選択した問題を記入しなさい。解答用紙は 1 問ごとに別に作成しなさい。
- ・ 1 問につき解答用紙が複数枚にわたる場合には、すべての解答用紙に受験番号、氏名及び選択した問題を記入し、さらに、解答用紙右下の所定の欄に、ページ数を記入しなさい（2 枚の場合には、1 / 2、2 / 2、3 枚の場合には 1 / 3、2 / 3、3 / 3）。
- ・ 試験中は机の上の見やすい場所に受験票をおきなさい。
- ・ 試験中に机の上におけるのは、受験票の他、黒鉛筆、シャープペンシル、消しゴム、鉛筆削り（手動式のもの）、定規、時計（計時機能だけのもの）です。
- ・ 飲み物は、蓋付きのものに限って机の上においてよい。
- ・ 耳栓は使用できません。
- ・ ハンカチ、ティッシュペーパー、目薬等の使用を希望する者は、監督者に申し出て許可を受けてから使用しなさい。
- ・ 試験時間中は、監督者の指示に従って下さい。従わない場合は退室させることがあります。
- ・ 不正行為と認められた場合は、受験自体を無効とします。
- ・ 試験室に入室してから試験終了までは、試験中の発病又はトイレ等やむを得ない場合を除いて原則として一時退室を認めません。やむを得ない場合には、手を挙げて監督者の指示に従いなさい。一時退室が認められた場合でも、原則として試験時間の延長は認めません。
- ・ 試験終了時間前に解答を終了した場合には退室を認めます。その場合には、手を挙げて監督者の指示に従いなさい。ただし、試験終了 15 分前以降試験終了までの間は、退室を認めません。
- ・ 試験終了 5 分前になったら、終了 5 分前の合図をします。
- ・ 試験終了後、問題冊子、解答用紙を持ち帰ってはいけません。

<数学>

問題1：直交座標系 $O-xyz$ において、ベクトル関数 ϕ を

$$\phi = (\sin(x + t\pi z) \cdot \cos y, -\cos(x + t\pi z) \cdot \sin y, f(x, y, z))$$

とする。 π は円周率、 t は定数、 $f(x, y, z)$ は任意の連続な関数で、 $f(x, y, 0) = 0$ である。 $0 \leq x \leq 2\pi$, $0 \leq y \leq 2\pi$, $0 \leq z \leq 2\pi$ の範囲で以下の問 (1) ~ (4) に答えよ。

(1) $z = 0$ のとき、 $\phi = (0, 0, f(x, y, 0))$ を満たす (x, y) 座標を全て答え、図1を参考に $x-y$ 座標面に黒丸 (●) で示せ。

(2) z が $z = 0$ から徐々に正方向に変化するとき、 $\phi = (0, 0, f(x, y, z))$ を満たす (x, y) 座標が移動する方向を $t < 0$, $t = 0$, $t > 0$ の3つの場合について、以下の a~e よりそれぞれ選べ。

- a: (x, y) 座標は変わらない
- b: x の正方向 (y 座標は変わらない)
- c: x の負方向 (y 座標は変わらない)
- d: y の正方向 (x 座標は変わらない)
- e: y の負方向 (x 座標は変わらない)

(3) $\text{div } \phi$ を求めよ。

(4) $\text{div } \phi = 1$ のとき、 $f(x, y, z)$ を求めよ。

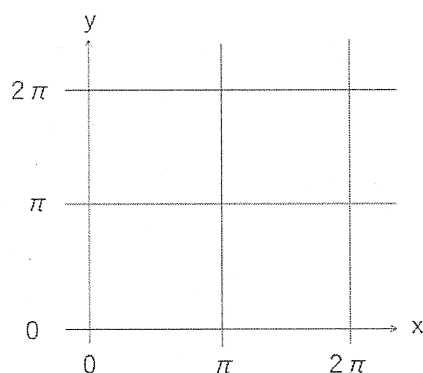


図1： $x-y$ 座標面

(次ページに続く)

問題 2 : 次の行列式を計算せよ。

$$\begin{vmatrix} 2 & -1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 4 & 3 \\ 2 & 1 & -3 & 1 \\ 3 & -2 & 1 & 2 \end{vmatrix}$$

