

令和 6 年度入学試験問題（前期日程）

理 科

物 理	1 ページから	10 ページまで
化 学	11 ページから	17 ページまで
生 物	18 ページから	26 ページまで
地 学	27 ページから	34 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。
3. 解答時間は、100 分である。

物 理

1 以下の文章中の ① ～ ②⑩ に最も適切な語句、数値、数式、または選択肢の記号を記入せよ。(40 点)

問1 質量 m の物体が、あらい水平面上で直線運動を開始した。直線運動を開始した瞬間の物体の運動エネルギーを K とする。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとする。

一定の摩擦力を受けながら物体は止まった。摩擦力が物体にした仕事の大きさ W は、 K を使って表すと、 $W =$ ① となる。物体が直線運動を開始してから止まるまでに動いた距離は x であった。物体と水平面との間の動摩擦係数を μ' とすると、距離 x は、 μ' 、 m 、 g 、および W を使って $x =$ ② となる。

問2 図1—Iのように、なめらかに動くピストンのついたシリンダーに理想気体が閉じ込められている。ピストンを固定したまま、気体の温度を ΔT_1 だけ変化させるとき、その内部エネルギーが ΔU_1 だけ変化するものとする。以下の過程で、気体が外部からされる仕事の大きさを W 、気体に加えられる熱量を Q とする。

静止しているピストンを動かして気体を断熱的に圧縮したところ、温度が ΔT_2 だけ上昇した。この断熱圧縮での気体の内部エネルギー変化を ΔU_2 とすると、 ΔT_1 、 ΔT_2 、 ΔU_1 を用いて $\Delta U_2 =$ ③ となる。

このとき W 、 Q は、

- (ア) $W = 0, Q = \frac{1}{2} \Delta U_2$

(イ) $W = 0, Q = \Delta U_2$

(ウ) $W = 0, Q = 2 \Delta U_2$

④ (エ) $W = \frac{1}{2} \Delta U_2, Q = 0$

(オ) $W = \Delta U_2, Q = 0$

(カ) $W = 2 \Delta U_2, Q = 0$

となる。

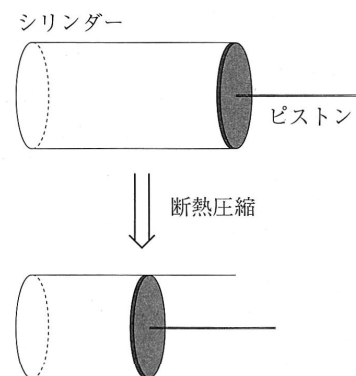


図1—I

問3 原子力発電では、原子炉内の核燃料を ⑤ させ、それによって生じる大きなエネルギーを利用して、電気エネルギーを生成している。核燃料として用いられるウラン元素には、 ^{238}U 、 ^{235}U 、 ^{234}U などの同位体がある。このうち、 ^{235}U に ⑥ を衝突させると、ウランの原子核は質量が半分程度の2つの原子核に分かれ、大きなエネルギーが放出される。

問4 静止していた質量 m の物体が、物体内部の火薬の爆発によって2つに分裂した。質量 $\frac{3}{4}m$ の1つの破片が東の方角に速さ V で飛んだとき、もう1つの破片は ⑦ の方角に速さ ⑧ で飛んだ。ただし、火薬の質量、破片の回転および空気抵抗は無視できるものとする。

問5 結晶は、図1—Ⅱのように、原子配列面が等間隔 d で互いに平行に積み重なったものと考えることができる。ここで、波長 λ の X 線が面 A に対し角度 θ で入射し、同じ角度で反射される場合を考える。面 A で透過する X 線は、面 B や他の原子配列面でも同じように反射する。隣り合う面 A と面 B で反射された X 線の行路差(経路差)は $\overline{RQ} + \overline{QS}$ であり、 d と θ を用いて表すと、⑨ である。面 A と面 B で反射された X 線は ⑩ し、この行路差が λ の整数倍になったとき強め合う(ブラッグ反射)。

ここで、波長 $\lambda = 2.0 \times 10^{-10} \text{ m}$ の X 線を結晶に当てる場合を考える。X 線を当てる方向を原子配列面に平行 ($\theta = 0^\circ$) から、しだいに傾けていき、角度 $\theta = 30^\circ$ のときに最初の強い反射が起こった。この反射を生じた面の間隔 d は ⑪ m である。

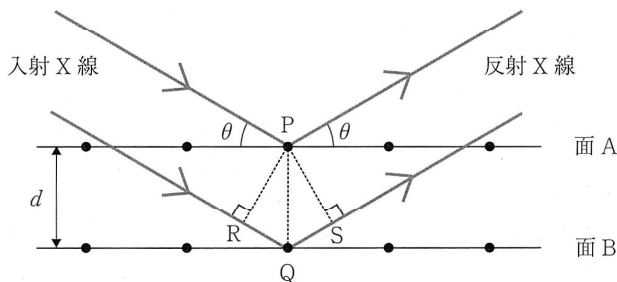


図1—Ⅱ

問6 図1—Ⅲのような等電位線(破線)で示される電場(電界)がある。この電場中の点A(電位 V_A)に電気量 q ($q > 0$)、質量 m の荷電粒子を静かに置いたところ、粒子は動き始め、点B(電位 V_B)を通過した。ただし、静電気力以外の荷電粒子に作用する力は無視できるものとする。

電位 V_A と V_B の関係は、⑫ (ア) $V_A = V_B$ (イ) $V_A > V_B$ (ウ) $V_A < V_B$ である。荷電粒子の点Aでの位置エネルギーは、⑬ (ア) $-qV_A$ (イ) V_A (ウ) qV_A (エ) $-V_A$ である。荷電粒子が点Bを通過する速さを v とする。荷電粒子の点Aと点Bでの位置エネルギーを U_A および U_B とすると、

$v =$ ⑭ (ア) $\sqrt{\frac{2(U_A - U_B)}{m}}$ (イ) $\frac{2(U_A - U_B)}{m}$ (ウ) $\frac{U_A - U_B}{m}$ (エ) $\sqrt{\frac{U_A - U_B}{m}}$ となる。

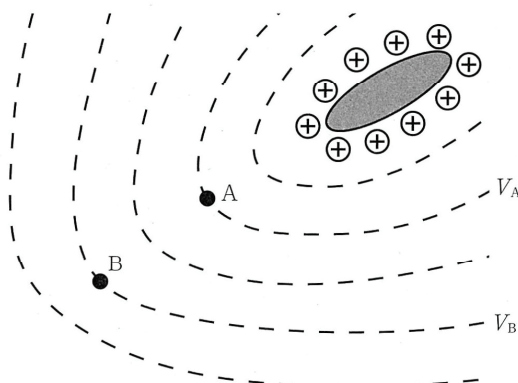


図1—Ⅲ

問7 図1—IV(a)のように、2枚の平面鏡が互いに垂直に置かれており、物体と観測者の位置が示されている。観測者の位置から見える、鏡に映る物体の数は ⑮ 個である。また、図1—IV(b)のように、2枚の平面鏡を互いに 60° の角度で配置した場合、鏡に映る物体の像の数は ⑯ 個である。

