

平成27年度入学試験問題（前期日程）

理 科

物 理	1 ページから	8 ページまで
化 学	9 ページから	14 ページまで
生 物	15 ページから	22 ページまで
地 学	23 ページから	26 ページまで

注 意 事 項

1. 受験番号を解答用紙の所定の欄（1 か所または2 か所）に記入すること。
2. 解答はすべて解答用紙の所定の欄に記入すること。

物 理

1 以下の文章中の に最も適切な数値、数式、または選択肢の記号を記入せよ。(40点)

問 1 図 1—I のように、水平な回転円盤上に置いた質量 m の小物体が、回転の中心 O から距離 r の位置で円盤とともにすべらずに角速度 ω で等速円運動をしている。小物体と円盤の間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視する。

- (1) 小物体の速度の大きさは r, ω を用いて、 ① と表され、加速度の大きさは、 $r\omega^2$ と表される。
- (2) 小物体と円盤の間に働く最大静止摩擦力の大きさは、 m, μ, g を用いて、 ② となる。
- (3) 最大静止摩擦力の大きさを f_0 とする。角速度を増していくと、ある角速度を超えたところで小物体はすべり始めた。すべり始めないための限界の角速度の値は、 f_0, m, r を用いて、 ③ と表される。

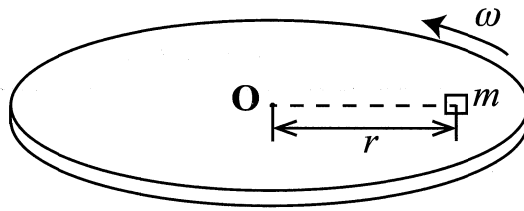


図 1—I

問 2 地球が半径 R で密度一定の完全な球であると仮定すると、地球の中心から距離 r ($r \geq R$) にある質量 m の物体が、地球から受ける万有引力の大きさ F は、

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

と書ける。ただし、 M は地球の質量、 G は万有引力定数である。以下、解答には G, M, r, R から必要なものを用いよ。

- (1) 地上の物体にはたらく重力が、物体と地球との間の万有引力に等しいとみなすと、地表の重力加速度 g は、 ④ と表される。
- (2) 図 1—II のように、質量 m の物体が地表面から飛び出したときの速さを v_0 とし、地球の中心から距離 r に達したときの速さを v とする。このとき、

$$\frac{1}{2} mv^2 - G \frac{Mm}{r} = \frac{1}{2} mv_0^2 - G \frac{Mm}{R}$$

という、力学的エネルギー保存則が成り立つ。これより物体が無遠慮に飛び去るための最小の初速度の大きさは、 $v_0 =$ ⑤ と求められる。

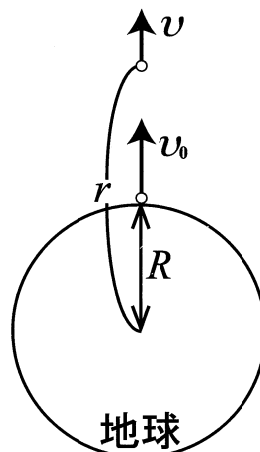


図 1—II

問 3 以下の(ア)~(エ)の文章の中で、音波の性質を正しく記述したものは、 ⑥ である。

- (ア) 音波の伝わる速さは、媒質や気温によらず一定である。
- (イ) 音源が動いても、音波の波長は変化しない。
- (ウ) 音波は、媒質の疎密の変化が伝わっていく縦波である。
- (エ) 音波には、反射、屈折、干渉の現象が見られるが、回折現象は生じない。

問 4 図1-III(a)のように、光が空気中からガラスに入射するとき、ガラスの空気に対する屈折率の値は、 ⑦ である。次に、空気に対する屈折率がガラスよりも大きいダイヤモンドでできたプリズムが、図1-III(b)のように空気中に置かれている。下から光を入射したとき、正しい光の道筋は、(ア)~(エ)のうち ⑧ である。ただし、ダイヤモンドの空気に対する屈折率は2.4である。

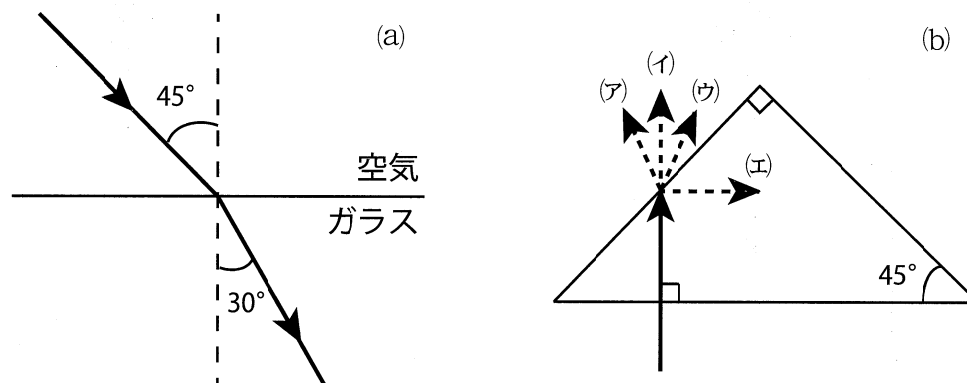


図1-III

問 5 図1-IVのように、パトカーが振動数 f_0 のサイレンを鳴らしながら、直線上を観測者の方向に速さ v で進む。音速を V とし、風は吹いていないものとする。

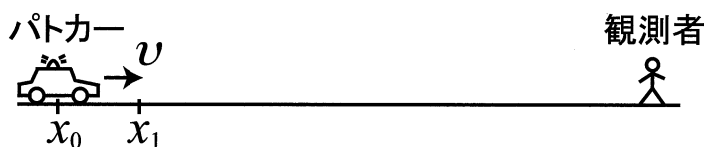


図1-IV

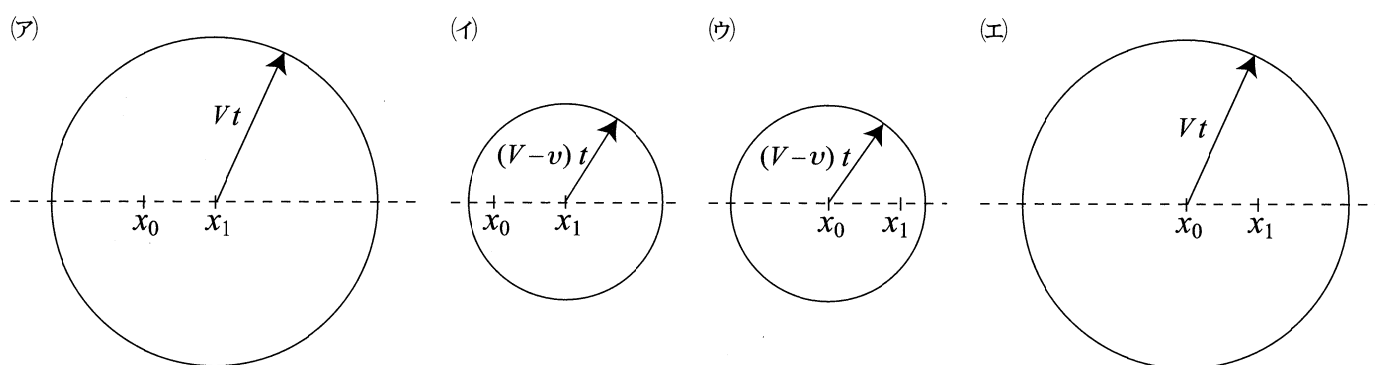


図1-V

- (1) 時刻 $t = 0$ に位置 x_0 を通過したパトカーは、時刻 t に位置 x_1 に達した。位置 x_0 で発せられた音波の、時刻 t における波面を地表面で描いたものとして適切なものは、図1-Vの(ア)~(エ)のうち ⑨ である。
- (2) 静止した観測者が聞くサイレンの振動数 f_1 は ⑩ である。
- (3) パトカーの進行方向に速さ v_A で進む観測者が聞くサイレンの振動数 f_2 を考える。 v_A が v より小さいとき、 f_2 はパトカーのサイレンの振動数 f_0 にくらべ、

⑪ (ア) 大きくなる。 (イ) 同じである。 (ウ) 小さくなる。

問 6 図 1—VI(a)のように、帯電していないはく検電器の金属板に負に帯電した棒を近づけると、はく検電器のはくは

- ⑫ (ア) 開く。 (イ) 開いた直後、すぐに閉じる。 (ウ) 開かない。

また、図 1—VI(b)のように、帯電していないはく検電器全体を金網で囲み、はく検電器の金属板に負に帯電した棒を近づけると、はくは

- ⑬ (ア) 開く。 (イ) 開かない。 (ウ) 金網がないときよりも大きく開く。

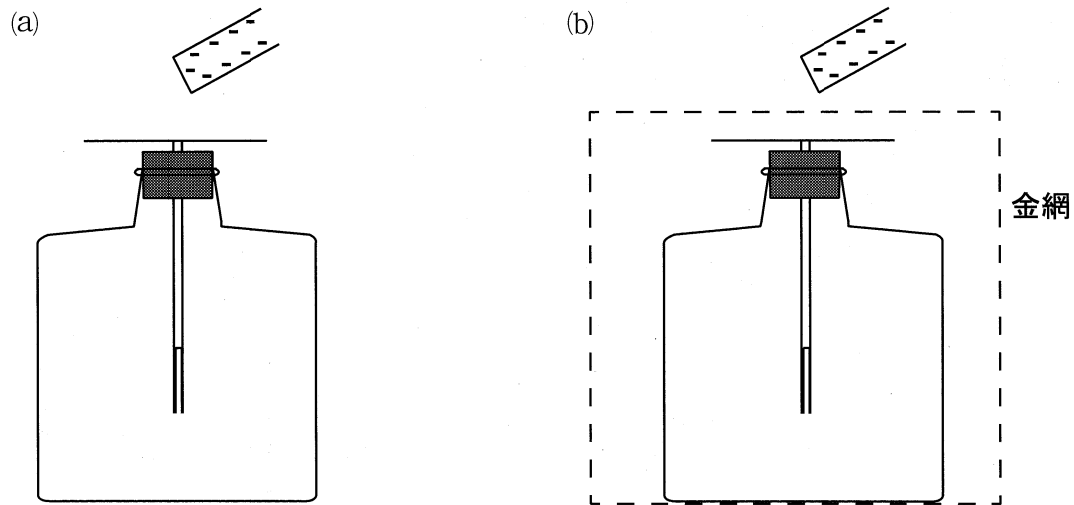


図 1—VI

問 7 孤立した半径 R の導体球に電気量 Q の正電荷を与えると、正電荷は表面に一様に分布する。このとき、電気力線は、導体球の表面から垂直に出て放射状に広がり、その総本数は $\frac{Q}{\epsilon_0}$ である。この導体の表面から出る電気力線の単位面積あたりの本数が表面での電場(電界)の強さ E に等しい。よって、電場の強さ E は、 R 、 Q および ϵ_0 を用いて、⑭ と表される。ただし、導体球は真空中にあり、真空の誘電率を ϵ_0 とする。

問 8 断面が直径 d の円形で長さ l , 抵抗率 ρ の導線がある。この導線の抵抗値は, l, d, ρ を用いて表すと, ⑮ になる。この導線を円筒状に巻いて自己インダクタンス L のコイルを作った。このコイルと直流電源 V およびスイッチ S を, 図 1—VII のように配線して回路を作った。

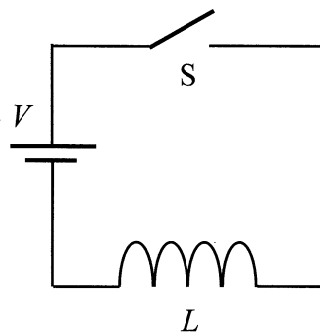


図 1—VII

はじめにスイッチ S は開いているが, 時刻 $t = t_0$ でスイッチ S を閉じた。電流 I とコイルに蓄えられるエネルギー U はどのように時間変化するか, 最も適切なグラフを次の図 1—VIII の(ア)~(エ)から選ぶと, ⑯ になる。