問題 3 : 関数 $f(x, y, z) = 3x + 2y + z$ とするとき、原点 $O(0, 0, 0)$ から点 $P(1, 2, 3)$ にいたる経路 OP での線積分を求めよ。

問題 4 : 関数 $x(t)$ に関する以下の微分方程式①について、初期条件②を満たす解を求めよ。ただし $2x + 1 \neq 0$ とする。

$$\frac{dx}{dt} = 2x + 1 \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$x(0) = 0 \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

<力学>

問題1：図1のように、水平で滑らかな板の上に置かれた質量 m の小球が、糸の一端につながれ、糸の他端は板の小さな穴に通されている。糸を鉛直下向きに引っ張りながら、小球を板の上で半径 r_0 、速さ v_0 の等速円運動をさせる。次に糸を静かに下に引いて、小球の円運動の半径を r_1 に減少させて等速円運動を続けた。ここで糸の質量は無視し、糸と板や穴との間、小球と板との間の摩擦はないものとする。問(1)～(3)に答えよ。

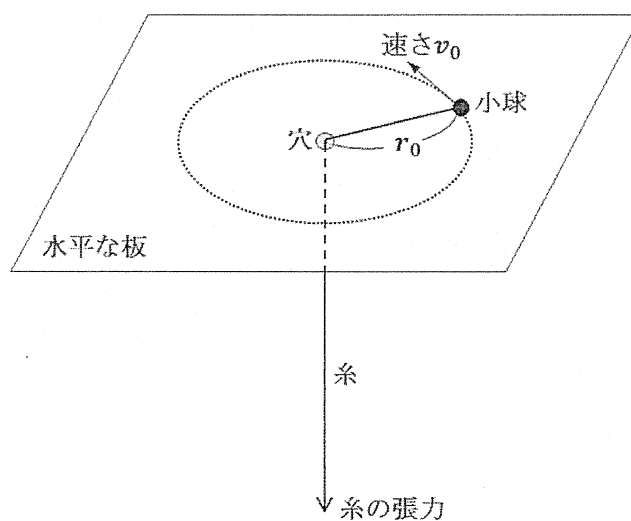


図1

- (1) 半径 r_1 で等速円運動している小球の速さを v_0 、 r_0 、 r_1 で表せ。
- (2) 半径 r_1 のとき、糸に働いている張力を求めよ。
- (3) 半径を r_0 から r_1 に減少させるために、糸の張力が小球に対してした仕事を求めよ。

(次ページに続く)

問題 2 : 粗い水平面上に静止している半径 r 、質量 M の密度が一様な球を、太さが無視できる棒で突いたときの球の運動を考える。棒で突く際は、球の中心を含む鉛直面内において水平に突くものとし、球は常に水平面に接しながら運動するものとする。また、棒が球を突いている時間は無視できるものとし（棒は突いた瞬間のみ球に触れるものとし）、球が棒から受けた力積を X 、球と水平面との間の動摩擦係数を μ 、重力加速度を g 、球の中心のまわりの慣性モーメントを I として、問 (1) ~ (3) に答えよ。

解答には導出過程も記すこと。

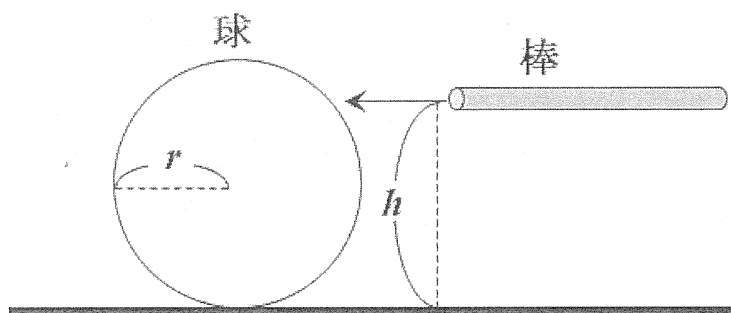


図 2

- (1) 図 2 のように、球を水平面から高さ h の位置で突いた瞬間の球の重心の速度 v_0 と、球の重心のまわり角速度 ω_0 を r 、 M 、 X 、 I 、 h を用いて表せ。ただし、球と水平面との間に働く摩擦は棒で突いた瞬間は無視するものとする。