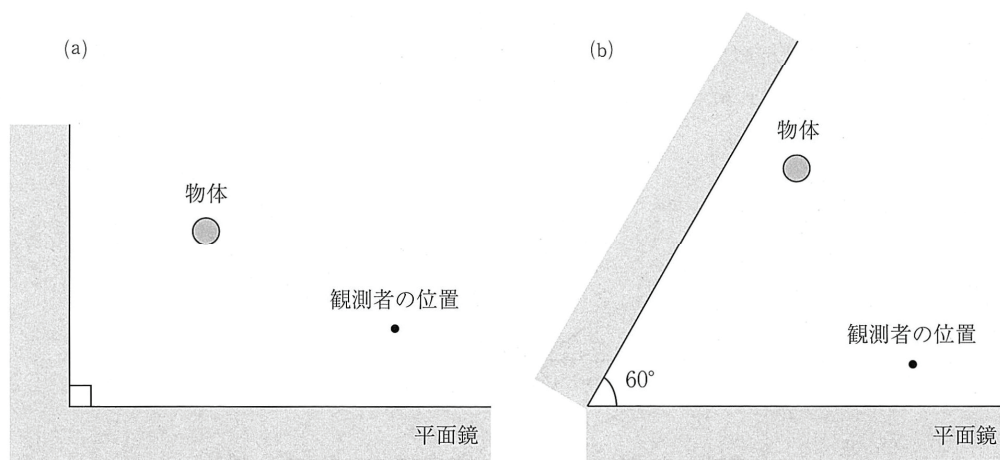


図1—IV

問8 図1—Vのように、地球(質量 M)のまわりを、人工衛星(質量 m)が地球からの万有引力を受けて公転している。ただし、地球を球とみなし、公転は半径 r の等速円運動とみなせるとする。万有引力定数を G とする。

人工衛星が受ける重力が万有引力 $G \frac{mM}{r^2}$ と等しいことから、人工衛星の加速度の大きさ a は G , M , r を用いて、 $a =$ ⑰ と表される。人工衛星の速さを v とすると、地球からの万有引力が等速円運動における向心力となることから、速さは G , M , r を用いて、 $v =$ ⑱ と表される。人工衛星の公転周期を T とすると、 $T = \frac{2\pi r}{v}$ であることから、 T^2 は半径 r の ⑲ 乗に比例する。

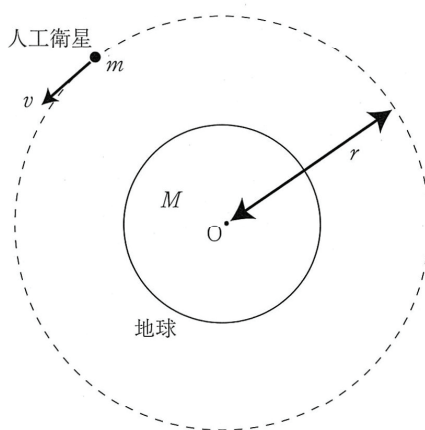


図1—V

問9 携帯電話で利用される電磁波では、700～900 MHzの周波数帯や1.5 GHz以上の周波数帯も用いられている。前者の方が後者に比べて周波数が低く、。そのため、波の特性として 現象が起きやすく、建物の背後などに携帯電話の電磁波が届きやすいという特徴を持っている。

空欄(i)、(ii)に入る語句として正しい組み合わせは、

- ②0
- | | |
|-----|-------------------|
| (ア) | (i) 波長が長い、(ii) 回折 |
| (イ) | (i) 波長が長い、(ii) 散乱 |
| (ウ) | (i) 波長が長い、(ii) 屈折 |
| (エ) | (i) 波長が短い、(ii) 回折 |
| (オ) | (i) 波長が短い、(ii) 散乱 |
| (カ) | (i) 波長が短い、(ii) 屈折 |

である。

2 以下のA、Bの各問に答えよ。(30点)

A 図2—Iのように水平な地面の上に、地面になめらかに接続する2つの斜面を持つ台が固定されている。左側の台を台1、右側の台を台2とよぶ。台1の最上部の高さは h_1 であり、台2の最上部の高さは h_2 である。台2の右端の斜面と鉛直面の間の角度は θ である。図のように x 軸と y 軸および座標原点 O をとる。ただし、 x 軸は水平方向で右向きを正の向きに、 y 軸は鉛直方向で上向きを正の向きにする。

台1の最上部の高さ h_1 の位置に質量 m_1 の小球1を手で支えておき、さらに台1と台2の間の水平区間に質量 m_2 の小球2を静止させた。その後、小球1から手を静かに離すと小球1は斜面をすべりおり、小球2と衝突した。衝突後小球2は x 軸の正の向きに動き、台2を登り、台2の右端から飛び出した。小球1は、小球2と衝突後はねかえり、再び小球2と接触することはない。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗および摩擦は無視できるものとする。

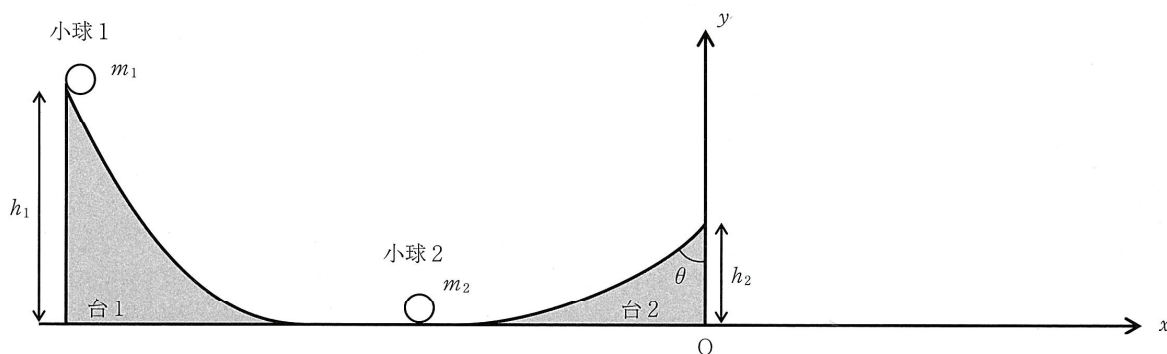


図2—I

- 問1 小球1が斜面をすべりおり、小球2に衝突する直前の速度 v_1 を求めよ。
- 問2 小球1と小球2の間の反発係数を e_1 とする。衝突直後の小球2の x 方向の速度 v_2 を v_1 を用いて表せ。
- 問3 小球2が台2の右端から飛び出した直後の小球2の速度の大きさ v' を v_2 を用いて表せ。
- 問4 小球2が台2を飛び出してから最初に地面に落ちるまでの時間 T を v' を用いて表せ。
- 問5 小球2が台2から飛び出し、最初に地面に着いた際の x 座標 x_L を v' 、 T を用いて表せ。
- 問6 小球2が台2から飛び出し、最初に地面に着く直前の小球2の速度の y 成分の絶対値を v_y とする。 v_y を v' 、 T を用いて表せ。
- 問7 台2から飛び出した小球2は、地面に衝突してはねかえりながら x 軸の正の向きに進んだ。地面と小球2の間の反発係数を e_2 とする。小球2の3回目の地面との衝突から4回目の地面との衝突の間に、小球2が到達する最高点の y 座標を H とする。 H を v_y を用いて表せ。