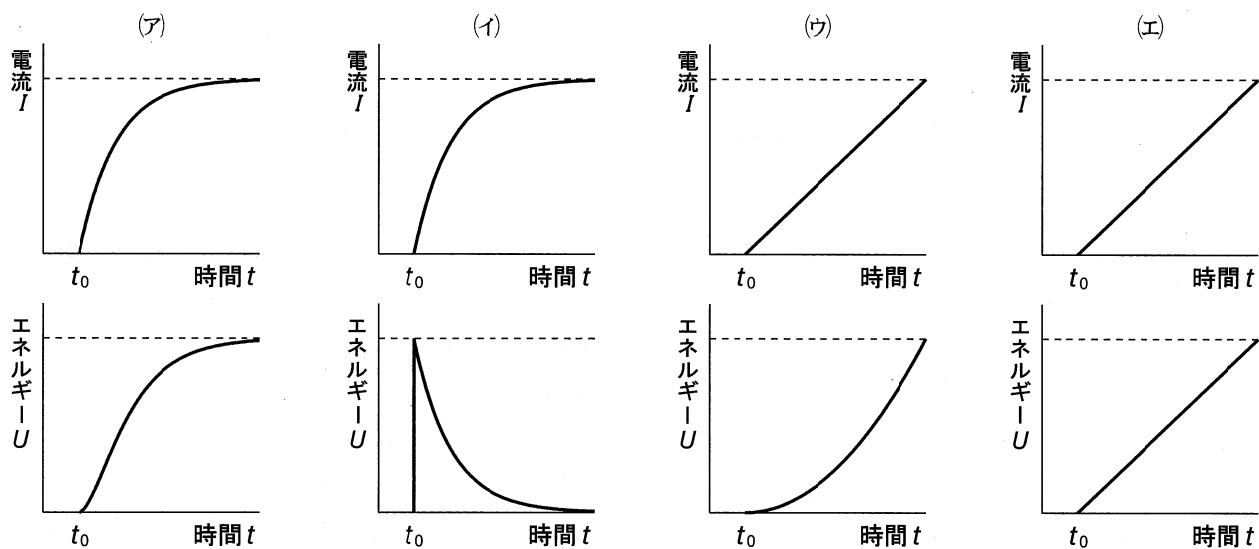


図 1—VIII

問 9 図 1—IX は、物質質量 n の単原子分子理想気体の圧力 p —体積 V のグラフである。状態 A は、絶対温度 T_0 、圧力 p_0 、体積 V_0 の状態である。気体の状態を $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の経路に従ってゆっくりと変化させた。状態 C から D への変化は等温変化である。気体定数を R とし、気体の定積モル比熱は $C_V = \frac{3}{2}R$ である。気体は外部から熱を吸収し、外部へ熱を放出することができるものとする。

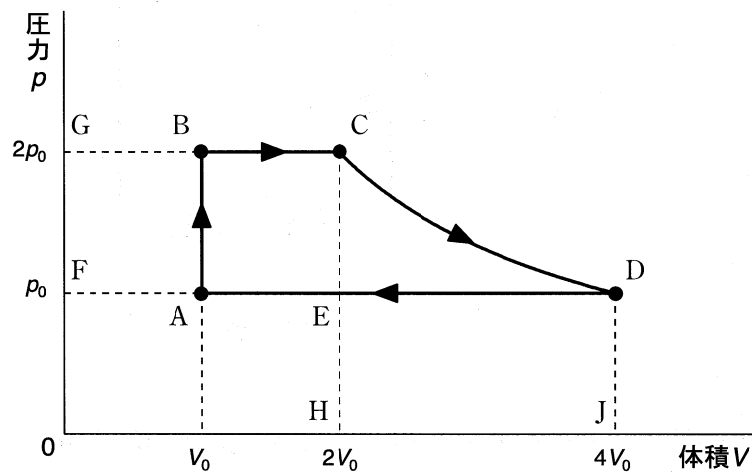


図 1—IX

(1) 絶対温度 T_0 は p_0 、 V_0 、 n 、 R を用いて表すと、 $T_0 =$ ⑰ となる。

(2) $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の経路のなかで、気体が熱を放出する過程は、

⑱ (ア) $A \rightarrow B$, (イ) $B \rightarrow C$, (ウ) $C \rightarrow D$, (エ) $D \rightarrow A$ である。

(3) $A \rightarrow B$ 間の状態変化における気体の内部エネルギーの増加量は、 n 、 R 、 T_0 を用いて表すと、⑲ である。

(4) $C \rightarrow D$ 間の状態変化において気体がする仕事の大きさは、 p — V グラフの

⑳ (ア) CD 間の p — V 曲線と線分 DE 、 EC で囲まれる部分の面積
 (イ) CD 間の p — V 曲線と線分 DJ 、 JH 、 HC で囲まれる部分の面積
 (ウ) CD 間の p — V 曲線と線分 DF 、 FG 、 GC で囲まれる部分の面積

に等しい。

- 2 鉛直下向きに一定の重力がはたらいている実験室の中で、大きさの無視できる質量 m の物体の運動を考える。実験室の床は水平とする。物体は鉛直平面内を運動し、物体に対する空気の抵抗は無視できる。重力加速度の大きさを g とする。以下の各問に答えよ。(30 点)

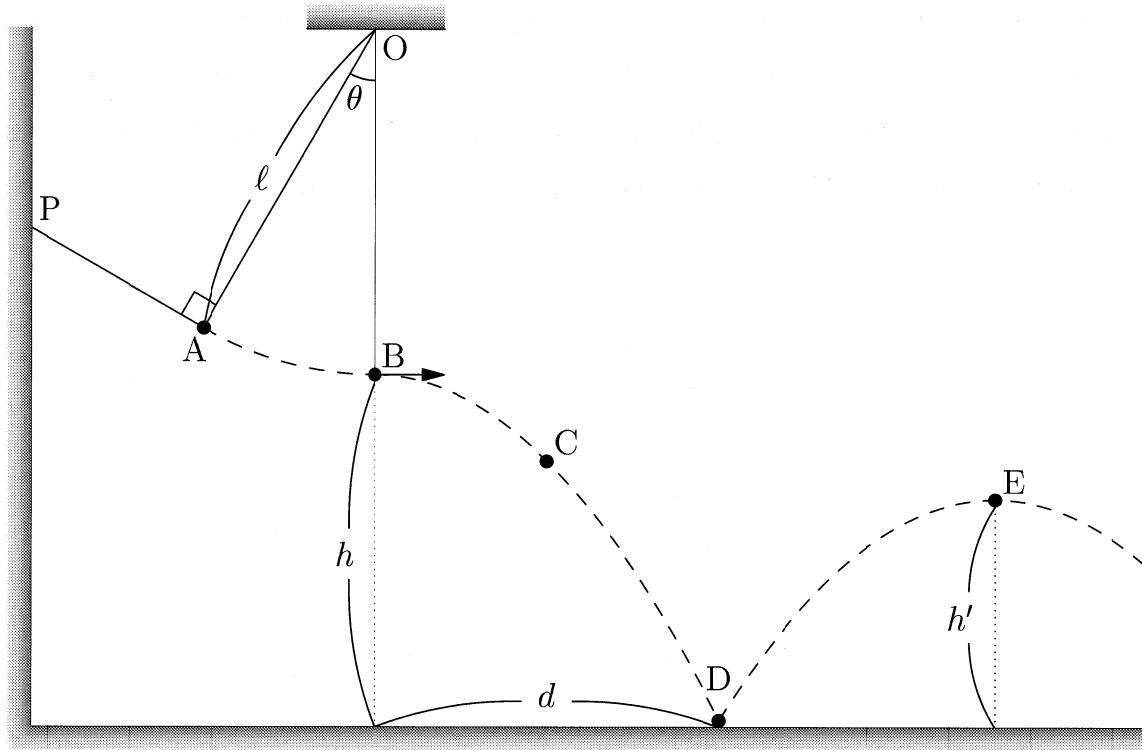


図 2—I

問 1 図 2—I のように、点 A の位置に物体を 2 本の軽い伸び縮みしないひも OA, PA でつるした。ひも OA が鉛直方向と角度 θ 、および、ひも PA がひも OA に対し垂直のところをつりあつた。ひも PA が物体を引く力(張力)の大きさ T を求めよ。

ひも PA を静かに切り離すと、物体は点 O と物体を結ぶひもの長さ l を半径とした円弧に沿って運動した。物体が点 B を通過する瞬間の速度は水平方向右向きで大きさが v であつたとする。

問 2 物体が点 B を通過する瞬間に、ひもにはたらく張力の大きさ T' を求めよ。

物体が点 B を通過した瞬間にひもが切れ、物体は水平方向右向きに大きさ v の速度で投げ出され、図 2—I の $B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$ の曲線に沿って運動した。水平方向については、右向きを正とする。点 B の床からの高さを h とする。

問 3 床に落下する途中の点 C での、物体の運動方程式の水平成分と鉛直成分を書け。物体の加速度の水平成分を a_x 、鉛直成分を a_y とせよ。また、解答の際に(ア)鉛直上向き、または(イ)鉛直下向き、のどちらの向きを正にとって運動方程式を書いたのかがわかるように、解答用紙の解答欄にある(ア)、(イ)のどちらかを○で囲むこと。

問 4 物体が点 B から床の上の点 D に達するまでに要する時間 t と、物体がこの間に水平方向に移動した距離 d を求めよ。

物体が床の上の点 D で床と衝突してはね返った。床はなめらかであるとし、物体と床とのはね返り係数を e とする。物体が床の上の点 D に衝突する直前の速度の鉛直成分の大きさが V であつたとする。以下の問いでは V を用いて解答せよ。

問 5 物体が床の上の点 D ではね返った直後の速度の大きさを求めよ。

問 6 床から物体にあたえられた力積の大きさ $F\Delta t$ を求めよ。ただし、時間 Δt の間に床から物体に一定の力 F がはたらいたとする。

問 7 物体が床からはね返った後、床からの高さ h' の最高点 E に達した。点 E の高さ h' と点 B の高さ h の関係を求めよ。

3 以下のA, Bの各問に答えよ。(30点)

A 図3-Iのように、面積と形状が同じ3枚の金属板A, P, Bを互いに平行に並べ、A, Pは電池とスイッチSW₁を介して、A, BはスイッチSW₂を介して、導線で接続した。各金属板の面積はSであり、AとPの間隔はd, PとBの間隔は2dである。AとP, PとBはそれぞれ平行板コンデンサーを構成する。金属板の大きさはdと比べて十分に大きく、金属板の端における電場(電界)の乱れは無視できる。金属板が帯電したとき、電荷は金属板の左面, 右面の一方, あるいは両方に存在し、各面で一様に分布する。電池の起電力をV₀, AとPを極板とするコンデンサーの電気容量(静電容量)をCとする。2つのスイッチは開かれ、各金属板に電荷はないものとする。A, P, Bは真空中にあり、真空の誘電率をε₀とする。

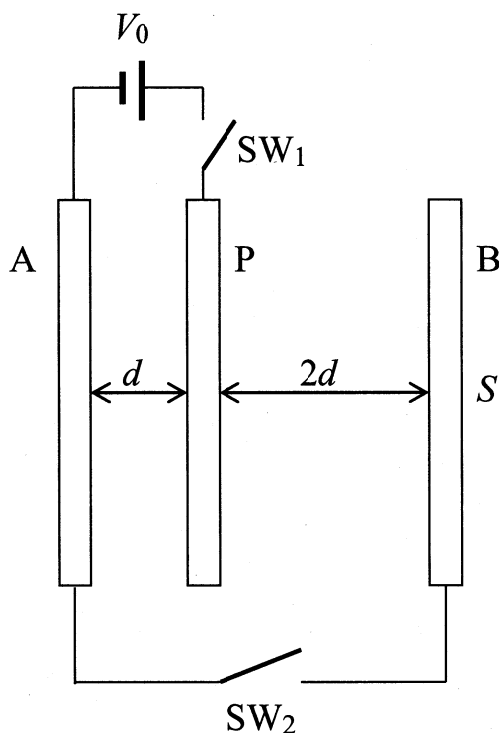


図3-I

問1 Cをε₀, d, Sを用いて表せ。

スイッチSW₁を閉じたところ、AとPを接続する導線に電流が流れた後に止まった。このとき、Pには電気量Q₀が蓄えられ、また同時にAとPを極板とするコンデンサーには静電エネルギーUが蓄えられた。

問2 Q₀とUをそれぞれC, V₀を用いて表せ。

スイッチSW₁を開いて、スイッチSW₂を閉じると、AとBを接続する導線に電流が流れた後に止まった。このときPの左面, 右面にある電気量をそれぞれQ_L, Q_Rとする。

問3 A, P間の電位差とB, P間の電位差が等しいこととQ_L + Q_R = Q₀が成り立つことに注意して、Q_L, Q_RをそれぞれQ₀で表す式を求めよ。

次にスイッチSW₂を開いて、AとPの間を比誘電率ε_rの誘電体ですきまなく満たした。

問4 このときのA, P間の電位差V_{AP}をQ_L, C, ε_rを用いて表せ。

スイッチSW₂を閉じたところ、AとBを接続する導線に電流が流れた後に止まった。

問5 このときのA, P間の電位差V_{AP}'をQ₀, C, ε_rを用いて表せ。

B 図3-IIのように、2本の平行な十分に長いレールに起電力 V_0 の電池と抵抗値 R の抵抗を接続する。2本のレールの間隔を L に保ち、レールを水平面に対してある角度 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) で固定した。2本のレールの間には鉛直上向きの一様な磁束密度 B の磁場(磁界)がかかっている。2本のレールに接するように導体棒を置くことを考える。導体棒はレールに垂直に置くものとし、そのとき導体棒は水平になる。この導体棒は置かれた向きを保ったまま、レール上をなめらかに動ける。電池の内部抵抗、レールと導体棒の抵抗、レールと導体棒の接触による抵抗、回路の自己誘導はすべて無視できる。重力加速度の大きさを g とする。