- (2) 球が滑らずに転がり出すための h を h_0 とする。 h_0 を r で表せ。

ここで、 $I = \frac{2}{5}Mr^2$ を用いてよい。

- (3) $r < h < h_0$ の位置で突いた球は滑りながら転がって行き、やがて滑りがなくなって、一定の速さで転がるだけとなる。球を突いてから滑りがなくなるまでの時間 T と、それ以降の速さ v_c を v_0 、 ω_0 、 r 、 h 、 μ 、 g のうち必要なものを用いて表せ。

＜電磁気学＞

電磁気学の解答には M.K.S.A 有理単位系（国際（SI）単位系）を用いることとする。

問題 1：図 1 のように、一様な密度で電荷が分布している無限に長くて細い直線状の導体 A 、 B が真空中に平行に置かれている。導体 A と導体 B との間の距離は d である。電荷密度は導体 A が λ 、導体 B が 2λ であり、真空中の誘電率を ε_0 とする。 A と B の導体の間の任意の点 C は、導体 A からの距離 x を用いて表せる。ここで、導体 A から導体 B に向かう方向を正とする。以下の（1）から（3）までの問いに答えよ。

- （1）点 C における電場を求めよ。
- （2）点 C の位置が $x=0$ から $x=d$ まで変化するときの電場の変化をグラフに示すと共に、電場が 0 となる時の位置を求めよ。
- （3）点 C の位置に電荷 $-e$ の 1 個の電子を置いたときに、その電子に働く力を求めよ。

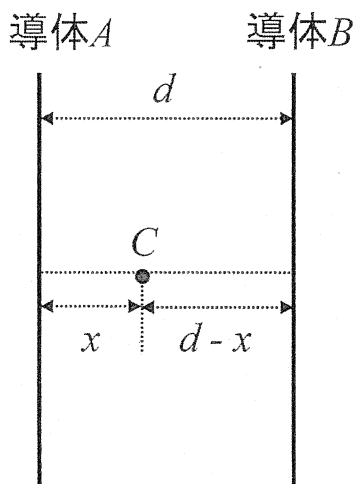


図 1

（次ページに続く）

問題 2 : 図 2 のように真空中において、 x 軸上に点磁荷 $+q_m$ ($q_m > 0$) があり、また原点を中心とする半径 a ($a > 0$) の円形コイル A が yz 平面にあるものとする。真空の透磁率は μ_0 とする。以下の (1) から (4) までの問いに答えよ。

- (1) x 軸上の点 $P_+(x_+, 0, 0)$ からコイルを見た時の立体角 $\Omega_A(x_+)$ を、 x_+ を用いて表せ。
- (2) 磁荷 $+q_m$ から出る磁束の総数は $+q_m$ に等しいことを使って、コイル A 内を通る磁束 Φ を $\Omega_A(x_+)$ を用いて表せ。但し、コイル A の x 軸負側から正側に通る磁束を正とし、逆に通るものは負として答えよ。
- (3) この点磁荷が一定の速度 $(v, 0, 0)$ で移動する時、 $+q_m$ によりコイル A に生じる起電力 E_+ を時刻 t の関数として求めよ。但し、磁荷 $+q_m$ が原点を通過した時刻を $t = 0$ とし、起電力は x 軸の正の方向に向かって右回りを正とする。

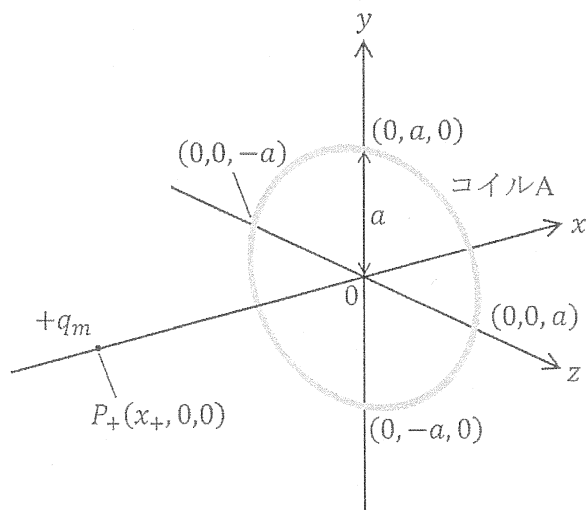


図 2

(次ページに続く)