B 図2—IIのように台車の上に、斜面を有する台を固定して設置した。 x 軸と y 軸は地面に固定されており、 x' 軸と y' 軸は台の左下端を原点として台車に固定された座標軸である。 x 軸と x' 軸は水平方向で右向きを正の向きに、 y 軸と y' 軸は鉛直方向で上向きを正の向きにする。質量 m の小球を手で持ち、台の斜面の最上部 $y' = h$ の位置で小球から手を静かに離し、同時に台車を x 軸の正の向きに加速度 $\frac{3}{4}g$ で等加速度運動をさせた。ただし、 g は重力加速度の大きさであり、空気抵抗および摩擦は無視できるものとする。

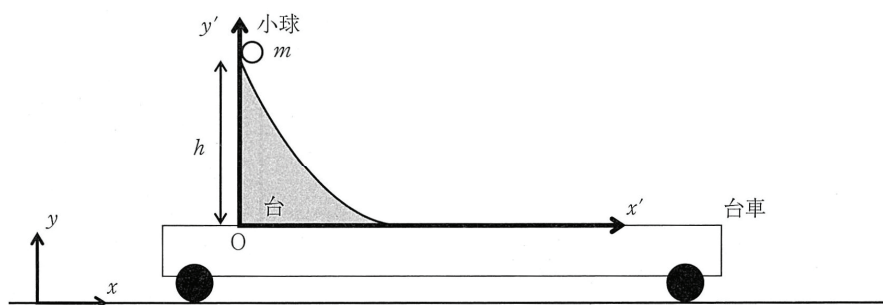


図2—II

- 問8 台車が等加速度運動をしているので、台車に固定された x' 軸および y' 軸の座標系で小球の運動を考える場合、小球に作用する慣性力ベクトル $\vec{F}$ を考慮する必要がある。 $\vec{F}$ の x' 成分 $F_{x'}$ を求めよ。
- 問9 加速する台車に固定された座標系において、小球に作用する慣性力と重力の合力の向きと y' 軸の負の向きとのなす角を θ_a とする。このとき、 $\cos \theta_a$ を求めよ。
- 問10 台車が等加速度運動を継続する間、台車に対して静止した人から小球の運動を見る。斜面は十分急であり、小球は台をすべりおりて $y' = 0$ の水平面に到達した。さらに、小球は x' 軸の正の向きに進んだが、その後 x' 軸の負の向きに戻る運動をした。このとき、小球が到達した x' 座標の最大値 x'_a 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、内部抵抗が無視できる起電力 E [V] の電池、抵抗値 R [Ω] および R_0 [Ω] の抵抗、電気容量(静電容量) C [F] のコンデンサー、抵抗の無い自己インダクタンス L [H] のコイル、スイッチ S_1 , S_2 からなる回路がある。また、図に示すように、電流 I_1 [A], I_2 [A] の大きさと正の向きを定める。はじめに全てのスイッチは開いているものとし、コンデンサーの内部に電荷は蓄えられていないものとする。

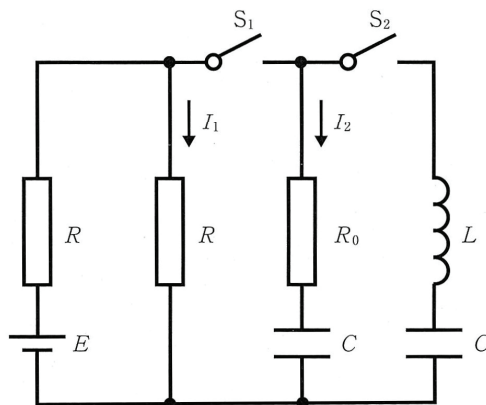


図3—I

問1 電流の大きさ I_1 を E と R を用いて表せ。

問2 時刻 $t = t_0$ [s] でスイッチ S_1 を閉じたとき、電流 I_2 の時間変化を表す最も適切なグラフを次の図3—II(ア)~(カ)の中から1つ選び、その記号で答えよ。

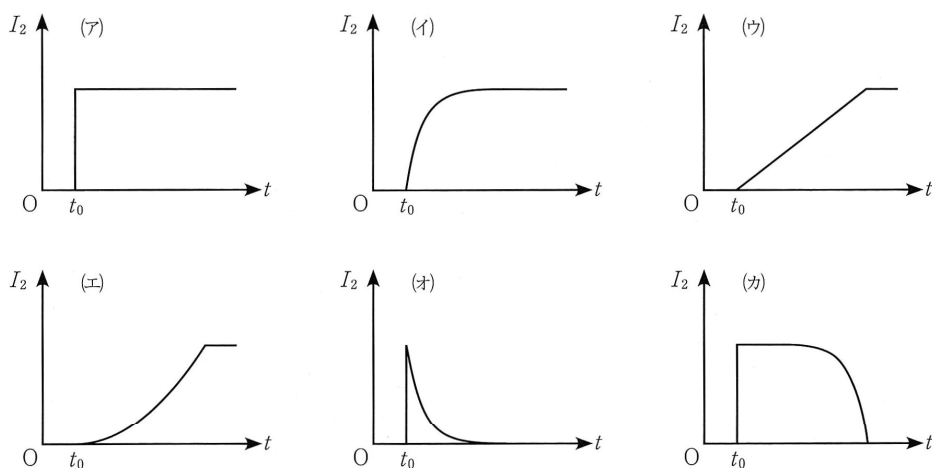


図3—II

問3 スイッチ S_1 を閉じてから十分長い時間が経過した。このとき、図3—Iにおいて左側のコンデンサーに蓄えられた電気量 Q [C] を E , R , R_0 , C の中から必要なものを用いて表せ。

スイッチ S_1 を閉じてから十分長い時間が経過したあと、スイッチ S_1 を開いてスイッチ S_2 を閉じたところ電気振動が起きた。

問4 抵抗値が $R_0 = 0\Omega$ であるとき、電気振動の周期 $T[\text{s}]$ を以下の選択肢(ア)～(カ)の中から1つ選び、その記号で答えよ。

(ア) $2\pi\sqrt{2LC}$ (イ) $2\pi\sqrt{LC}$ (ウ) $2\pi\sqrt{\frac{LC}{2}}$ (エ) $\frac{1}{2\pi\sqrt{2LC}}$ (オ) $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ (カ) $\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2}{LC}}$

問5 抵抗値が $R_0 > 0\Omega$ であるとき、電気振動は時間の経過とともに減衰し、十分な時間が経過すると電流が 0A となる。このとき、抵抗値 R_0 の抵抗において消費されたエネルギー $U[\text{J}]$ を E , R , R_0 , C , L の中から必要なものを用いて表せ。

B 図3—Ⅲのように、1辺の長さが L の正方形のコイルabcdが、コイルの面に対し垂直な磁場(磁界)を横切る。コイルの置かれている面を xy 平面(紙面)とし、面に垂直な裏から表向きを z 軸の正の向きとする。コイルは辺adと辺bcを x 軸と平行に保ちながら、 x 軸の正の向きに一定の速さ v で進むとする。紙面に垂直な磁場の磁束密度ベクトルの z 成分を、 $0 \leq x \leq L$ の範囲では B 、 $L < x \leq 2L$ の範囲では B' とし、 B と B' の値はそれぞれの領域で一定であるとする。 B と B' の値が正の場合 z 軸の正の向きの磁場を表すとし、 $B > 0$ とする。コイルは変形しないものとし、コイルの抵抗を R とする。また、コイルに流れる電流から生じる磁場は無視できるものとする。