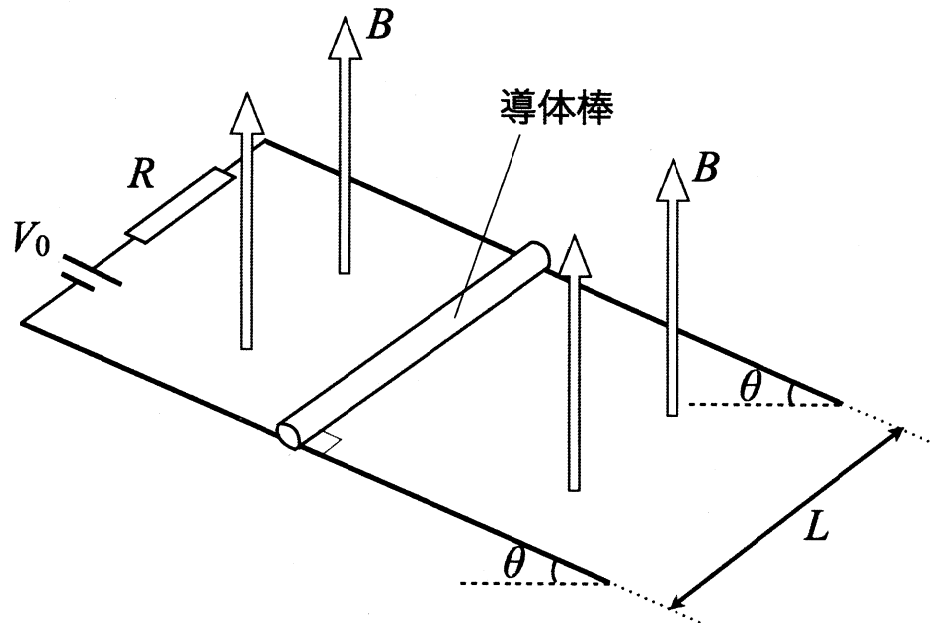


図3-II

質量 m の導体棒を静かに置くと、導体棒はレール上で静止したままであった。

問6 図3-IIIは導体棒とレールを横から見た図である。導体棒に流れる電流が磁場から受ける力の向きを図3-IIIの(ア)~(ク)の中から1つ選び、その記号を記入せよ。また、その力の大きさを B , V_0 , L , R を用いて表せ。

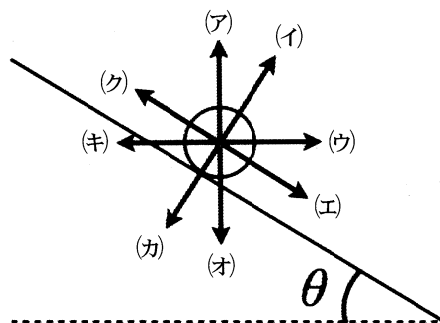


図3-III

問7 導体棒にはたらく力の斜面にそった方向でのつりあいから、 $\tan \theta$ を m , g , B , V_0 , L , R で表せ。

質量 m の導体棒をレールから外し、それより重い導体棒を静かに置くと、導体棒はレールにそって下向きに動き始めた。

問8 導体棒の速さがレールにそって下向きに v になった瞬間に、導体棒に生じる誘導起電力の大きさ V' を v , θ , B , L を用いて表せ。また、回路に流れる電流の大きさ I を v , θ , B , V_0 , L , R で表せ。

問9 十分に長い時間が経過すると、最終的に導体棒はどのように運動するか。以下の(ア)~(エ)の中から正しいものを1つ選び、その記号を記入せよ。

- (ア) レールにそって下向きに、加速しながら運動する。
- (イ) レールにそって下向きに、一定の速度で運動する。
- (ウ) レールにそって上向きに、加速しながら運動する。
- (エ) レールにそって上向きに、一定の速度で運動する。

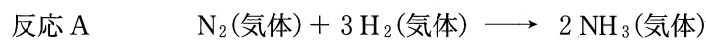
化 学

必要があれば、原子量は次の値を使いなさい。

H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5, Ag = 108

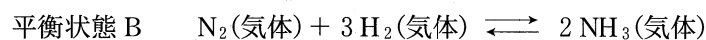
1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

アンモニアは以下の反応 A により生成する。アンモニアの生成熱を X (kJ/mol) とする。



容積 10 L の容器内で温度 600 K に保って反応 A を行わせると、以下の平衡状態 B に到達した。

平衡状態 B の平衡定数は $4.4(\text{L/mol})^2$ であった。



気体はすべて理想気体とし、気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

問 1 反応 A の活性化エネルギーは 234 kJ である。触媒の導入により活性化エネルギーが 138 kJ 低下した場合について、以下の各問に答えなさい。

- (1) 反応 A の逆反応の活性化エネルギー (kJ) はいくらになるか、 X を用いて答えなさい。
- (2) 反応 A の水素の消失速度 v_1 とアンモニアの生成速度 v_2 の比 v_1/v_2 はいくらになるか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。

問 2 アンモニアと酸素から水と 1.0 mol の窒素が生成する反応の反応熱は 634 kJ である。水素と酸素より 1.0 mol の水が生成する反応の反応熱は 242 kJ である。これらの値を使って計算したアンモニアの生成熱 X (kJ/mol) はいくらになるか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。ただし、反応物および生成物は全て気体である。

問 3 平衡状態 B において容器内のアンモニアの物質量が 0.82 mol、水素の物質量が 1.0 mol とすると、容器内の圧力 (Pa) はいくらになるか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。ただし、指数表記にすること。
(例: 1.2×10^5)

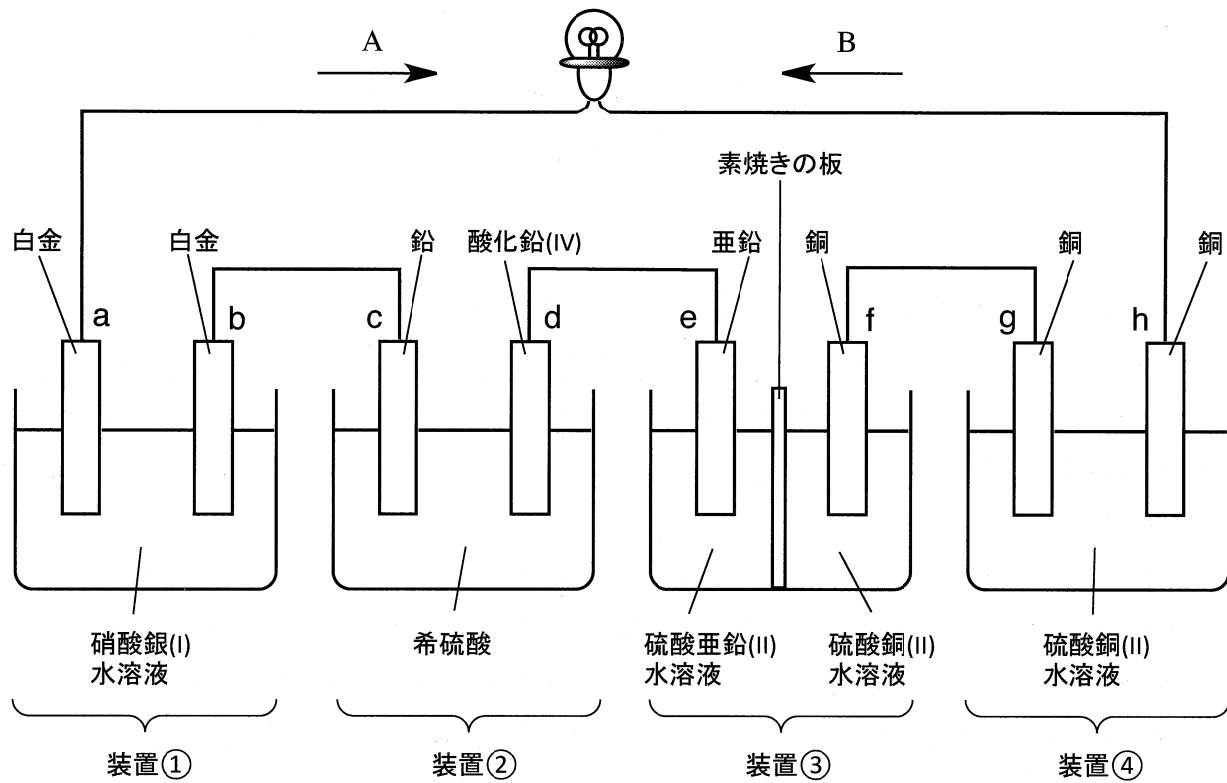
問 4 以下の(1)と(2)の問いに答えなさい。

- (1) 平衡状態 B において逆反応を進行させる操作を以下の(ア)~(エ)からすべて選び、記号で答えなさい。
(ア) 容器内にアルゴンを加える。 (イ) 容器内にアンモニアを加える。
(ウ) 容器内に水素を加える。 (エ) 容器内に窒素を加える。
- (2) 平衡状態 B に到達後、容器内の温度を変えて平衡状態 C に到達させると、平衡定数は $2.0(\text{L/mol})^2$ になった。平衡状態 C から 600 K に戻すと容器内の反応はどうなるか、以下の(ア)~(ウ)から一つ選び、記号で答えなさい。
(ア) 正反応が進行する。 (イ) 逆反応が進行する。 (ウ) どちらの反応も進行しない。

問 5 物質の濃度の代わりに分圧で表した平衡定数を圧平衡定数という。平衡状態 B の圧平衡定数 (Pa^{-2}) はいくらになるか、有効数字は 2 桁とし、3 桁目を四捨五入して答えなさい。ただし、指数表記にすること。(例: 1.2×10^5)

2

図 I に示すように装置①から装置④を直列に配線したところ、豆電球が点灯した。以下の各問に答えなさい。(17 点)



問 1 装置①から装置④のうち、電池としてはたらいっているものを全て選び、装置番号で答えなさい。

問 2 電流と電子の流れの向きで正しい答えを(ア)~(エ)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 電流は A の向きに、電子も A の向きに流れる。
- (イ) 電流は A の向きに、電子は B の向きに流れる。
- (ウ) 電流は B の向きに、電子は A の向きに流れる。
- (エ) 電流は B の向きに、電子も B の向きに流れる。

問 3 電極 a から電極 h のうち、電気分解の陰極を全て選び、記号で答えなさい。

問 4 電極 a から電極 h のうち、質量が減少するものを全て選び、記号で答えなさい。

問 5 電極 a の表面で起きている反応を、電子を含むイオン反応式で書きなさい。

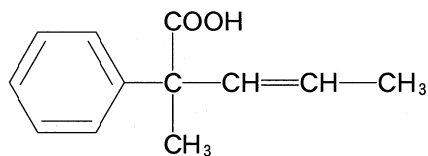
問 6 装置④の銅(II)イオンの濃度は、時間の経過とともにどのように変化するか。正しい答えを(ア)~(ウ)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 増加する。
- (イ) 減少する。
- (ウ) 変化しない。

問 7 図 I の装置①を取りはずし、電極 a と電極 b を直流電源につないで電気分解をおこなった。4.0 A の電流を 50 分間通じたものとして、以下の(1)と(2)の問いに答えなさい。ただし、ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

- (1) 流れた電気量(C)を答えなさい。
- (2) 陰極で析出した銀の質量(g)を小数点第 1 位で四捨五入し、整数で答えなさい。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。構造式を書くときは、図Ⅱの記入例にならって書きなさい。(16点)



図Ⅱ

分子式が $C_{24}H_{26}O_4$ で示される化合物 A を完全に加水分解したところ、物質量の比 1 : 1 : 1 で化合物 B, 化合物 C, 化合物 D からなる混合物が得られた。1 mol の化合物 B を過剰量のナトリウムと反応させると、1 mol の水素を発生して化合物 E が生じた。^(a) 10.6 mg の化合物 E について元素分析を行ったところ、炭素 2.4 mg, 水素 0.40 mg, ナトリウム 4.6 mg が含まれていた。化合物 B に水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱しても、黄色沈殿は生じなかった。化合物 B を酸化するとシュウ酸が生じた。^(b)