- (4) 次に、図 3 のように真空中において、 x 軸上に長さ ℓ ($\ell > 0$)、磁荷 $\pm q_m$ ($q_m > 0$) の十分直径の細い直線状の磁石があり、 x 軸の正の側が正の磁荷を持つとする。円形コイル A の配置は図 2 と同様とする。(3) と同様に、この磁石全体が一定の速度 $(v, 0, 0)$ で移動するとき、この磁石全体によるコイルの起電力を (3) で求めた起電力 $E_+(t)$ を用いて表せ。

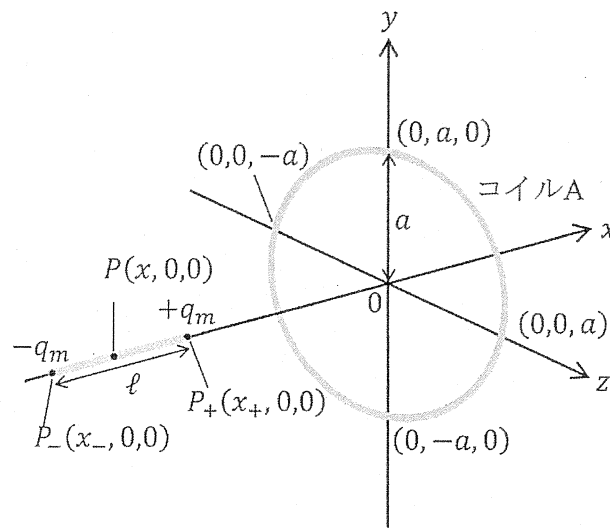


図 3

<熱力学>

問題1：以下は理想気体のカルノーサイクルに関する記述である。空欄[ア]
～[オ]に適切な数式を入れよ。

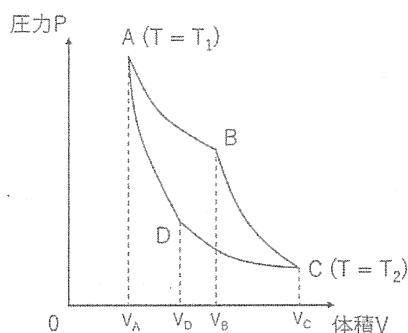


図 理想気体のカルノーサイクル

V_i ($i=A, B, C$, または D) を状態 i の理想気体の体積として、理想気体のカルノーサイクルを考える。

状態 A (温度を T_1 とする) の 1 mol の理想気体に Q_1 の熱を与えて等温膨張させて状態 B に変化させた。この時、この気体が外に対してする仕事 W_{AB} を気体定数 R 、温度 T_1 、体積 V_A, V_B を用いて表すと $W_{AB} = [\text{ア}]$ となる。仕事 W_{AB} は受け取った熱 Q_1 と等量である。

続いて、この気体を状態 B から断熱膨張させて温度 T_2 の状態 C に変化させた。この時、気体が外に対してする仕事 W_{BC} だけ内部エネルギーは減少する。温度 T における内部エネルギーを $U(T)$ とすると、 $W_{BC} = [\text{イ}] - [\text{ウ}]$ と表せる。

さらに、この気体を状態 C から等温圧縮して状態 D に変化させると、気体が外からされる仕事 W_{CD} と同じ量の熱 Q_2 を放出する。 W_{CD} は気体定数 R 、温度 T_2 、体積 V_C, V_D を用いて $[\text{エ}]$ と表せる。

最後にこの気体を断熱圧縮し、状態 D からもとの状態 A に戻した。この時、気体が外からされる仕事 W_{DA} は内部エネルギーの増加分に等しく、 $W_{DA} = [\text{イ}] - [\text{ウ}]$ となる。