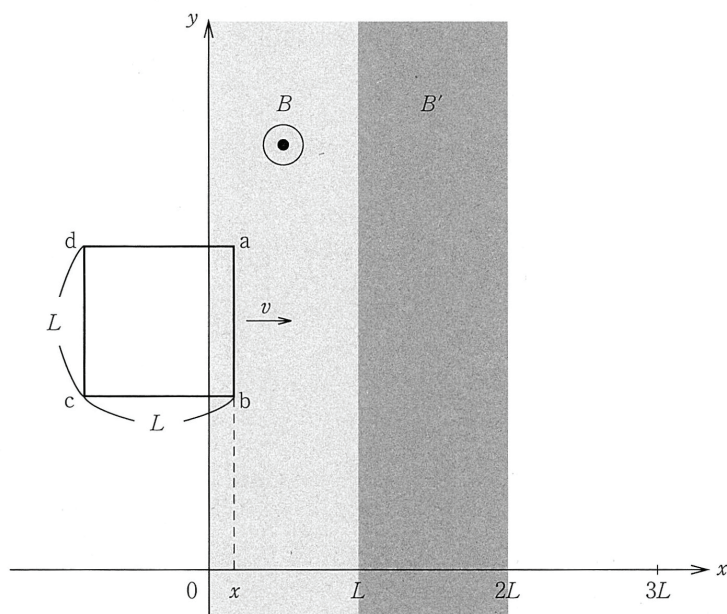


図3—Ⅲ

コイルの辺abが $0 \leq x \leq L$ の範囲を運動する場合を考える。

問6 コイルの辺abの位置を x としたとき、コイルを貫く磁束 Φ を求めよ。

問7 コイルを流れる電流 I の大きさを求めよ。

問8 この電流 I のする仕事の仕事率を求めよ。解答には I を用いて良い。

コイルの辺abが $x = L$ を通過した後、 $L < x \leq 2L$ の範囲を運動する場合を考える。

問9 コイルの辺abが $x = L$ を通過する前と後で、電流の向きが反転した。このとき、 B' が満たすべき条件を求めよ。

問10 コイルの辺abが $L < x \leq 2L$ にあるとき、コイルのadcbの向き(コイルを z 軸の正の側から見て反時計回り)に大きさ I の電流が流れたとする。このときコイル全体に働く力の大きさを求めよ。また、この力の向きを以下の選択肢(ア)～(カ)の中から1つ選び、その記号で答えよ。

- | | | |
|----------------|----------------|----------------|
| (ア) x 軸の正の向き | (イ) x 軸の負の向き | (ウ) y 軸の正の向き |
| (エ) y 軸の負の向き | (オ) z 軸の正の向き | (カ) z 軸の負の向き |

コイルの辺 ab が $0 \leq x \leq 3L$ の範囲を運動する場合 (コイルの全体が磁場の領域を通過する場合) を考える。

問11 B' が $-2B \leq B' \leq 2B$ の範囲のある一定の値をとるとき、以下の選択肢(ア)～(オ)にある B' の値の中で、コイルで発生するジュール熱が最も大きくなるのはどれか。選択肢の中から1つ選び、その記号で答えよ。

- (ア) $B' = 2B$ (イ) $B' = B$ (ウ) $B' = 0$ (エ) $B' = -B$ (オ) $B' = -2B$

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 P = 31.0
S = 32.0 K = 39.0 As = 74.9 Sb = 122 I = 127

1 以下のA, Bの文章を読んで、各問に答えなさい。(25点)

A. 水1リットル中に溶けている酸素の物質量を溶存酸素濃度(mol/L)とする。溶存酸素濃度は以下の手順で求めることができる。試料水に硫酸マンガン(Ⅱ)水溶液と 水酸化ナトリウム水溶液を加えると水酸化マンガ $\text{Mn}(\text{OH})_2$ が生成する。この水酸化マンガンは試料水中のすべての溶存酸素と反応して $\text{MnO}(\text{OH})_2$ として沈殿する(式1)。この沈殿に 硫酸とヨウ化カリウムを加えると硫酸マンガ ン(Ⅱ)とヨウ素が生じる(式2)。生じたヨウ素をデンプンを指示薬にしてチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定する(式3)。なお、各反応は次の(式1)～(式3)の反応式で反応するものとする。



問1 下線部(a)で示された水溶液の保存方法として最も適切なものを次の(ア)～(ウ)の中から1つ選び、その記号を答えなさい。

- (ア) ガラスびんに入れて、ガラス栓をする。
- (イ) プラスチック製の容器に入れて、プラスチック製のフタをする。
- (ウ) 窒素ガスで満たしたアルミニウム製の容器に入れて、ゴム栓をする。

問2 下線部(b)に関連して、以下の(1)～(3)の各問に答えなさい。

- (1) 使用する硫酸の濃度は4.50 mol/Lとし、これを100 mL調製したい。質量パーセント濃度98.0 %、密度1.80 g/cm³の濃硫酸を用いて100 mLのメスフラスコを使って調製するとき、必要な濃硫酸の体積(mL)を求めなさい。ただし、有効数字は3桁とし、4桁目を四捨五入して答えなさい。
- (2) 式2の反応において、KIは酸化剤あるいは還元剤のどちらとしてはたらいっているか答えなさい。
- (3) 式2の反応において、 $\text{MnO}(\text{OH})_2$ の反応を、電子 e^- を用いたイオン反応式で書きなさい。

問3 下線部(c)について、以下の(1), (2)の各問に答えなさい。

- (1) 終点における溶液の色の変化について、最も適切なものを次の(ア)～(カ)の中から1つ選び、その記号を答えなさい。
 - (ア) 無色 → 褐色 (イ) 褐色 → 無色 (ウ) 無色 → 黄色
 - (エ) 黄色 → 無色 (オ) 無色 → 青紫色 (カ) 青紫色 → 無色
- (2) 試料水100 mLについて、0.0200 mol/Lのチオ硫酸ナトリウム水溶液を用いて滴定したとき、終点までの滴定量は4.00 mLであった。このとき、試料水中の溶存酸素濃度(mol/L)を求めなさい。ただし、有効数字は3桁とし、4桁目を四捨五入して答えなさい。なお、実験で用いた硫酸マンガ ン(Ⅱ)水溶液及び水酸化ナトリウム水溶液中の溶存酸素は無視できるものとし、一連の実験操作の間に大気から試料水への酸素の溶け込みや、試料水から大気への酸素の放出はないものとする。

B. 沿岸海水においては、晴れた日中は植物プランクトンや海藻などの 光合成によって海水中の酸素が増える。一方、夜間は 光合成の逆向きの反応式で示される呼吸によって酸素が減少する。
(d) (e)

問4 下線部(d)において、光合成は複数の過程からなる複雑な反応であるが、二酸化炭素と水からグルコースが生成するとしたとき、光合成を表す化学反応式はどのように表されるか答えなさい。

問5 下線部(e)で示した反応は、発熱反応か吸熱反応か答えなさい。

問6 沿岸海水の pH は日中と夜間でどちらが高いかを示し、その理由を答えなさい。ただし、海水の pH は光合成－呼吸反応によってのみ変動するものとする。

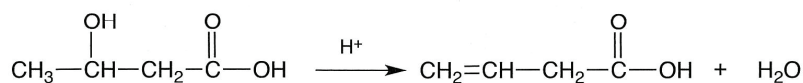
2

以下のA, Bの文章を読んで、各問に答えなさい。(25点)