トルエンをおだやかに酸化すると化合物 F が得られる。化合物 F は芳香を持つ液体で、酸化されやすく、酸化されると化合物 G になる。化合物 C と化合物 D は同じ組成式を持ち、どちらも化合物 G のベンゼン環の水素原子の 1 つが炭化水素基に置き換わった化合物である。化合物 C は不斉炭素原子を 1 つ有するが、化合物 D には不斉炭素原子は含まれない。化合物 C を酸化すると化合物 H が生じた。化合物 H は、キシレンの構造異性体の 1 つを酸化しても得られ、化合物 H を加熱すると分子内で脱水が起こり、酸無水物 I が得られる。一方、化合物 D の酸化では化合物 H は生じなかった。化合物 C のクロロホルム溶液に室温で少量の臭素を加えたところ、臭素の色が消えた。^(c) しかし、化合物 D のクロロホルム溶液に臭素を加えても臭素の色は消えなかった。

問 1 化合物 E の分子式を答えなさい。

問 2 下線部(a)の化学反応式を書きなさい。化合物 B と化合物 E は示性式で示すこと。

問 3 特定の構造をもつ化合物に、下線部(b)のように、水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱すると黄色沈殿が生じる。この反応を示す化合物を以下の 6 つの化合物のうちから 3 つ選び、化合物名で答えなさい。

メタノール, エタノール, ホルムアルデヒド, アセトアルデヒド, アセトン, ギ酸

問 4 化合物 F をアンモニア性硝酸銀水溶液が入っている試験管に加えて加熱すると、試験管の内壁にどのような変化がおこるか、理由とともに 50 字以内で答えなさい。

問 5 酸無水物 I の構造式を書きなさい。

問 6 下線部(c)について、1 mol の化合物 C に臭素を過剰量加えた場合、化合物 C に付加する臭素の物質量はいくらか答えなさい。

問 7 化合物 A として考えられる構造式をひとつ書きなさい。

4 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(17点)

高校生の太郎君は、先生と一緒に化学実験の準備を手伝うことになった。以下は、準備作業中の2人の会話である。

先生：「30.0 % 塩酸」と書かれたラベルが貼られている塩酸の瓶と水酸化ナトリウムの容器を持ってきて。

太郎：はい。持ってきました。

先生：この塩酸を5.00 %に希釈しよう。他には、水酸化ナトリウムの試薬が、固体で0.100 mol 必要だね。ただし、その物
質量を正確に量り取ることは難しいから、今回は、約4 g を量り取って、蒸留水に溶かすことにしよう。

太郎：水酸化ナトリウムを蒸留水に加えたら、ビーカーが温かくなりました。

先生：よく気がついたね。その水酸化ナトリウム水溶液に希釈後の塩酸を加えても、発熱するよ。

問 1 下線部(a)について、ラベルの「30.0 %」は質量パーセント濃度を意味している。この溶液のモル濃度(mol/L)を求めなさい。ただし、30.0 % 塩酸の密度は 1.20 g/cm^3 として計算し、温度による密度の変化は無視してよい。有効数字は3桁とし、4桁目を四捨五入して答えなさい。

問 2 下線部(b)について、問1の塩酸 50.0 mL を希釈して5.00 % (質量パーセント濃度)の塩酸を作るために必要な水の量と作成した5.00 % 塩酸の密度を答えなさい。有効数字は3桁とし、4桁目を四捨五入して答えなさい。水の密度は 1.00 g/cm^3 として計算すること。ただし、温度による密度の変化は無視してよい。

問 3 下線部(c)について、正確に量り取ることが難しい理由を2つ、それぞれ30文字以内で答えなさい。

問 4 下線部(d)と(e)について、発生する熱の名称をそれぞれ答えなさい。

問 5 問4の下線部(d)と(e)の発熱量をそれぞれ $A \text{ (kJ)}$ 、 $B \text{ (kJ)}$ とする。また、量り取った固体の水酸化ナトリウムは、蒸留水に溶かさずに、希釈後の塩酸に直接溶かしても発熱する。このときの発熱量を $C \text{ (kJ)}$ とする。発熱量 A 、 B 、 C の間に成り立つ関係について、もっとも適切なものを選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) NaOH と HCl の物質質量に関係なく、 $A = B + C$ の関係が成り立つ。
- (イ) NaOH と HCl の物質質量が等しければ、 $A + B = C$ の関係が成り立つ。
- (ウ) NaOH と HCl の物質質量が等しければ、 $A = B + C$ の関係が成り立つ。
- (エ) 発熱量は反応経路によらないので、 $A = B + C$ の関係が常に成り立つ。

5 以下の各問に答えなさい。(16点)

問 1 同じ濃度の 4 種類のイオンを含む希硝酸水溶液(1)~(4)がある。それぞれの水溶液から下線のイオンのみを沈殿させる操作を(ア)~(ク)の中から選び、記号で答えなさい。また、生じる沈殿を化学式で答えなさい。

- (1) Pb²⁺, Cu²⁺, Ag⁺, Zn²⁺
- (2) Fe³⁺, Al³⁺, Zn²⁺, Pb²⁺
- (3) Ba²⁺, Cu²⁺, Al³⁺, Na⁺
- (4) CrO₄²⁻, Cl⁻, I⁻, S²⁻

- (ア) 希塩酸を加える。
- (イ) 希硫酸を加える。
- (ウ) 水酸化ナトリウム水溶液を過剰に加える。
- (エ) アンモニア水を過剰に加える。
- (オ) 硫化水素を通じる。
- (カ) 弱塩基性にした後、硫化水素を通じる。
- (キ) Ba²⁺ イオンを加える。
- (ク) Ag⁺ イオンを加える。

問 2 次の文章を読んで、(1)と(2)の問いに答えなさい。

Ag⁺, Al³⁺, Fe³⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Ca²⁺ を含む混合水溶液がある。これらをそれぞれ分離するために、次の操作を行った。

操作 1 : 混合水溶液に塩酸を加え、生じた の沈殿をろ過して除いた。

操作 2 : 操作 1 のろ液に硫化水素を通じ、生じた の沈殿をろ過して除いた。

操作 3 : 操作 2 のろ液を煮沸して硫化水素を除いた後、希硝酸を加えた。これに過剰のアンモニア水を加え、生じた と の沈殿をろ過して除いた。

操作 4 : 操作 3 のろ液に再び硫化水素を通じ、生じた の沈殿をろ過して除いた。

操作 5 : 操作 4 のろ液に炭酸アンモニウム水溶液を加えると の沈殿が生じた。

操作 6 : 操作 3 で生じた沈殿に、水酸化ナトリウム水溶液を加えると が溶解した。

(a)

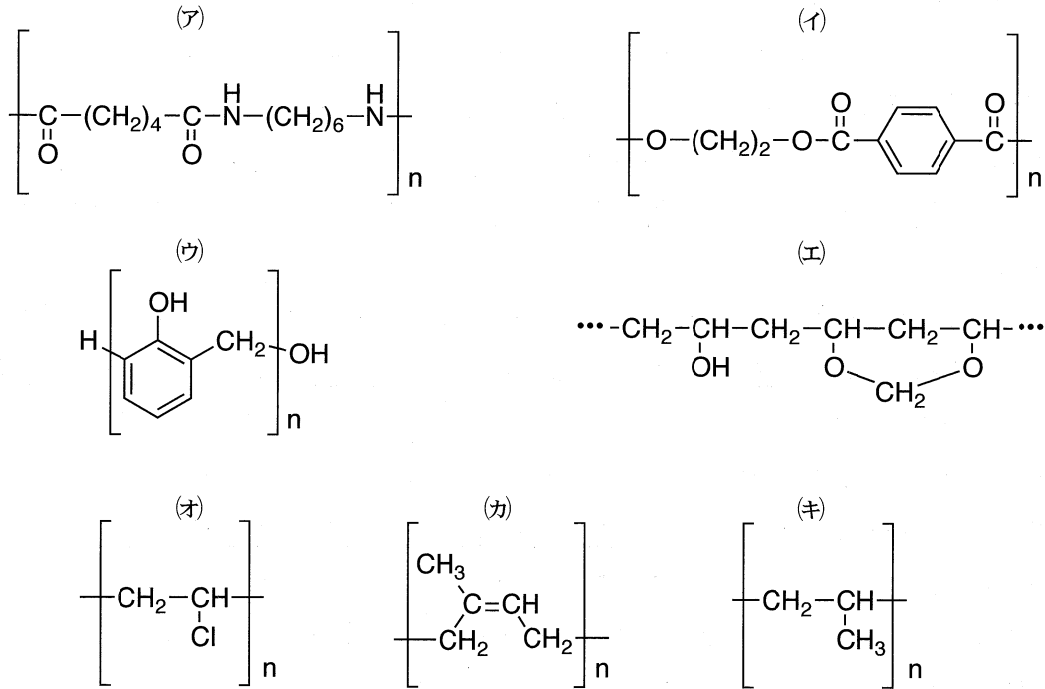
- (1) 上の文章中の ~ に当てはまる化合物を化学式で答えなさい。
- (2) 下線部(a)の反応をイオン反応式で書きなさい。

6 以下の各問に答えなさい。(17点)

問 1 代表的な高分子化合物である(A)ポリプロピレン、(B)ポリイソブレン、(C)ビニロン、(D)ナイロン 66(6,6-ナイロン)について、以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。

(1) 高分子化合物(A)から(D)の構造を図Ⅲの(ア)~(キ)から選び、記号で答えなさい。

<構造式>



図Ⅲ

(2) 高分子化合物(A)から(D)の特徴・用途を以下の(ク)~(ス)から選び、記号で答えなさい。

<特徴・用途>

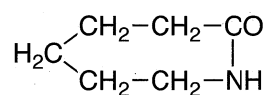
- (ク) 生ゴム(天然ゴム)の主成分であり、硫黄を数%加えて加熱すると弾性が増加する。
- (ケ) カロザースによって合成された世界初の合成繊維である。絹の長所を再現することを目的に開発された繊維で、肌ざわりや光沢が絹に似ている。
- (コ) 初の国産合成繊維で、適度な吸湿性があり、摩擦や薬品に対して強いので、衣料・テント・漁網などに用いられている。
- (カ) 回収、熔融、紡糸することで繊維として再生することができる素材として、フリース衣料や飲料用の容器などに用いられている。
- (シ) ベークランドによって合成された世界初の合成樹脂である。熱硬化性をもつ材料として、フライパンの取っ手などに用いられている。
- (ス) 熱可塑性をもつ材料であり、薄膜にすることもできる。袋や容器などに用いられている。

(3) 高分子化合物(A)から(D)を合成するのに用いられる反応名を以下の(セ)~(タ)から選び、記号で答えなさい。

<反応名>

- (セ) 開環重合
- (ソ) 付加重合
- (タ) 縮合重合

問 2 図Ⅳにε-カプロラクタムの構造を示す。ε-カプロラクタムを開環重合すると高分子化合物が得られる。この高分子化合物について、以下の(1)~(3)の問いに答えなさい。



図Ⅳ

- (1) 高分子化合物の名称を答えなさい。
- (2) 高分子化合物の構造式を書きなさい。
- (3) 高分子化合物の平均分子量が 113,000 であった。この場合の平均の重合度を答えなさい。

生 物

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

琉球列島は生物多様性が高いことで知られている。生物多様性について考える場合、生態系レベル、種レベル、遺伝子レベルからそれぞれ考察することが重要である。その中でも遺伝子の多様性は他のレベルの多様性の基盤を提供している。ただし、遺伝子は発現されなければ、形態をはじめとした表現型に寄与することはできない。そして、遺伝子が発現されるということは、その遺伝子の塩基配列の情報をもとにしてタンパク質が^(a)つくられることを意味する。ジェームズ・ワトソンとともにDNAの二重らせん構造を明らかにしたフランシス・1は、このような考え方を^(b)セントラルドグマとしてまとめた。実際には、^(c)ゲノムの遺伝情報からつくられるさまざまなタンパク質の総体こそが、細胞や種を特徴づけるものであり、生物体を駆動する原動力となっている。

生物学の実験では、研究対象の種を限定する場合が多い。たとえば、ショウジョウバエは発生生物学の材料として盛んに用いられている。その結果、^(d)ショウジョウバエの発生初期段階の胚における、ピコイドなどによる体節構造形成の原理が分子レベルで明らかとなった。発生生物学においては、ハンス・2とヒルデ・マンゴルドによるイモリの胚を用いた移植実験から誘導の原理が提案されていたが、ショウジョウバエにおいてそれと同様の原理が明確に示されたのである。さらに、ショウジョウバエをはじめとした多くの動物の^(e)体節形成にはホックス遺伝子群が関与していることが明らかになった。

ピコイドを含む調節タンパク質は、一般に、遺伝子発現を転写レベルで調節するタンパク質であることが多い。よって、細胞の分化は、1961年にフランソワ・ジャコブとジャック・3が大腸菌において提唱した、周囲の環境の影響によって遺伝子発現が調節される現象と原理的には同じだと考えられる。