以上の一連のサイクルにおいて、気体が受け取った熱 Q_1 は、気体が外へ対してした総仕事量 W ($= W_{AB} + W_{BC} - W_{CD} - W_{DA}$) と放出した熱 Q_2 を用いると $[\text{オ}]$ となる。

(次ページに続く)

問題 2 : 図 1 のように、断熱材で覆った断面積 S のピストン付きシリンダーに物質質量 n_0 、体積 V_0 、温度 T_0 の空気が入れている。ピストンには重さが無く滑らかに動く。空気を理想気体、気体定数を R 、外圧を P_a 、外気温度を T_a として、以下の問いに答えよ。

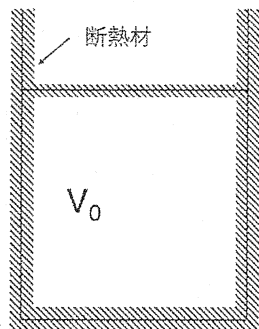


図 1 断熱材で覆ったシリンダー

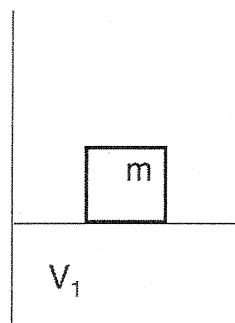


図 2 重りをのせた断熱材なしのシリンダー

- (1) ピストンに質量 m の重りをのせたところ、体積が V となった。シリンダー内の空気の温度 T を求めよ。重力加速度は g とし、変化は準静的に生じたものとする。
- (2) 次に、重りをのせたままシリンダーの断熱材を取り除いたところ、図 2 のように、熱平衡状態に達し、空気は体積 V_1 となった。定圧比熱 C_p とし、準静的定圧過程で熱平衡に達したとする。シリンダー内の空気の内部エネルギーの、図 1 の状態からの変化量を求めよ。
- (3) (2) の状態からピストンを固定させ、外気温度を T_0 へ変化させた。シリンダー内の空気の内部エネルギーの変化量を求めよ。定積比熱 C_v とし、準静的定積過程で生じたものとする。
- (4) 気体の内部エネルギーが温度のみの関数であることを利用し、 $C_p - C_v = R$ が成り立つことを示せ。

＜無機化学＞

問題 1 : アンモニア NH_3 の燃焼とその量的関係について、以下の問いに答えよ。
ただし、原子量は $\text{N}=14$ 、 $\text{H}=1.0$ 、 $\text{O}=16$ とする。

(1) アンモニア NH_3 は酸素と反応して窒素と水を生成する。このときの化学反応式を記せ。

(2) 上記の (1) で示した化学反応により、アンモニア 34 g を完全に燃焼させたときに生じる水は何 g か？

(3) 0°C 、1 atm の条件下で、上記の (1) で示した化学反応により、2.24 L のアンモニアを完全に燃焼させるのに必要な酸素の体積は何 L か？

また、空気中に含まれる酸素が体積比で 21% であるとする、必要な空気の体積は何 L か？

問題 2 : 以下の用語について、それぞれ 100 字以内で説明せよ。

- (1) イオン結合
- (2) 希土類元素
- (3) カーボンニュートラル

問題 3 : 以下の問いに答えよ。

- (1) 地表付近の乾燥空気の主成分を、化学式で多い順から 4 つ答えよ
- (2) 地球表面でみられる鉄について、150 字以内で説明せよ。その際、地球の内部（内核・外核）の鉄との違いについても説明すること。
- (3) 地球表面でみられる水について、200 字以内で説明せよ。その際、「海水」「淡水」「南極大陸・グリーンランド」の用語を含めること。

(次ページに続く)

問題4：以下の問いに答えよ。なお、余白に計算過程を記入すること。

(1) pH2 の希塩酸を 10mL とり、純水を加えて 1L とした。得られた塩酸水溶液の pH はいくらになるか。

(2) 2 種類の希塩酸がある。それぞれ pH は 1 と 4 であった。この 2 種の希塩酸を等量ずつ混ぜ合わせて得られる溶液の pH はいくらになるか。小数第 1 位まで求めよ。ただし、 $\text{Log}_{10}5=0.7$ とする。