- A. 分子量が100以下のエステル化合物A 11.0 mgを完全燃焼させると、二酸化炭素 22.0 mgと水 9.00 mgが得られる。また、この化合物Aを加水分解したところ、化合物Bと化合物Cが得られ、更に化合物Bを酸化すると化合物Cが得られる。
 化合物Aの構造異性体である化合物Dに希硫酸を加えて加熱した場合は、銀鏡反応を示す化合物Eと示さない化合物Fが得られる。
 (a) 化合物Fを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液に加えて加熱するとケトンが得られる。
 (b) グリセリンに3分子の高級脂肪酸がエステル結合した化合物を油脂という。これらを水酸化ナトリウムなどの塩基を用いて加水分解することで、
 (c) 洗浄作用を有するセッケンを得ることができるが、
 (d) 硬水中ではその洗浄作用は低下する。

問1 化合物A～Cの化合物名を答えなさい。

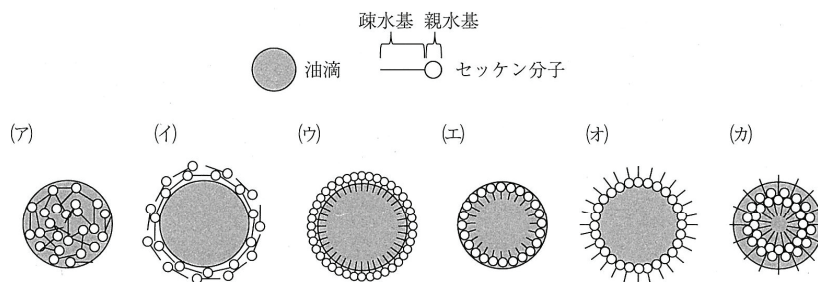
問2 下線部(a)の化合物Dから化合物Eと化合物Fが生成される化学反応式を、図Iの化学反応式にならって書きなさい。



図I 化学反応式の例

問3 下線部(b)の反応において、化合物Fの代わりに1-プロパノールを用いた場合はプロピオンアルデヒドが得られる。この1-プロパノールを用いた場合の反応を、示性式を用いた化学反応式で書きなさい。

問4 下線部(c)について、少量の油をセッケン水に入れて振り混ぜて乳濁液となった場合のセッケン分子と油滴が形成するミセルの状態の断面を最も適切に表しているイラストを次の(ア)～(カ)の中から1つ選び、その記号を答えなさい。また、油滴がそのようにミセルに取り込まれる理由を50字程度で説明しなさい。



問5 下線部(d)の理由を簡潔に説明しなさい。

B. 次の実験1～3の結果を踏まえて、以下の問いに答えなさい。なお、高級脂肪酸Gはいずれも炭素、水素、酸素で構成され、環状構造をもたないものとする。

実験1 炭素数18個からなる高級脂肪酸Gを元素分析すると、質量百分率で約77.7%が炭素、約10.8%が水素であった。

実験2 油脂Hを水酸化ナトリウム溶液で完全にけん化したところ、単一の高級脂肪酸Gのナトリウム塩90.0gを有するセッケンが得られた。

実験3 油脂Hに含まれる炭素－炭素間の二重結合のすべてに水素を付加すると、油脂Iが得られた。

問6 高級脂肪酸Gの示性式を書きなさい。

問7 実験2で用いた油脂Hのモル質量(g/mol)と質量(g)を、それぞれ答えなさい。ただし、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8 油脂Hのけん化価とヨウ素価を、それぞれ答えなさい。ただし、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9 実験3において、2180gの油脂Hを全て油脂Iとするために必要な水素の標準状態における体積(L)を答えなさい。ただし、有効数字は3桁とし、4桁目を四捨五入して答えなさい。

3 以下のA, Bの文章を読んで、各問に答えなさい。(25点)

- A. 密閉容器内に液体を入れたとき、単位時間あたりに蒸発する液体分子の数と、単位時間あたりに凝縮する気体分子の数が等しい状態を という。このときの蒸気の圧力は とよばれる物質固有の値を示し、温度が高くなると なる。液体を加熱して温度を上げると、液面だけでなく内部からも蒸発が激しく起こるようになり、これを沸騰とよぶ。純物質を加熱し、沸騰が起こり始めると、それが終わるまで温度が一定に保たれる。物質が融解するときに吸収する熱量を融解熱といい、蒸発するときに吸収する熱量を という。

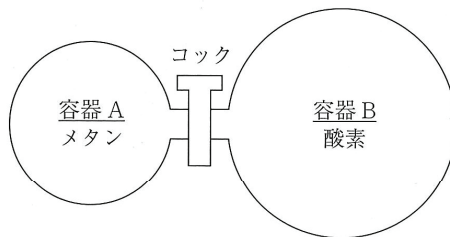
問1 から にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)となる理由を30字程度で答えなさい。

問3 標高が高い場所で水を沸騰させると沸点が低くなる。この理由を20～30字程度で答えなさい。

問4 0°C の水36gをすべて 100°C の水蒸気に変化させるのに必要な熱量(kJ)を求めなさい。ただし、有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。なお、氷の融解熱は 6.0 kJ/mol 、水の蒸発熱は 41 kJ/mol 、水の比熱は $4.2\text{ J/(g}\cdot\text{K)}$ とする。

- B. 図Ⅱに示すように、容積 1.0 L の容器Aに $6.0 \times 10^5\text{ Pa}$ のメタンを入れ、容積 2.0 L の容器Bに $1.2 \times 10^6\text{ Pa}$ の酸素を入れて連結させた。 27°C に保ったまま、コックを開けて気体を混合させた。すべての気体は理想気体とみなすことができ、コックの容積は無視できるものとする。



図Ⅱ

問5 メタン分子1 mol中のC-H結合を、すべて切断するときに必要なエネルギーは 1644 kJ とされている。このときの熱化学方程式を書きなさい。なお、物質の状態はすべて気体とする。また、C-H結合1 molあたりの結合エネルギー(kJ)を整数の絶対値で答えなさい。

問6 混合気体の全圧 $P(\text{Pa})$ を求めなさい。ただし、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7 密閉したまま混合気体に点火し、完全燃焼させた。このときの化学反応式を書きなさい。

問8 問7で完全燃焼して 27°C に戻したときの容器内の全圧を求めなさい。ただし、有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。なお、生成した液体の体積や蒸気圧、および液体への気体の溶解は無視できるものとする。

4 以下のA, B, Cの文章を読んで、各問に答えなさい。(25点)

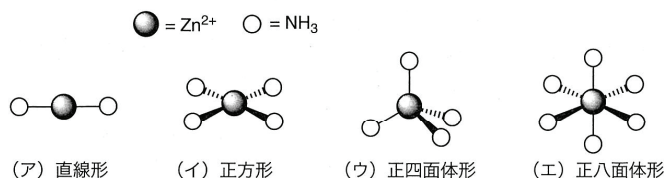
- A. アンモニアを実験室でつくるには、塩化アンモニウムと水酸化カルシウムを混ぜて加熱する方法が用いられる。アンモニアは刺激臭のある常温で無色の気体であり、その沸点は -33.4°C である。アンモニアは窒素原子上に 1 を持ち、金属イオンにその 1 を与えて 2 結合を形成し、様々な金属イオンと錯イオンを形成する。

問1 文章中の 1 と 2 にあてはまる最も適切な語句を答えなさい。

問2 下線部(a)に関して、15族元素の水素化合物 NH_3 , PH_3 , AsH_3 , SbH_3 の沸点を比較した。以下の(1)~(3)の各組み合わせで、沸点の高い方の水素化合物を化学式で答えなさい。