近年、タンパク質分子の生体内での動態を観察する技術が飛躍的に向上し、細胞骨格などの比較的わかりやすい分子だけでなく、数が少ない分子も可視化できるようになった。その技術的基盤の一つとなっているのが緑色蛍光タンパク質(GFP)である。あるタンパク質の細胞内での動態を知りたい場合、^(f)そのタンパク質の遺伝子配列の直後に、緑色蛍光タンパク質の遺伝子配列を融合させる。このような融合遺伝子を遺伝子導入法によって細胞内に導入し、発現させ、発現された融合タンパク質を蛍光観察することができる。

問 1 文章中の 1 ~ 3 に入る最も適切な人物名を記入しなさい。

問 2 下線部(a)について、誤っているものを(ア)~(オ)の中から1つ選び、その記号を記入しなさい。

- (ア) アミノ酸の鎖として合成されたタンパク質が機能をもつためには、適切な立体構造が形成されなければならない。
- (イ) タンパク質は種類により、球状や棒状など、さまざまな形があり、形と機能が連動している。
- (ウ) タンパク質を構成する1個のアミノ酸が別のアミノ酸に置換される程度でもタンパク質の機能に影響を及ぼすことがある。
- (エ) タンパク質にはアミノ酸が糖とリン酸に置き換わっているものがあり、これが立体構造に寄与することがある。
- (オ) 数種のタンパク質の間でアミノ酸配列が違っていても同じ機能をもつ場合がある。

問 3 下線部(b)について、セントラルドグマとは何か説明しなさい。ただし、セントラルドグマの提唱後に追加された逆の流れについても述べること。

問 4 下線部(c)のことを近年の造語で何と呼ぶか。正しい答えを(ア)~(オ)の中から1つ選び、その記号を記入しなさい。

- (ア) プロテイン (イ) プロテアーゼ (ウ) プロテオーム (エ) プロテインキナーゼ (オ) プロリン

問 5 下線部(d)について、ピコイドなどの分子はどのようにしてそれぞれの場所にある細胞に位置情報を与えることができるか、簡潔に答えなさい。

問 6 下線部(e)について、この研究に貢献した代表的な突然変異体としてアンテナペディアとパイソラックスがある。それぞれの表現型について説明しなさい。

問 7 下線部(f)について、融合遺伝子を作るときに用いる可能性の低いものを(ア)~(カ)の中から2つ選び、その記号を記入しなさい。

(ア) 大腸菌

(イ) 制限酵素

(ウ) DNA リガーゼ

(エ) RNA ポリメラーゼ

(オ) プラスミド

(カ) 細胞融合法

問 8 下線部(f)について、融合遺伝子を用いてつくった融合タンパク質を用いてタンパク質の局在や機能を解析する場合、いくつかの問題点が考えられる。GFP 融合タンパク質を用いた場合に考えられる問題点の1つについて、40字以内で説明しなさい。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

生物は、必要な物質を取り入れて新たな物質を合成し、また、それらを分解して排出する。このような生物体内の合成や分解を 1 という。1 には、単純な物質から生体内で必要になる複雑な物質を合成する 2 と、複雑な物質を分解して単純な物質にする 3 がある。地球上に生命が誕生してから永々とこれらの営みが続けられ、今日に至っている。植物が二酸化炭素と水と、太陽からの光エネルギーをもちいて有機物を合成する光合成は、2 である。一方、動物が摂食により得た有機物を分解し、エネルギーを得る呼吸は、3 である。

光合成の反応 二酸化炭素 + 水 + 光エネルギー → 有機物 + 酸素

呼吸の反応 有機物 + 酸素 → 二酸化炭素 + 水 + エネルギー(ATP)

光合成と呼吸の行われる細胞小器官は、それぞれ 4 と 5 である。マーグリスは、これらの細胞小器官は原核細胞がほかの細胞へ 6 したことにより生じたとする 6 説を提唱した。^(a)太古の時代には大気中に分子状の酸素は無く、光合成を行う 7 が登場してから、徐々に酸素が蓄積し、さらに植物が現れたことで、現在の大気は、約 21% の酸素を含むようになった。こうして、地球上には多様な生物が進化してきた。また、生物を取り巻く環境中には、体内に侵入して害を及ぼす病原体や寄生者も存在し、それらに対抗する生体防御の方法も様々である(表 I)。これらの生体防御を超えて、生物は新たな 6 を行って、異なる能力を得ていくのだろうか。

表 I 脊椎動物と植物の生体防御

	脊椎動物	植物
防御ライン1	侵入を防ぐ A	侵入を防ぐ B
防御ライン2	侵入者の排除 C	侵入者の排除 D

問 1 文中の 1 ~ 7 に入る適当な語句を答えなさい。

問 2 光合成の反応と呼吸の反応は、逆反応に見えるが、下線部(a)にあるように、現在の酸素濃度はゼロではない。その理由を 100 字以内で説明しなさい。

問 3 表 I の A~D にあてはまる語句の組み合わせで正しい答えを(ア)~(オ)の中から 1 つ選び、その記号を記入しなさい。

	A	—	B	—	C	—	D
(ア)	繊毛	—	リグニン	—	好中球	—	エチレン
(イ)	皮膚	—	細胞膜	—	キラーT細胞	—	サイトカニン
(ウ)	くしゃみ	—	セルロース	—	マスト細胞	—	ジャスモン酸
(エ)	発熱	—	ヤニ	—	マクロファージ	—	過敏感反応
(オ)	リゾチーム	—	細胞壁	—	樹状細胞	—	ファイトアレキシン

問 4 表 I の C には、一次応答と二次応答がある。どのようなしくみか、以下の語句をすべてもちい、「はじめての病原体に感染した場合,」という書き出しを含めて、200 字以内で説明しなさい。

〔語句〕 T細胞 B細胞 細胞性免疫 体液性免疫 記憶細胞 リンパ球

3 以下の各問に答えなさい。(25点)

問 1 琉球列島におけるイシサンゴ類の調査で、マコト君とアキオ君が4つの色彩タイプ(緑色、茶色、黄色、紫色)のイシサンゴを1標本ずつ採取した。採取した標本から、COI と呼ばれる遺伝子の DNA 塩基配列を決定した。共通な部分を含め646個の塩基からなる塩基配列を比較して、異なる塩基番号を抜き出すと表Ⅱのようになった。表Ⅱから、異なる色彩の各組み合わせについて、配列が異なる塩基番号の個数を数え、解答欄の表Ⅲのa~eに記入しなさい。

表Ⅱ 4つの色彩タイプ(緑色、茶色、黄色、紫色)のイシサンゴ類のCOI 遺伝子のDNA 塩基配列の異なる塩基番号

色彩タイプ	COI 塩基番号								
	55	65	81	239	441	444	459	501	583
緑色	T	C	T	C	G	T	G	A	T
茶色	C	A	C	C	G	T	G	T	A
黄色	A	C	T	C	G	T	G	A	G
紫色	C	C	C	A	T	C	T	T	A

表Ⅲ COI 遺伝子のDNA 塩基配列の異なる塩基番号の個数

色彩タイプ	紫色	黄色	茶色
緑色	a	d	5
茶色	b	e	
黄色	c		

問 2 マコト君とアキオ君は表Ⅲからイシサンゴ類の分子系統樹を作成したかったが、作り方が分からなかった。そこで、図書館で調べたら、イソギンチャク類の分子系統樹(図 I)が書かれている論文を見つけた。その論文から、以下のようなことが分かった：

- 1) イソギンチャク類には4つのタイプ(A, B, C, D)がある。
- 2) イソギンチャク類がもつ 18 S と呼ばれる遺伝子の DNA 塩基配列には異なるタイプ間で、100 万年当たり 0.70 % の違いが生じる。

これに基づくと、図 I の分子系統樹の A と B は何年前に分岐したと考えられるか？

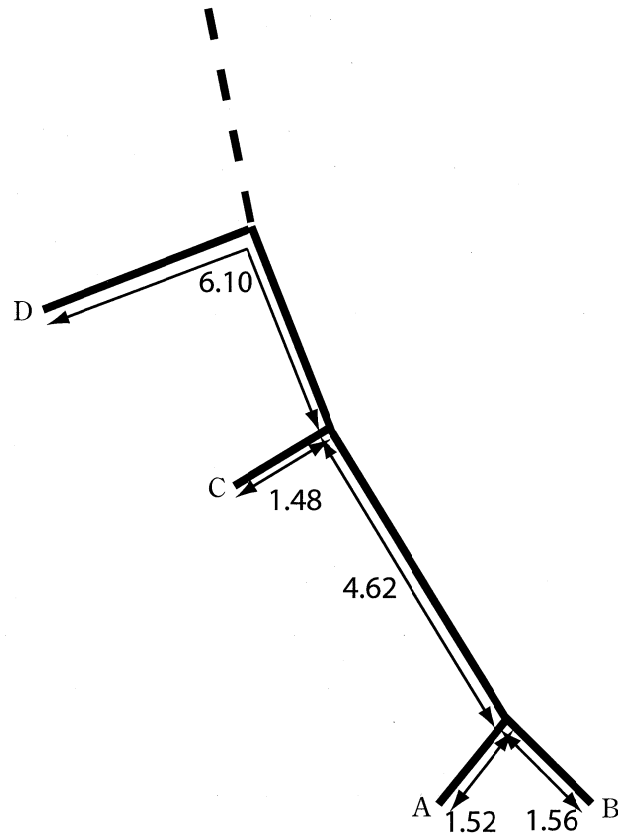


図 I イソギンチャク類の4つのタイプ(A, B, C, D)の 18 S 遺伝子の DNA 塩基配列に基づいて作成した分子系統樹。数値は DNA 塩基配列が異なる割合(%)を示す。

問 3 表Ⅲに基づき、イシサンゴ類の分子系統樹を作成しなさい。

問 4 次の文章を読んで、最も適切な語句を記入しなさい。

- (1) DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化は自然選択に対して有利でも不利でもないものが大部分である。このような考え方を 説という。
- (2) アミノ酸の置換は、ほぼ一定の速度で進むことから、 という考え方が生まれた。
- (3) ある集団が、同種他の集団から隔てられて交配できなくなることを という。 が成立し、新たな種が生じることを という。
- (4) 異性をめぐる競争によってある特定の形質が進化する仕組みを という。

4 次のA, Bの文章を読んで, 以下の各問に答えなさい。(25点)

A. 生態系における物質生産量を知ることは, それぞれの生態系の特徴を理解する上で役立つ。生産者が一定期間内に光合成によって生産した有機物の総量は, 総生産量とよばれる。生産者は, 光合成を行うと同時に, 生産した有機物を呼吸で消費する。総生産量から呼吸で消費された有機物量を差し引いたものを, 純生産量とよぶ。また, ある時点で一定の空間内に存在する生物量を現存量とよぶ。表IVはさまざまな生態系における生産者の現存量と純生産量を示したものである。

表IVを見ると, 地球全体の純生産量は陸域が約3分の2, 海域が約3分の1である。陸地には, 気候に対応したさまざまなバイオームが存在し, それぞれに特徴的な生態系が形成されている。海域生態系では, 水生植物や植物プランクトンなどが生産者となり, 純生産量がゼロとなる補償深度までの間で, 物質生産を行っている。

表IV 各種生態系の面積, 生産者の現存量および純生産量(推定値)

生態系	面積 (10^6 km^2)	現存量(乾燥重量)(B)		純生産量(乾燥重量)(P)		P/B (/年)
		平均値 (kg/m^2)	地球全体 (10^{12} kg)	平均値 [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{年})$]	地球全体 ($10^{12} \text{ kg}/\text{年}$)	
森林	56.5	30	1700	1.4	80.0	0.05
草原	24.0	3.1	74	0.8	19.0	0.26
荒原	50.0	0.4	18.5	0.06	2.8	0.15
農耕地	14.0	1.0	14	0.65	9.0	0.65
湿地	2.0	15.0	30	2.00	4.0	0.13
湖沼・河川	2.5	0.03	0.05	0.25	0.5	8.33
陸域全体	149.0	12.3	1836.55	0.8	115.3	0.07
浅海域	28.6	0.1	3	0.47	13.5	4.70
外洋域	332.4	0.003	1	0.13	41.5	43.33
海域全体	361.0	0.01	4	0.15	55.0	15.00
地球全体	510.0	3.6	1840.55	0.33	170.3	0.09

B. ある地域の生物群集の中には複雑な相互関係が存在する。競争, 寄生, 共生, 捕食・被食関係などで関連づけられる生物間の複雑にからみあったネットワークができています。生物多様性が高いことの一つの現れとしてそのネットワークが複雑になるということが起こる。ネットワークの複雑さは大陸と島では異なり, また, 島の大きさや歴史によっても異なる。その場所のどれかの生物に変化が起こった時には, このネットワーク全体が影響を受ける。最も深刻な場合にはその生態系自体が全く別のものになってしまうこともある。外来生物が入り込むことも同様に生物群集に影響を与える。

問1 表IVには各生態系の面積, 現存量, 純生産量, その比が示されている。この表から読み取ることができる情報に基づいて, 以下の(1)~(3)にそれぞれ答えなさい。

- (1) 海域の2つの生態系を比較して, 外洋域生態系の特徴を説明しなさい。(60字以内)
- (2) 陸域は現存量, 純生産量ともに生態系による差が大きい。森林生態系と草原生態系を比較して, その違いを説明しなさい。(140字以内)
- (3) 陸域の生態系と海域の生態系を比較して, その違いを説明しなさい。(70字以内)

問2 Bの文章で, 複雑なネットワークからなる生物群集から1種の生物がいなくなった場合と, より単純なネットワークからなる生物群集から1種の生物がいなくなった場合とを比較して, 以下の(1), (2)に答えなさい。

- (1) いなくなった種の競争種が受ける影響はどのように違うと考えられるか?
- (2) 生物群集全体はどのような影響を受けると考えられるか?