(3) ある酸性排水を中和するために、中和剤として質量パーセント濃度が 0.2% の水酸化ナトリウム溶液で処理したところ 10.0mL の水酸化ナトリウム溶液が必要であった。同じ排水を 0.1%水酸化カルシウム溶液で中和すると水酸化カルシウム溶液は何 mL 必要になるか。小数第 1 位まで求めよ。ただし、中和剤の溶液の比重はいずれも 1.00 とし、NaOH および $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の式量はそれぞれ 40、74 とする。

<地球科学 1>

問題 1 : アイソスタシーに関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

地表や海底で観察される地形の凹凸による荷重は、地下の密度差をもつ物質によって補償されている。この状態をアイソスタシーという。密度の小さい地殻が密度の大きい ア に浮かび、均衡を保っている状態もアイソスタシーの一例である。

ここでは、一様な密度を持つ地殻と ア との間にアイソスタシーが成り立つ場合を想定する。その際、 イ 地殻の密度は $\rho_c = 2,700 \text{ kg/m}^3$ 、 ウ 地殻の密度は $\rho_o = 2,900 \text{ kg/m}^3$ 、 ア の密度は $\rho_m = 3,300 \text{ kg/m}^3$ 、海水の密度を $\rho_w = 1,020 \text{ kg/m}^3$ とする。

(1) 文中のア～ウに入る用語を以下から選択し答えよ。

【マントル、大陸、海洋】

- (2) ある中央海嶺の下には厚さ $h_o = 6.0 \text{ km}$ の海洋地殻があり、その下はマントルである。海底深度（海洋地殻上面）は $h_{dc} = 3.0 \text{ km}$ である。この海洋地殻を剥ぎ取った時の中央海嶺 h_{dm} の水深を小数点以下 1 桁まで求めよ。
- (3) 問い (2) の設定との比較により、厚さ $h_c = 60 \text{ km}$ の大陸地殻がマントルの上に浮かんでいるとき、この大陸の海拔高度 h_h を小数点以下 1 桁まで求めよ。
- (4) 問い (2) の設定との比較により、厚さ $h_{c2} = 30 \text{ km}$ の大陸地殻がマントルの上に浮かび、その上に厚さ $h_i = 4 \text{ km}$ の氷床が載っている。氷床の密度を $\rho_i = 910 \text{ kg/m}^3$ とする場合に、この氷床の海拔高度 h_i を小数点以下 1 桁まで求めよ。

(次ページに続く)

問題 2 : 地球内部を伝搬する P 波の特徴について、以下の問いに答えよ。

- (1) 震源から出た P 波が地殻 (地表よりモホ面まで) の内部のみを伝搬して、地表の観測点に到達する波を【 A 】という。また、地殻内部を通過した後モホ面で屈折波として伝わり、その後再び地殻内部を伝搬して地表の観測点に届く波を【 B 】と呼ぶ。

地震波の走時曲線 (時間 - 到達距離の関係) において、【 A 】と【 B 】の交点までの距離により、モホ面の深さを求めることができる。

上記の文中の【 A 】と【 B 】に、それぞれ当てはまる波の名称を以下の中から選べ。

(Pg、PmP、Pn、PP、PcP)

- (2) 球面上の距離は中心角で表すことが多く、震央と観測点との距離 (震央距離) が遠い場合には、地球の中心角として表す。

震央距離が 103° ~ 143° の領域は、P 波の到達しない “かげ (シャドーズーン)” ができる。その理由をマントル・核などの地球内部構造の特徴より説明せよ。

- (3) 上部マントルにおいて、震央距離が 10° 付近に P 波の “かげ” が現れる原因、並びに 20° 付近に地震波到着時刻に不連続が確認される原因を、上部マントルの構造の特徴に関係づけて説明せよ。

<地球科学 2>

問題 1 : 以下の文章の空欄①～⑤に入る言葉を記入せよ。

氷河や氷床によって侵食・運搬され、直接堆積した堆積物を [①] と呼ぶ。

[①] は一般的に淘汰が悪く、明瞭な層理などの堆積構造を持たないことが多い。そして、氷河の末端部や側面に [①] が堆積してできた堤防状・丘状の地形を [②] という。また、同じく [①] で構成され、氷河の流動方向に平行に伸びた流線形の丘状地形は [③] と呼ばれる。一方、氷河や氷床に侵食された基盤岩の表面には、[④] と呼ばれる氷河の流動方向に沿った直線状の微形態が作られることが多く、また基盤岩の表面には氷河によって運搬された [⑤] と呼ばれる周囲の基盤岩と異なる岩石が点在することが多い。