(1) NH_3 PH_3 (2) PH_3 AsH_3 (3) AsH_3 SbH_3

問3 下線部(b)に関して、 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ にアンモニア水を加えると白色の沈殿は溶け、無色の水溶液になった。このとき生成した錯イオンの正しい立体構造を以下の選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。



- B. 白金を触媒としてアンモニアを酸化すると窒素酸化物の一つである 3 を生じる。この 3 を空气中で酸化すると別の窒素酸化物 4 に変わる。この 4 を温水に吸収させると硝酸と 3 が生じる。3 は繰り返し反応することですべて硝酸に変えることができる。このような硝酸の工業的製法をオストワルト法という。硝酸は酸化力の強い酸であり、塩酸や硫酸で溶かすことのできないイオン化傾向の小さな金属を溶解することができる。

問4 文章中の 3 と 4 にあてはまる最も適切な化合物を化学式で答えなさい。

問5 下線部(c)の方法により、標準状態で200 Lのアンモニアを全て硝酸に変えたとき、得られる硝酸の物質量 (mol) を答えなさい。ただし、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6 下線部(d)の例として、銅との反応を考える。銅と濃硝酸の化学反応式、銅と希硝酸の化学反応式を、それぞれ書きなさい。

C. 沖縄県には大小さまざまな鍾乳洞が存在する。沖縄県に鍾乳洞が多いのは、サンゴ礁が隆起して形成された石灰岩が島々を形成していることと関係が深い。石灰岩は二酸化炭素を含んだ地下水によって徐々に溶け、長い年月をかけて地下に鍾乳洞を形成する。沖縄では石畳や石垣、墓石などの建築資材として、琉球石灰岩が広く利用されている。

石灰岩は鉱物資源としても重要である。石灰岩から採取される石灰石を高熱で処理すると、生石灰と呼ばれる白色の石(または塊)に変化する。この石は強度的にもろく、簡単に砕くことができ、その粉末は吸湿性があるため乾燥剤として広く使用されている。生石灰の塊を水の入ったビーカーに直接加えると発熱しながら反応する。

問7 石灰岩の主成分に塩酸を加えると気体を発生する。このときの化学反応式を書きなさい。

問8 下線部(e)に関して、石灰岩が溶け込んだ地下水を沸騰させたところ白色沈殿が生じた。この白色沈殿が生じる現象を、化学平衡式を用いて簡潔に説明しなさい。

問9 下線部(f)の化学反応式を書きなさい。

問10 下線部(g)の操作で得られる上澄み液の性質として正しいものを、以下の選択肢(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|--------------|--------------|-----------|
| (ア) 強い酸性を示す | (イ) 弱い酸性を示す | (ウ) 中性を示す |
| (エ) 弱い塩基性を示す | (オ) 強い塩基性を示す | |

生 物

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25 点)

タンパク質は生物体の主要な構成成分の1つであり、多数のアミノ酸が鎖状に結合してできている。^(a)人体に存在するタンパク質を構成するアミノ酸は 1 種類である。アミノ酸が 2 によって長く鎖状につながった分子をポリペプチドと呼び、この配列がタンパク質の一次構造を決定している。タンパク質は立体構造をとり、1本のポリペプチドが 3 によってらせん状になった構造を α ヘリックスと呼び、またジグザグに折れ曲がったシート状の構造を β シートという。

タンパク質はある特定の立体構造をとったときに十分に機能を発揮する。この立体構造が何らかの理由で崩れ、タンパク質の性質が変化することを 4 といい、機能が失われることを 5 という。しかし 5 してもタンパク質の一次構造はほとんど変化しない。そのため、^(b)そのタンパク質の性質や機能が回復することもある。

真核生物におけるタンパク質は、^(b)遺伝子の発現により DNA の塩基配列が RNA の塩基配列へと 6 され、さらに RNA の塩基配列が 7 されることで合成される。詳しい過程をみると、細胞核内の DNA がスプライシングの過程を経て mRNA として読み出され、それが核膜孔を通過して細胞質へと移動し、tRNA によって 8 に運搬される。mRNA は連続した塩基3個ずつの配列を持ち、この 9 が tRNA の運搬時の目印となっている。そのうち、UAA、UAG、UGA の3種類は対応する tRNA がいないため 10 として働く。

真核生物におけるタンパク質の合成は常に働いているわけではなく、必要などに行われるよう調整されている。^(c)このタンパク質の発現の調節は主に mRNA の 6 時に起こり、DNA の 6 調節領域にて合成される調節因子によって行われる。基本的には、11 と呼ばれる特定の塩基配列部分に RNA ポリメラーゼが結合することで mRNA が読み込まれるが、さらに調節因子にはタンパク質の合成において抑制性の働きを持つ 12 や促進性の働きを持つエンハンサーがあり、これらが総合的に働く。真核生物では、^(d)DNA がクロマチンを形成しており、ヒストンなどのタンパク質とともに折りたたまれた状態で存在している。そのため、折りたたまれた状態のままでは RNA ポリメラーゼが 11 に結合できないため、遺伝子の発現が進まず、タンパク質の合成ができない。

問1 文章中の 1 ～ 12 に最も適切な語句または数値を記入しなさい。

問2 下線部(a)について、説明が明らかに誤りである文章を次の(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) タンパク質を構成するアミノ酸の種類の違いは側鎖の違いによる。
- (イ) 人体の必須アミノ酸とは、食事などで体外から取り込む必要のあるアミノ酸のことである。
- (ウ) 真核生物の構成要素である DNA もタンパク質の一種である。
- (エ) アミノ酸の一種であるトリプトファンは、セロトニンやメラトニンの前駆体である。

問3 下線部(b)に関連して、タンパク質の一次構造を機能的・高次機能に正しく組み立てる際に補助的な働きをするタンパク質をシャペロンという。このシャペロンの機能は複数見つかっているが、真核生物の細胞内で行われる機能について適切なものを次の(ア)～(オ)の中から3つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) タンパク質の立体構造をつくる
- (イ) 古くなったタンパク質を修復する
- (ウ) タンパク質を熱で変化させる
- (エ) タンパク質の一次構造を合成する
- (オ) タンパク質の立体構造を分解する

問4 下線部(c)に関連して、遺伝子の発現調節(タンパク質の合成調節)は、RNA からタンパク質を合成する過程を阻害することによっても調節されている。このようなRNA による遺伝子発現の抑制を何と呼ぶか、その名称を答えなさい。また、そのRNA による遺伝子発現の抑制のしくみについて以下の語句を用いて80字以内で説明しなさい。

語句：2本鎖RNA, mRNA

問5 下線部(d)に関連して詳細を説明すると、真核生物のDNA は、ヒストンというタンパク質に巻きついてヌクレオソームを形成し、さらに複雑に折りたたまれてクロマチンという構造を形成している。このヌクレオソームを形成するヒストンにメチル基が結合(メチル化)するとクロマチン凝集が解けず、遺伝子発現からタンパク質の合成の過程が阻害される。このような機構を研究する学問をエピジェネティクスと呼ぶ。この機構がどのように個体差を生み出すのかを以下の語句を用いて80字以内で説明しなさい。

語句：塩基配列、遺伝子発現

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、絶え間なく変化する外部環境に対応しつつも体内環境を一定に保つしくみを持っている。脊椎動物の場合、この体内のしくみ(恒常性)を維持するために、^(a)神経系や^(b)内分泌系が重要な役割を果たしているが、これらの恒常性を維持するシステムをうまく機能させるためには、外部環境の変化を^(c)受容器で刺激として受け入れ、受容器で発生した興奮を神経系へ伝え、^(d)神経系からの命令を受けて効果器が反応することが必要となる。