問 3 以下の生物のうち、日本において外来生物ではないものを3つ選び、その番号を記入しなさい。

- | | | |
|----------|----------------|--------------|
| 1 アライグマ | 2 アカネズミ | 3 ソウシチョウ |
| 4 カブトガニ | 5 カミツキガメ | 6 オオヒキガエル |
| 7 オオクチバス | 8 セイヨウオオマルハナバチ | 9 セイタカアワダチソウ |
| 10 デンジソウ | | |

地 学

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

大気は温度によって、地表面に近いところから順に、対流圏・1・2・熱圏と呼ばれる層構造をなしている。対流圏全体で平均した気温減率は1 kmにつき約6.5℃であるが、水蒸気を含まない空気が上昇したときに1 kmあたり気温が約3℃低下することに比べると低下幅は小さい。これは、気体の上昇に伴って、水蒸気が液体の水に変化する際、潜熱の一種である4が放出されるからである。一方で、1では高さとともに気温が高く、1と2の境界で気温は極大となる。また、それよりも上空に位置する2では高さとともに気温が低下している。

我々の生活と関わりが深い地表気温は、太陽から地球が受ける太陽放射、地表から上空に向かって放出される地球放射のほかに、大気中の物質や雲からも影響を受けている。大気中の物質と雲の存在によって地表気温が高くなることを温室効果と呼ぶが、もし、大気と雲がないとすると、地球の地表気温は現在のものより30℃以上低くなると考えられている。

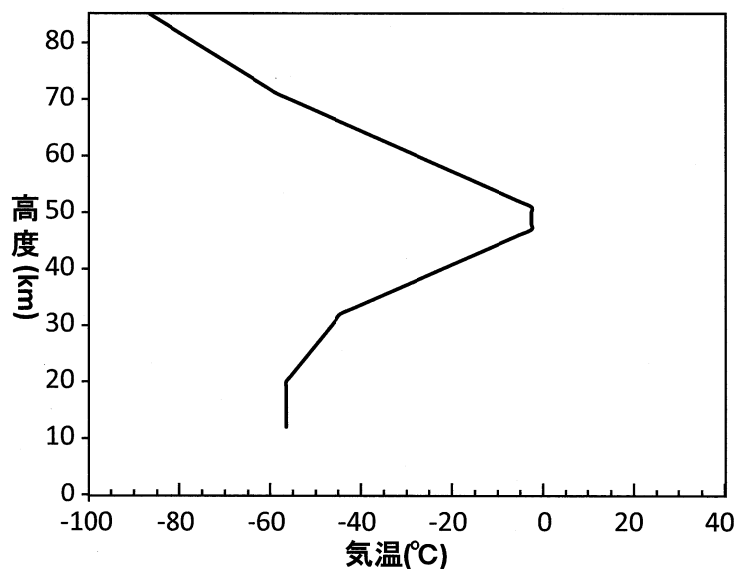
20世紀後半以降に地表気温の上昇が観測されているが、このうち大部分は人間活動の結果として、温室効果ガスの濃度が高まった影響だと考えられており、将来、さらに気温が上昇することが懸念されている。

問1 空欄1～4にあてはまる語句または数字を答えなさい。ただし、数字は整数とする。

問2 下線部①について、この高度に気温の極大がある理由を50字程度で説明しなさい。

問3 下線部②について、1秒間あたりに地球が大気の上端で受ける太陽放射エネルギーの総量は何Wであるか。有効数字2桁で答えなさい。また、計算過程も示しなさい。ただし、円周率を3.14、地球を半径 6.4×10^3 kmの球、太陽定数を 1.4×10^3 W/m²とする。

問4 図Iは、対流圏界面より上について平均的な気温の分布を示している。高度11 kmにある対流圏界面における気温を-56.5℃として、対流圏における気温分布を図に記入しなさい。また、地表気温は何℃となるか答えなさい。ただし、気温減率は対流圏内で一定であるとする。



図I 対流圏を除いた平均的な気温分布

問5 下線部③について、以下の問いに答えなさい。

(1) 以下の1～5のうち、一般に温室効果が大きいと考えられている気体をすべて選び、記号で答えなさい。

- 1 二酸化炭素 2 窒素 3 酸素 4 水蒸気 5 メタン

(2) 大気中の物質と雲の放射に関する特性に着目し、温室効果について、以下の語句をすべて用いて140字程度で説明しなさい。

- 地球放射 太陽放射 可視光線 赤外線 温室効果ガス

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

地球は十数枚のプレートに覆われている。プレート同士は別々の方向に運動するため、その運動様式からプレート境界は① 境界、すれ違う境界、 境界の3つのタイプに分けられる。

境界は大西洋の中央部付近や東太平洋の海底に分布し、 という顕著な地形を形成する。プレートの年代は、 から離れるに従って なり、また、海底の水深も から離れるに従って なる傾向がある。

日本列島は 境界にあり、プレート境界の部分では という地形が形成され、かつ2つのプレートの間、およびその周辺で地震が頻繁に発生する。日本列島付近のプレート境界で発生する巨大地震は、津波を伴うことが多い。地震の発生した位置を探るため、地震計で記録された地震波形を用いた解析が行われている。②

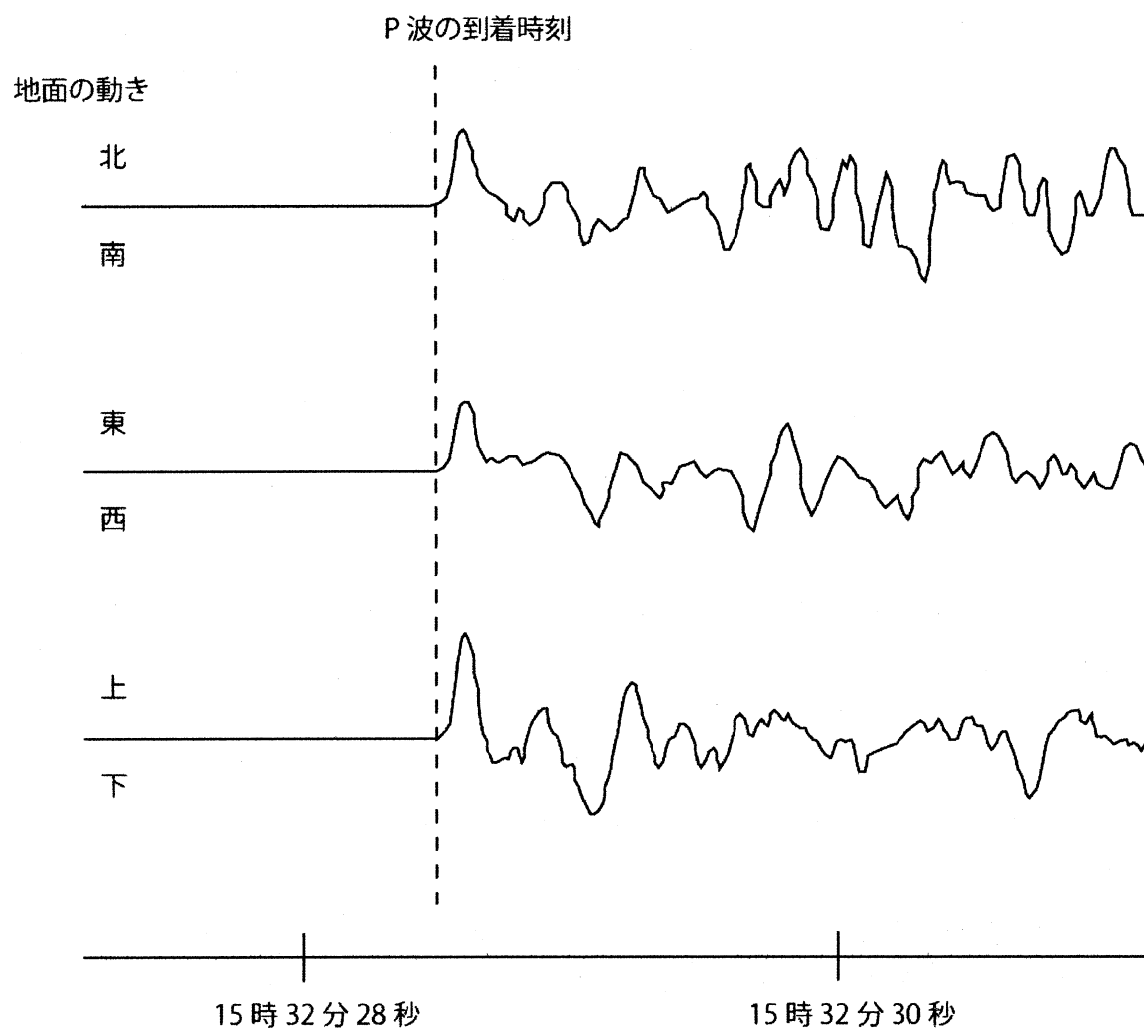
問1 空欄 1 ~ 6 に当てはまる語句を答えなさい。

問2 下線部①について、プレートの運動を知る方法を2つ答えなさい。

問3 下線部②について、津波が発生するメカニズムを70字程度で説明しなさい。

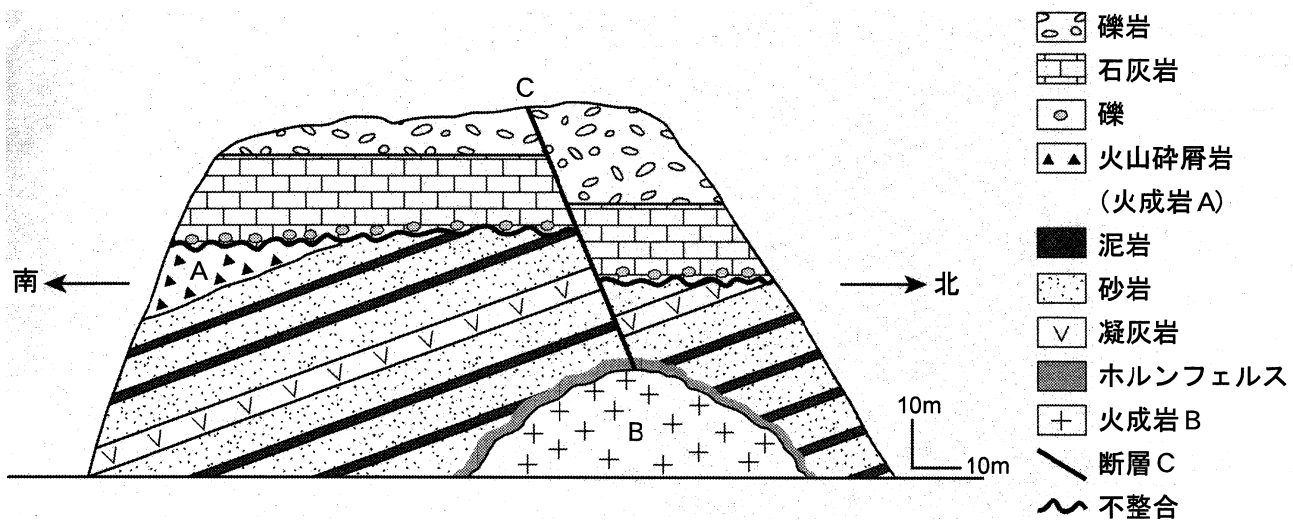
問4 下線部③について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 図IIは、ある地点に置かれた地震計が記録した、地震による南北・東西・上下の地面の動きである。地震計からみた震央の方位を8方位のうちの一つで答えなさい。
- (2) P波が15時32分28.5秒に到達した。P波の到達から10.0秒後にS波が到達した。震源に関する大森公式の係数を8.0 km/s、P波の伝播速度を7.0 km/sとして、地震の発生時刻を答えなさい。ただし計算過程も記し、0.1秒の単位まで求めること。



図II

3 図Ⅲは、ある土地の造成中に山が削られてできた崖の地層をスケッチしたものである。崖の面は南北方向に沿っており、手前が東向きである。凝灰岩の走向は $N 90^{\circ} E$ (EW)、傾斜は $20^{\circ} S$ である。この図について、以下の各問に答えなさい。(25 点)