問題 2 : 過去 80 万年間の気候は、10 万年周期で大陸氷床の消長を繰り返す氷期-間氷期サイクルで特徴づけられる。とくに氷期には北半球で大陸氷床が発達した。セルビアの科学者ミルティン・ミランコビッチは、地球の軌道要素の周期的な変動が、地球に入射する日射量の時空間分布を変化させることで氷期-間氷期サイクルを生み出したという説を提唱した。このことを踏まえて、以下の問いに答えよ。

(1) 地球の軌道離心率 e が時代 A ($e = 0.016$) から時代 B ($e = 0.050$) に増加したとき、近日点と遠日点における太陽放射量の相対比 (近日点放射量/遠日点放射量) はどのように変化するか。時代 A および時代 B におけるこの比をそれぞれ計算し、時代 A に対する変化率 (パーセント) を求めよ。

以下の条件を適宜用いてよい：

- 太陽放射量 (F) は、地球と太陽の距離 (R) の 2 乗に反比例する ($F \propto \frac{1}{R^2}$)
- 軌道の長半径を a とすると、
近日点距離 $r_p = a(1 - e)$ 、遠日点距離 $r_a = a(1 + e)$

(2) アイスアルベドフィードバックについて 100 字程度で説明せよ。

(3) ミランコビッチの説によると、北半球における夏季の日射量が、大陸氷床量の変動に重要である。その理由を 200 字程度で説明せよ。

<地球科学 3>

問題 1 : 元素 A と元素 X からなり、化学式が AX_2 である鉱物を考える。ただし、A と X の原子量はそれぞれ 55.8, 32.1 とする。以下の問いに答えよ。

- (1) この鉱物の化学式を記せ。
- (2) 一般的に鉱物の化学組成の情報のみでは鉱物種を決定することができない。その理由を簡潔に記せ。また、このように化学組成の情報のみでは区別できない鉱物同士の関係を何と呼ぶか記せ。
- (3) (2) の関係を持つ鉱物群から鉱物種を決定する分析手法を一つ挙げ、その原理を簡単に説明せよ。
- (4) 分析により、この鉱物の格子定数を $a = b = c = 0.541 \text{ nm}$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ と決定できたとする。この鉱物の結晶系の名称および鉱物名を記せ。ただし、 a, b, c : 単位格子の 3 つの軸の長さ、 α, β, γ : 単位格子の 3 つの軸の間の角度である。
- (5) この鉱物の単位格子あたりの原子の数が化学式の何倍かを表す値 $Z=4$ のとき、この鉱物の密度 ρ を求めよ。ただし、計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。アボガドロ定数 $N = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ とする。

(次ページに続く)

問題2：花崗岩質岩は全岩化学組成や成因的要素によって分類される。下記の問いに答えよ。

(1) 全岩化学組成を用いた指標の一つとしてアルミナ飽和度 (ASI 値) がある。アルミナ飽和度の英語名を記せ。

(2) アルミナ飽和度は下記の式 (モル比) で示される。

$$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}}$$

下記の鉱物について ASI 値と 1 との大小関係を等号・不等号 (=、<、>) で示せ。

長石類 ☐ 1

白雲母 ☐ 1

(3) 花崗岩質岩は ASI 値が 1 より高い岩石と、1 より低い岩石に分類される。ASI 値が 1 より高い岩石を何と呼ぶか。また ASI 値が 1 より高くなる理由を記せ。

(4) 花崗岩質岩は成因的要素を考慮して I 型、S 型、A 型、M 型などに分類される。I 型花崗岩について化学組成と Sr 同位体初生値を含めてその特徴を述べよ。