^(e)脊椎動物のなかには、神経系や内分泌系の機能が生活する場所や環境に合わせて変化している場合もある。これらの変化は、それぞれの動物の生存戦略と密接に関わっている。

問 1 下線部(a)に関連して、以下の文章中の 1 ～ 9 に入る最も適切な語句を(ア)～(シ)の中から選び、記号で答えなさい。ただし、7 と 8 は順不同とする。

神経系は、神経細胞(ニューロン)と、それを取り囲むグリア細胞などによって構成されている。ヒトのような脊椎動物の中枢神経系は、多数のニューロンが集まって情報の統合や整理、判断、命令をする脳と、それに続く 1 からできている。中枢神経系と体の各部との間をつないでいる神経を 2 神経系という。2 神経系は、3 神経系と 4 神経系からなる。前者は受容器から中枢へ興奮を伝える 5 神経や中枢から効果器へと指令を伝える 6 神経などがある。一方、後者は脳や 1 から体の様々な器官や内臓に信号を伝え、恒常性に関わり、7 神経や 8 神経などから構成される。

ニューロンは、機能的に3つに大別され、受容器からの情報を中枢に伝える 5 ニューロン、中枢からの指令を効果器に伝える 6 ニューロン、そしてニューロンどうしをつなぎ主に中枢神経系をつくる 9 ニューロンがある。

語句

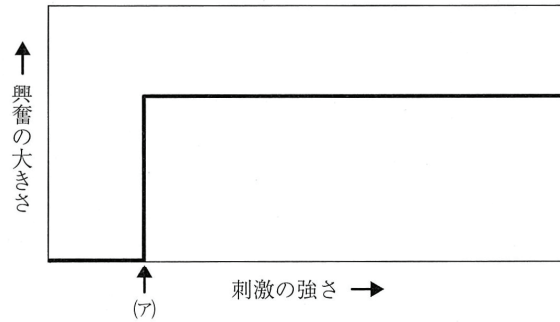
- | | | | |
|--------|--------|--------|---------|
| (ア) 介在 | (イ) 反射 | (ウ) 末梢 | (エ) 体性 |
| (オ) 脊髄 | (カ) 感覚 | (キ) 自律 | (ク) 副交感 |
| (ケ) 中間 | (コ) 運動 | (サ) 交感 | (シ) 松果体 |

問 2 下線部(b)に関連して、明らかに誤っている文章を以下の(ア)～(カ)の中から2つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) バソプレシンは脳下垂体後葉から分泌され、腎臓の集合管での水の再吸収を抑制する。
- (イ) 脳下垂体前葉から分泌される副腎皮質刺激ホルモンは糖質コルチコイドの分泌を促進する。
- (ウ) パラトルモンは血液中のカルシウムイオン濃度を上げる。
- (エ) 甲状腺ホルモンであるチロキシンは体内の化学反応(代謝)を抑制する。
- (オ) 副腎は皮質と髄質から構成され、髄質からはアドレナリンが分泌される。
- (カ) すい臓のランゲルハンス島にはグルカゴンを分泌する A 細胞がある。

問3 下線部(c)に関連して、以下の(1)～(3)の各問に答えなさい。

- (1) 図Ⅰはあるニューロンに刺激を与えたときに生じる、興奮の大きさと刺激の強さの関係を示している。この法則名を何と呼ぶか、最も適切な名称を答えなさい。
- (2) 図Ⅰ中の(ア)を何と呼ぶか、最も適切な名称を答えなさい。
- (3) 神経は刺激の強弱を伝えることができるが、この理由を100字以内で説明しなさい。

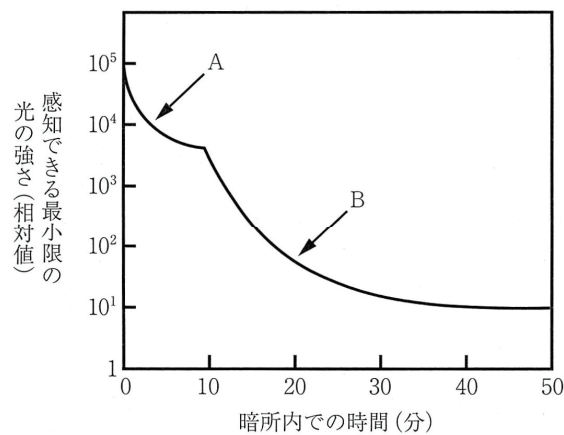


図Ⅰ 1本のニューロンの興奮

問4 下線部(d)に関連して、図Ⅱは暗い場所でおこる見え方の変化(暗順応)を示す。以下の(1)～(2)の各問に答えなさい。

- (1) AおよびBの過程で働く視細胞の名称を、それぞれ答えなさい。
- (2) この順応がおこる過程について図Ⅱを参考にし、以下の語句を用いて100字以内で説明しなさい。

語句：ロドプシン

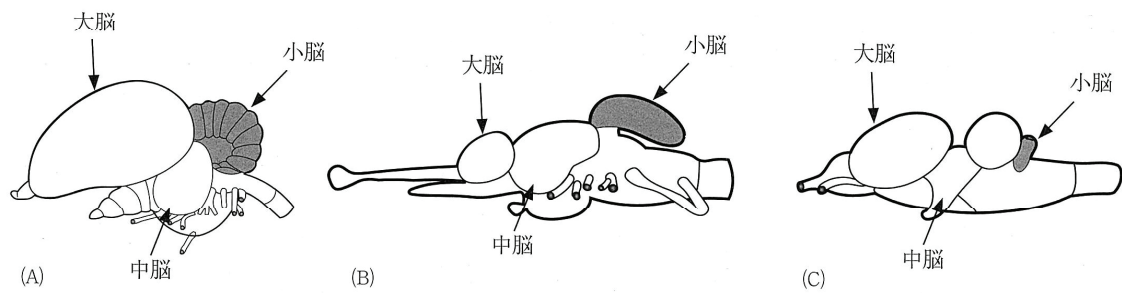


図Ⅱ 暗順応曲線

問5 下線部(e)に関連して、図Ⅲの(A)～(C)は魚類、両生類、鳥類のいずれかの脳の構造を示す。以下の(1)～(2)の各問に答えなさい。

(1) (A)～(C)がそれぞれどの分類群の脳に相当するか答えなさい。

(2) 鳥類が獲得した能力を、小脳がつかさどる感覚を含めて60字以内で説明しなさい。



図Ⅲ 魚類、両生類、鳥類のいずれかの脳

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25 点)

動物は、外部からの刺激に対してさまざまな行動をとる。動物の行動には、一連のパターンが生まれつき備わっている生得的行動と、その後の経験や学習を通じて修正や変容が加えられていく 1 とに分けられる。カモやアヒルなどの鳥類が、^(a) ふ化直後の一定期間に見たある程度の大きさを持つ動く対象に追従し、成長後はその対象と同種の個体を繁殖相手として選択する現象 ^(b) を 2 という。この現象は、発育初期に限られた時期にのみ起こり、一度成立するとその後の経験によって変化することが少ない。この時期のことを 3 といい、自然環境下では、親を対象に成立する可能性が最も高い。親に追従することはヒナが生存する上で重要であり、同種の相手を繁殖相手として選択できなければ自身の繁殖の成功にも大きく関係する。