図Ⅲ

問 1 この崖では 2 種類の火成岩がみられた。火成岩 A は火山碎屑岩に礫や岩塊として含まれ、火成岩 B の周りにはホルンフェルスがみられた。岩石薄片を観察したところ、火成岩 A は斑状組織で輝石や角閃石や斜長石が多く、色指数は約 30 % であった。火成岩 B は等粒状組織で石英やカリ長石や黒雲母が多く、色指数は 10 % であった。これら 2 種類の岩石名を答えなさい。

問 2 断層 C の断層面の走向は EW、傾斜は $70^{\circ} N$ である。この断層 C が生じたとき、どのような方向にどのような力が働いたか答えなさい。

問 3 この崖の地層で、かぎ層として有効な岩石名とその理由を答えなさい。

問 4 この崖を南側からみたとき、地層はどのように観察されるか絵を描きなさい。岩石の模様には図Ⅲの凡例を用いること。

問 5 不整合面の直上に含まれる礫として見つかる可能性が低い岩石を、次の 1 ~ 5 の中から一つ選び、記号で答えなさい。

- 1 火成岩 A
- 2 凝灰岩
- 3 石灰岩
- 4 砂岩
- 5 泥岩

問 6 崖の地層から推測されるこの地域の地史(堆積環境、火成活動、地殻変動の変遷)を、以下の語句を全て用いて 200 字程度で説明しなさい。

火山 マグマ 断層 扇状地 傾動 沈降 浸食 サング礁

問 7 この地域の防災に対する心構えについて、この崖の地層から想定されにくいものを、次の 1 ~ 5 の中から一つ選び、記号で答えなさい。

- 1 火成活動は最近まで起きていた可能性があるため、今後も付近の火成活動の観測情報に注意する必要がある。
- 2 断層は活断層の可能性があるので、地震の発生に備える必要がある。
- 3 風化しやすい岩石があるため、崖崩れに警戒する必要がある。
- 4 湧き水が出やすく、大雨時の増水に注意する必要がある。
- 5 津波の痕跡が認められるため、崖の頂上を避難場所として検討する必要がある。

4 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

生物の形態を示す最古の化石が、オーストラリア西部の約35億年前の堆積岩の一種、1 から発見されており、それ以前に生命が誕生したと考えられる。27億年前以降の石灰岩から、① 微生物によってつくられたドーム状の石灰質構造物が見つかっている。次いで、アメリカ合衆国中西部の約19億年前の地層から最古の真核生物、カナダ北部の約12億年前の地層から多細胞生物、オーストラリア南部の先カンブリア時代末期の砂岩から多細胞動物の化石が発見された。② カンブリア紀以降の地層からは、世界的に、多様な動物の化石がみられるようになる。特に、カナダ西部のカンブリア紀中期の頁岩に含まれる保存の良い動物化石は、現在の動物の起源を明らかにする上で重要な研究対象である。オルドビス紀に入ると、2 やサンゴなどの古生代型生物群の無脊椎動物が出現する一方で、生物(植物)の陸上への進出が始まる。シルル紀に無脊椎動物、3 紀に脊椎動物が陸上へ進出する。陸上植物は、石炭紀に大森林を形成したものの、その場所は湿地に限られていたのに対し、③ 三畳紀には大陸内部の乾燥地域においても生育可能な陸上植物が繁栄した。また、石炭紀に、水辺から離れ、④ 完全な陸上生活をする脊椎動物が出現した。比較的温暖な気候が続いた中生代には、赤道沿いに広がったテチス海を中心に、頭足類の 4 が多様化するとともに、モノチス、5 などの二枚貝や、放散虫、浮遊性有孔虫などのプランクトンが繁栄した。新生代の陸上で繁栄した哺乳類は 6 紀には出現していたが、新生代以前はネズミ程度の大きさで、活動時間も夜間に限られていたと考えられている。新生代の後半になると、地球は寒冷化し、7 紀には、④ 氷期が間氷期をはさんで訪れる、本格的な氷河時代へ突入する。その一方で、大陸の内部は乾燥化し、草原が広がりをもせるようになる。⑤ この草原を舞台に人類は独自の進化を遂げた。

化石記録や地層に残された地質学的証拠から、生物の大量絶滅が、⑥ 顕生代において、少なくとも5回はあったと考えられている。その内、最大規模の大量絶滅は 8 紀の末期に起こり、90%以上の種が絶滅した。

問1 空欄 1 ~ 8 に当てはまる語句を答えなさい。

問2 下線部①に関し、(a)微生物の生息場所、(b)ドーム状の石灰質構造物の名称および(c)微生物の光合成により放出された酸素の地質学的証拠を答えなさい。

問3 下線部②のカンブリア紀の動物群には捕食者が含まれる。この捕食者に対する、食べられる側の動物の「対策」としての体のつくりについて答えなさい。

問4 下線部③の陸上植物および脊椎動物の各々について、(a)名称と、(b)陸上植物については乾燥地域での受精を確実に行う方法、脊椎動物については受精卵を乾燥から守る仕組みについて簡潔に答えなさい。

問5 下線部④に関し、氷期には、緯度と関係なく、それ以前は海により隔てられていた陸地同士が陸続きになることがあった。その原因と陸続きに至る経過(プロセス)について、簡潔に述べなさい。

問6 下線部⑤に関し、人類が分布を広げる上で、有利に働いたと考えられる体のつくりと移動様式を答えなさい。

問7 下線部⑥に関し、大量絶滅の原因と考えられていることがらを1つ答えなさい。

1

- | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| ① $r\omega$ | ② μmg | ③ $\sqrt{\frac{f_0}{mr}}$ | ④ $\frac{GM}{R^2}$ |
| ⑤ $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$ | ⑥ (ウ) | ⑦ $\sqrt{2}$ | ⑧ (エ) |
| ⑨ (エ) | ⑩ $\frac{V}{V-v}f_0$ | ⑪ (ア) | ⑫ (ア) |
| ⑬ (イ) | ⑭ $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R^2}$ | ⑮ $\frac{4\rho\ell}{\pi d^2}$ | ⑯ (ア) |
| ⑰ $\frac{p_0 V_0}{nR}$ | ⑱ (エ) | ⑲ $\frac{3}{2}nRT_0$ | ⑳ (イ) |

2

- 問 1 $T =$ $mg\sin\theta$ 問 2 $T' =$ $m(g + \frac{v^2}{\ell})$
- 問 3 水平成分 $ma_x = 0$ 鉛直成分 (ア), (イ)
 (ア) $ma_y = -mg$
 (イ) $ma_y = mg$
- 問 4 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ $d = v\sqrt{\frac{2h}{g}}$ 問 5 $\sqrt{v^2 + (eV)^2}$
- 問 6 $F\Delta t =$ $mV(1+e)$ 問 7 $h' = e^2h$

3

- A**
- 問 1 $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$ 問 2 $Q_0 = CV_0$ $U = \frac{1}{2}CV_0^2$
- 問 3 $Q_L = \frac{2}{3}Q_0$ $Q_R = \frac{1}{3}Q_0$ 問 4 $V_{AP} = \frac{Q_L}{\epsilon_r C}$
- 問 5 $V_{AP}' = \frac{2Q_0}{(1+2\epsilon_r)C}$
- B**
- 問 6 力の向き (キ) 力の大きさ $\frac{V_0 BL}{R}$ 問 7 $\tan\theta = \frac{V_0 BL}{mgR}$
- 問 8 $V' = BLv\cos\theta$ $I = \frac{V_0 + BLv\cos\theta}{R}$ 問 9 (イ)

	得	点
物	理	

化学解答用紙

受験番号

*複数解答がある設問もあるので、下記はすべて解答の一例である。

1 問1 (1) $96 + 2X$ kJ (2) 1.5 問2 46 kJ

問3 8.5×10^6 Pa 問4 (1) (イ) (2) (ア)

問5 1.8×10^{-13} Pa⁻²

2 問1 ②、③ 問2 (ウ)

問3 b、h 問4 e、g

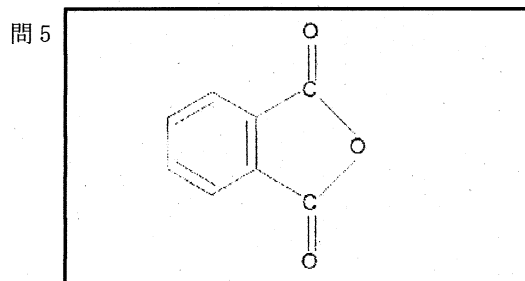
問5 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}^+ + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

問6 (ウ) 問7 (1) 12000 C (2) 13 g

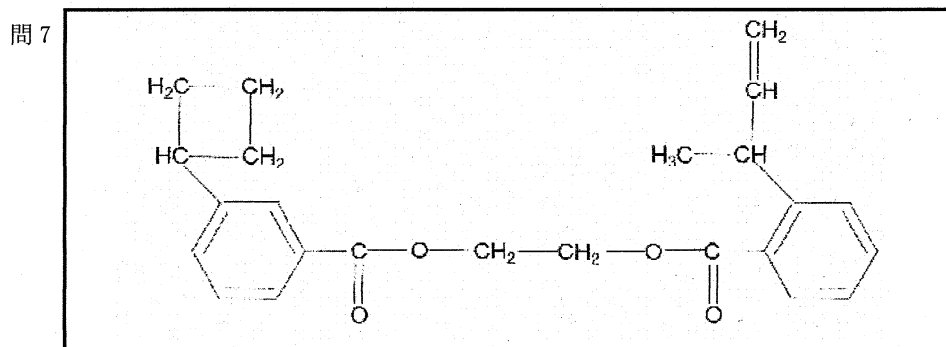
3 問1 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2\text{Na}_2$ 問2 $\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{OH} + 2\text{Na} \rightarrow \text{NaO}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{ONa} + \text{H}_2$

問3 エタノール アセトン アセトアルデヒド

問4 銀イオンが還元されて銀が析出し、試験管の表面に付着して鏡のようになる。



問6 1 mol



4 問1

9.86	mol/L
------	-------

問2

必要な水の量	300	mL	密度	1.03	g/cm ³
--------	-----	----	----	------	-------------------

問3 ①

潮	解	性	が	あ	り	、	空	気	中	の	水	を	吸	収	
①	し	て	い	る	可	能	性	が	あ	る	か	ら	。		

②

二	酸	化	炭	素	を	吸	収	し	て	炭	酸	塩	を	生	
②	じ	て	い	る	可	能	性	が	あ	る	か	ら	。		

問4

下線部(d)	溶解熱	下線部(e)	中和熱
--------	-----	--------	-----

問5

(イ)

5 問1

(1)	記号：(エ) Pb(OH) ₂	(2)	記号：(ウ) Fe(OH) ₃	(3)	記号：(イ) BaSO ₄	(4)	記号：(キ) BaCrO ₄
-----	-------------------------------	-----	-------------------------------	-----	-----------------------------	-----	------------------------------

問2 (1)

1	AgCl	2	CuS	3	Fe(OH) ₃
4	Al(OH) ₃	5	ZnS	6	CaCO ₃

(2) イオン反応式：
$$\text{Al(OH)}_3 + \text{OH}^- \rightarrow [\text{Al(OH)}_4]^-$$

6 問1

	(A) ポリプロピレン	(B) ポリイソプレン	(C) ビニロン	(D) ナイロン 66
(1)	(キ)	(カ)	(エ)	(ア)
(2)	(ス)	(ク)	(コ)	(ケ)
(3)	(ソ)	(ン)	(ツ)	(タ)

問2 (1)

ナイロン 6	(2)	$\left[\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \right]_n$	(3)	1000
--------	-----	--	-----	------

採点欄	1	2	3	4	5	6	得点

生 物 解 答 用 紙

受験番号	
------	--

注意 この解答用紙は表裏4ページになっている。

1	問 1	1 クリック	2 シュペーマン	3 モノー
---	-----	-------------	---------------	------------

問 2

(エ)

問 3

遺伝情報はDNAからmRNAへ転写され、mRNAからタンパク質に翻訳されるという概念。(DNAの情報は複製される。)また、RNAからDNAへ逆転写されることもある。
--

問 4

(ウ)

問 5

位置情報は分子の濃度勾配で与えられる。

問 6

アンテナペディア	触覚になるはずの位置に脚が形成される。
バイソラックス	2対の翅が形成される。

問 7

(エ)	(カ)
-----	-----

問 8

G	F	P	が	調	べ	た	い	タ	ン	パ	ク	質	の	機	能	を	阻	害	し
て	し	ま	う	可	能	性	が	あ	る	こ	と	。	(33字)						

(分子量が増え、調べたいタンパク質の細胞内での分布が変わってしまうこと。(35字))