問題3：以下に挙げた語句の中から 2 つを選択し、それぞれについて 150 字程度で簡潔に地球惑星科学的説明を与えよ。

- ・自形と他形
- ・ウィドマンシュテッテン構造
- ・エクログャイト
- ・TAS 図

<生物学 1>

問題 1: 以下の 4 つの語句から 2 つの語句を選択し、それぞれについて 150 字程度で生物学的な説明を与えよ。

- ・ 二名法
- ・ 生物濃縮
- ・ 人為選択
- ・ 炭素固定

問題 2: 生物の生殖様式は大きく無性生殖と有性生殖に分けられる。問 (1) ~ (2) に答えよ。

(1) 二つの生殖様式について、遺伝的な特徴と、それに伴う環境の変化に対する適応の違いを 100 字以内で述べよ。

(2) 有性生殖に比べて無性生殖が優れている点について 200 字以内で述べよ。

問題 3: がん細胞の腫瘍には良性腫瘍と悪性腫瘍がある。これらの違いについて 100 字以内で述べよ。

問題 4: インフルエンザウイルスの感染予防策としてワクチンが使用されているが、流行株に対応したワクチンが接種される理由を抗体の特徴をもとに 100 字以内で述べよ。

問題 5: ウイルスは細胞がなく自己増殖することができないことから、通常は生物としては扱われない。ウイルスの増殖 (複製) 方法を 100 字以内で述べよ。

(次ページに続く)

問題 6：以下の図は四肢類および最近縁の肺魚の進化系統樹を示している。

- (1) ヒトとカナリアの最新の共通祖先を表している図中の番号を答えよ。
- (2) 四肢、羊膜、羽毛の相同性を示す図中のアルファベットをそれぞれ答えよ。
- (3) 進化の証拠として見られる相同構造と相似構造について 100 字以内で述べよ。

※著作権上の問題があり、図を公開していません。

閲覧を希望される方は、国立極地研究所までご来所の上、閲覧してください。

＜生物学 2＞

問題 1：以下の 4 つの語句から 2 つの語句を選択し、それぞれについて 150 字程度で生物学的な説明を与えよ。

・化学合成細菌 ・共進化 ・食物網 ・創始者効果

問題 2：次の文章を読み、問（1）～（4）に答えよ。

陸地の生物群集は、森林や疎林、低木林、草原、ツンドラ、砂漠などの相観に大別することができる。これらによって区別される生物群集の単位は植物群系あるいは生物群系（バイオーム）と呼ばれ、さらに温帯や熱帯など気候帯ごとに幾つかのタイプ（バイオーム型）に区分されている。森林には、同じ温帯でも優占する樹種の違いから温帯常緑樹林や温帯落葉樹林などがあり、草原の場合、熱帯や亜熱帯には低木の疎林にイネ科草本が密生するサバンナが、温帯には樹木がほとんど生育しないステップやプレーリーと呼ばれる草原のバイオーム型がそれぞれ分布する。また、熱帯や亜熱帯の乾燥地域である砂漠以外にも、寒冷地域でコケや地衣類などしか生育しない植物の乏しいツンドラや高山荒原がある。陸地にみられるバイオーム型を決定する要因は気温と降水量だと考えられている。

※著作権上の問題があり、図を公開していません。

閲覧を希望される方は、国立極地研究所までご来所の上、閲覧してください。

（次ページに続く）

- (1) 図1中の(ア)～(カ)に当てはまる適切なバイオーム名を下から選択せよ。

熱帯林、砂漠、温帯草原、温帯広葉樹林、針葉樹林、ツンドラ

- (2) バイオームの分布を示した図1では右下が空白域となっている。その理由について考えられることを100字程度で述べよ。
- (3) 海洋においても様々なバイオームが区分されているが、その分布は陸地とは異なる環境要因によって支配されている。海洋のバイオームを決定する重要な要因のうち、温度以外のものを一つ挙げ、その要因がどのようにバイオームを決定づけるか150字程度で説明せよ。
- (4) 表1(次ページ)は地球の生態系における純一次生産速度および植物現存量をまとめたものである。この表をもとに陸地と海洋の生態系の特徴について、両者を対比させながら300字程度で論ぜよ。

(次ページに続く)

※著作権上の問題があり、図表を公開していません。
閲覧を希望される方は、国立極地研究所までご来所の上、閲覧してください。