	得 点
生 物	

2 問 1

1	代謝	2	同化	3	異化	4	葉緑体
5	ミトコンドリア	6	共生	7	シアノバクテリア		

問 2

光	合	成	で	生	産	さ	れ	た	有	機	物	が	呼	吸	に	よ	り	す	べ
て	分	解	さ	れ	る	わ	け	で	は	な	く	,	土	壤	な	ど	に	蓄	積
す	る	。	そ	の	蓄	積	し	て	い	る	有	機	物	が	生	産	さ	れ	た
と	き	に	発	生	し	た	酸	素	の	一	部	は	,	大	気	中	に	残	り
,	酸	素	濃	度	の	上	昇	に	寄	与	す	る	と	考	え	ら	れ	る	。

問 3

(オ)

問 4

は	じ	め	て	の	病	原	体	に	感	染	し	た	場	合	,	リ	ン	パ	球
の	活	性	化	に	時	間	が	か	か	る	た	め	,	獲	得	免	疫	が	は
た	ら	き	出	す	の	に	1	週	間	以	上	の	日	数	を	要	す	る	。
こ	れ	を	一	次	応	答	と	い	う	。	こ	の	と	き	増	殖	し	た	T
細	胞	や	B	細	胞	の	一	部	が	記	憶	細	胞	と	な	っ	て	残	り
,	再	度	同	一	の	病	原	体	が	侵	入	し	た	場	合	,	記	憶	細
胞	が	す	ぐ	に	増	殖	し	て	細	胞	性	免	疫	や	体	液	性	免	疫
が	は	た	ら	く	。	こ	れ	を	二	次	応	答	と	い	う	。	こ	の	た
め	,	発	症	し	な	い	か	症	状	が	軽	く	て	す	む	。			

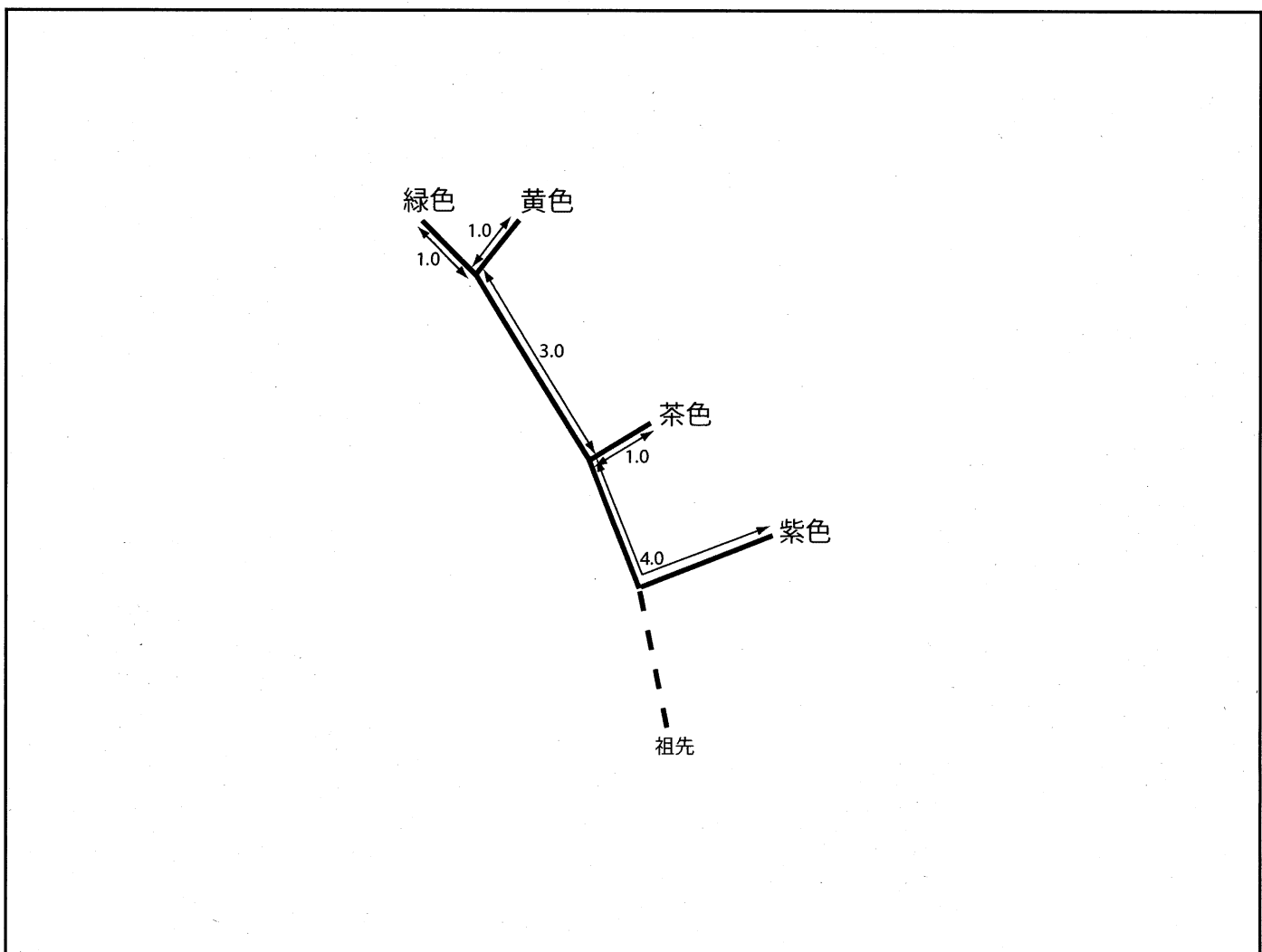
3 問 1

色彩タイプ	紫 色	黄 色	茶 色
緑 色	a 8	d 2	5
茶 色	b 5	e 5	
黄 色	c 8		

問 2

2,200,000年前

問 3



問 4

1	中立	2	分子時計	3	隔離
4	種分化	5	性選択		

↑
または生殖的隔離,
または地理的隔離,
または～隔離

4 問 1

(1)	外洋域は、現存量は非常に少なく、平均生産	60
	量も小さいが、面積が広いため、地球全体の	
	純生産量に占める割合は高い。	

(2)	森林は、生産者の現存量が大きいく、同じ面積	60
	の草原と比較すると約10倍にもなる。これ	
	は、同化器官である葉を大量に持ち、それを	
	支える大きな幹や枝が存在するためである。	
	しかし、現存量が大きいことは呼吸量も大きい	100
	いことにつながり、面積あたりの純生産量は	
草原の2倍程度にとどまる。	140	

(3)	海域は生産者の現存量は陸域と比べて著しく	60
	少ないが、面積が広い。現存量あたりの生産	
	量も陸域より遥かに大きく、効率がよいこと	
	がわかる。	70

問 2

(1) 単純なネットワークではある1種の生物がいなくなった場合に、その競争種には数の増加や分布の拡大がおこる。複雑なネットワークではある種の競争種は複数種であることが予想され、1種の生物の消失がすぐにその競争種の個体数や分布に大きな変化をもたらさないと考えられる。

(2) 単純なネットワークではなくなった種の競争種の個体数が次第に増加し、増加しすぎると食物連鎖下位の生物相などに対して過度な圧力がかかる結果となり生態系全体のバランスが崩れる可能性がある。複雑なネットワークでは食物連鎖の同位にある種が多いことから、そのようなことは起こりにくい。

問 3

2	4	10
---	---	----

地 学 解 答 用 紙

受験番号

1 問 1

1	2	3	4
成層圏	中間圏	10	凝結熱 (凝縮熱)

問 2

成	層	圏	に	オ	ゾ	ン	の	濃	度	が	高	い	オ	ゾ	ン	層	が	あ	り
太	陽	か	ら	届	く	紫	外	線	を	吸	収	し	て	,	大	気	を	加	熱
す	る	た	め	。															

60

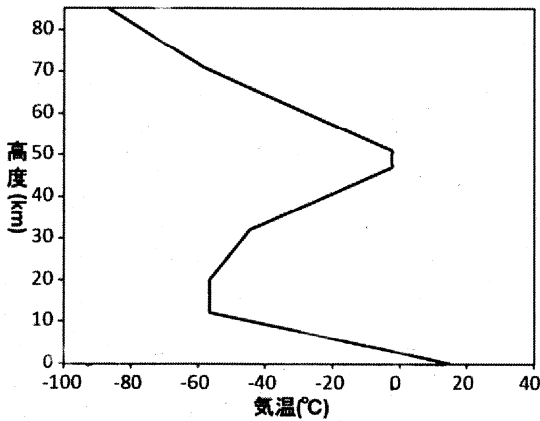
問 3

地球が受けるのは地球の円形の断面がさえぎる太陽放射なので、

$$3.14 \times (6.4 \times 10^6)^2 \text{ m}^2 \times 1.4 \times 10^3 \text{ W/m}^2$$

$$\approx 1.8 \times 10^{17} \text{ W}$$

問 4



地表気温 15 °C

問 5

(1)	1, 4, 5
(2)	<p>太陽放射はエネルギーを主に可視光線として</p> <p>発しており、温室効果ガスを透過して地表を</p> <p>温める割合が高い。地球放射はエネルギーを</p> <p>赤外線として主に発しているため、温室効果</p> <p>ガスによって吸収されやすく、吸収されたエ</p> <p>ネルギーは下向き放射によって、再び地表を</p> <p>温めるのに使われる。このことを温室効果と</p> <p>いう。</p>

100

160

問1

1	2	3
拡大 (する)	収束 (する)	(中央) 海嶺
4	5	6
古く	深く	海溝

問2

GPS, VLBI を用いた測地技術
 ホットスポット火山の年代
 地磁気の縞模様

問3

海底で生じた断層運動によって海底が隆起または沈降する。海底の上に乗っている海水は、海底が変形するままに上昇または下降し、津波が発生する。

50
100

問4

(a) 南西方向

(b) 震源距離は $10.0 \text{ (s)} \times 8.0 \text{ (km/s)} = 80.0 \text{ (km)}$
 P波の伝播に要する時間は $80.0 \text{ (km)} \div 7.0 \text{ (km/s)} = 11.4 \text{ (s)}$
 よって地震の発生時刻は 15時32分28.5秒 - 11.4(s) = 15時32分17.1秒

3

問1

火成岩A	火成岩B
安山岩	花こう岩

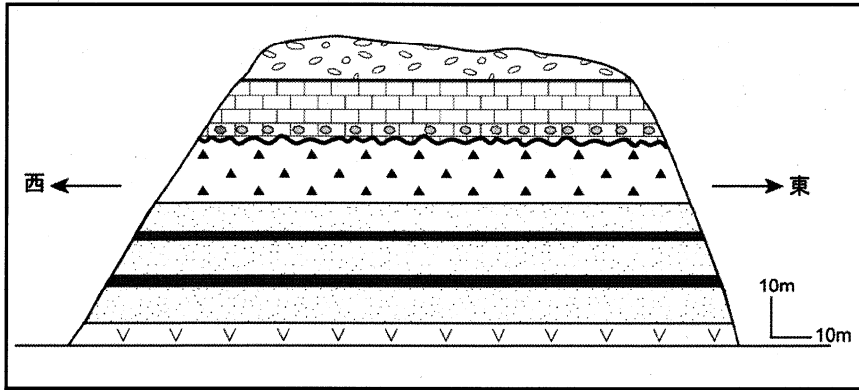
問2

南北の方向に引っ張る力が働いた。

問3

岩石名	理由
凝灰岩	火山灰は広い範囲に同時に堆積するから

問4



問5

3

問6

混濁流によっ	てタービダイト	が形成される	海底扇状地の	火山活動が起	こり、地殻変	動によっ	て地層が傾	動した。	その後、	陸上に隆起	した。陸上	で浸食を	受けた後、	再び海面下	へ沈降した。	その後、	暖かな浅い	海でサンゴ	礁が形成さ	れた後、	礫が堆積す	る河口に近	い環境にな	った。その	後陸上へ隆	起した。そ	の後、正断	層によっ	て地層がず	れた。最	後に地下	からマグマ	の貫入が	起きた。
--------	---------	--------	--------	--------	--------	------	-------	------	------	-------	-------	------	-------	-------	--------	------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	-------	------	------	-------	------	------

問7

5

4

問1

1	2	3	4
チャート	フデイシ	デボン	アンモナイト
5	6	7	8
イノセラムス	三畳(トリアス)	第四	ペルム(二畳)

問2

(a)	(b)	(c)
浅海域	ストロマトライト	縞状鉄鉱層

問3

防御・逃避能力の向上に、硬い殻や骨(又は脊索)が有利に働いた。

問4

	(a)	(b)
陸上植物	裸子植物	花粉の形成
脊椎動物	ハチュウ類	殻に包まれた受精卵の形成

問5

気温が低下したため、氷河が拡大した。その結果、海水の量が減り、海面が低下し、海により隔てられていた陸と陸がつながった。

問6

体のつくり：脳容量の増加	移動様式：直立二足歩行
--------------	-------------

問7

小天体の衝突

小計	
----	--