動物の多くは、採食や休息など日常的に生活する範囲として 4 を持っている。その中でも、主に同種の他個体を排除しようとする空間を縄張りと呼ぶ。繁殖期のシジュウカラは、雄が縄張りをつくることが知られている。縄張りをもつ利点として ^(c) は、縄張り内の食物の確保と交配相手の確保が挙げられ、縄張りを持つ個体は、繁殖に有利であるため、多くの子を残すことができる。一方で、雄はさえずりで縄張りを誇示し、他個体が縄張りに侵入することを防ぐための労力が必要になる。ある個体が一生の間につくる子のうち、繁殖可能な年齢になるまで成長した子の数で表される尺度のことを 5 という。一般的に動物は、^(d) 自らの子を多く残すことができるように、その環境で有利になるような行動をとると考えられている。

問1 文章中の 1 ～ 5 に最も適切な語句を記入しなさい。

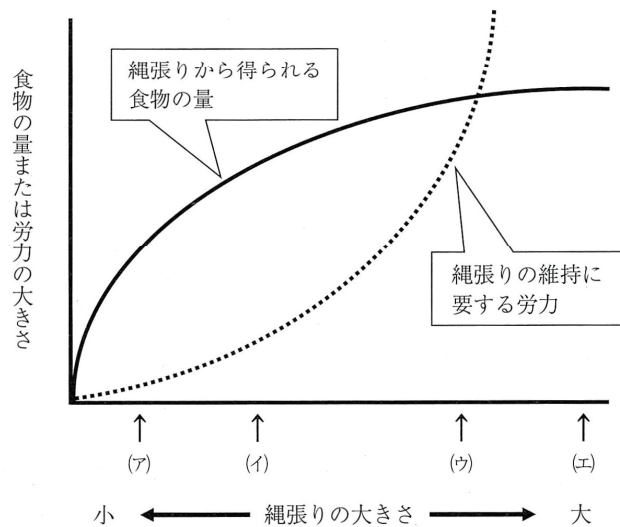
問2 下線部(a)について、動物の学習に関する記述として適切な文章を次の(ア)～(エ)の中から全て選び、記号で答えなさい。

- (ア) ドバトは、大きな目玉模様の風船を初めて提示されるとその場から逃げるが、同じ風船を提示し続けると次第に逃げなくなる。
- (イ) ミツバチは、円形ダンスや8の字ダンスなどを行い、餌場の方向と距離をなかまに伝える。
- (ウ) 放牧中のウシにベルの音を聞かせてから餌入れに飼料をやるようにすると、ウシはベルの音を聞いただけで餌入れに近づいてくるようになる。
- (エ) 繁殖期のイトヨの雄は、卵で腹部が膨らんだ雌に対して求愛のジグザグダンスをする。それに対して雌は求愛反応を示す。その後、連鎖的に次の行動が起こり、雌の産卵後に精子を放出する。

問3 下線部(b)について、この現象を発見し、1973年にノーベル生理学・医学賞を受賞し、動物行動学という学問の創設に貢献した研究者の名前を次の(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

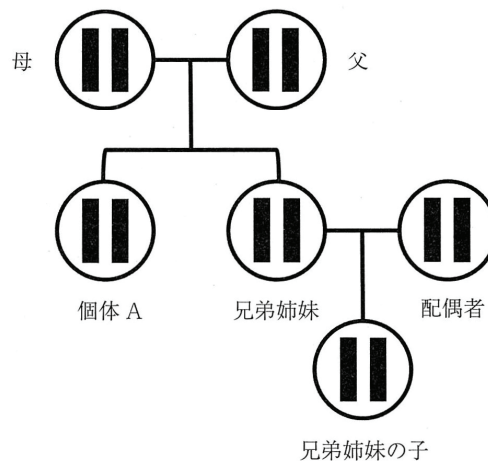
- (ア) チャールズ・ダーウィン
- (イ) 木村資生
- (ウ) トーマス・ハント・モーガン
- (エ) コンラート・ローレンツ

問4 下線部(c)について、図Ⅳは縄張りの大きさと縄張り内で得られる食物の量および縄張りの維持に要する労力との関係を表している。この場合に、最も適切と考えられる縄張りの大きさを図Ⅳの(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。また、それを選んだ理由を50字以内で説明しなさい。



図Ⅳ 縄張りの大きさと縄張りから得られる食物の量および縄張りの維持に要する労力との関係

問5 下線部(d)に関連して、個体間で共通の祖先に由来する特定の遺伝子をとにもつ確率は、血縁度と呼ばれる。図Ⅴのように、二倍体の動物で、同じ両親から生まれた個体Aと、個体Aの兄弟姉妹、そして兄弟姉妹の子がいた場合に、以下の(1)～(3)の各問に答えなさい。



図Ⅴ 二倍体の動物の血縁関係

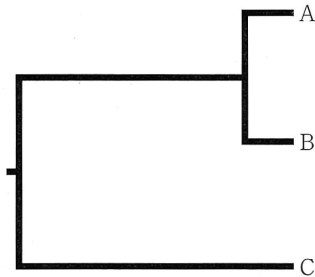
- (1) 個体Aと、個体Aの兄弟姉妹との血縁度は $1/2$ である。この血縁度を求める計算式を答えなさい。
- (2) 個体Aと、個体Aの兄弟姉妹の子との血縁度を求めて分数で答えなさい。
- (3) 哺乳類や鳥類の中には、自分の繁殖に失敗した場合に、両親の繁殖の手助けとしてその子ら(自分の兄弟姉妹に該当する)に食物を与える行動が観察されることがある。この行動にはどのような利点があると考えられるか。以下の語句を用いて100字以内で説明しなさい。

語句：血縁度、共通の遺伝子

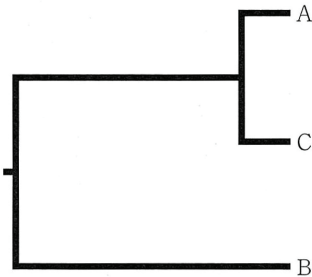
4

次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25 点)

地球上には多様な生物が生息している。進化の歴史を通じて、様々な過程によって新しい種が生まれることを繰り返し、豊かな生物相が形作られてきた。進化の歴史を考えると、全ての生物は共通の祖先を持つと考えられており、それぞれの種が進化してきた道筋を系統と呼ぶ。ここで、図Ⅵは3種の生物 A, B, C の 形態の形質から推定された 系統関係を示している。一方、図Ⅶは同じ生物 A, B, C の ゲノムから推定された系統関係を示している。



図Ⅵ 形態の形質から推定された系統関係



図Ⅶ ゲノムから推定された系統関係

問1 種について明らかに誤りである文章を次の(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。また、それを選んだ理由を30字以内で説明しなさい。

- (ア) 同一種を構成する個体は共通性の高い生態的特徴を持つ。
- (イ) 種は一度形成されると時間とともに変化することはない。
- (ウ) 有性生殖をする同じ種の生物は自然の状態で交配し繁殖する。
- (エ) 地球上には少なくとも数百万種以上の生物が生息していると考えられているが、正確な数はわかっていない。

問2 下線部(a)に関連して、地理的隔離によって新しい種が生まれる過程について、80字以内で説明しなさい。

問3 下線部(b)に関連して、生物が進化してきた経路を正確に推定するためには、相同な形質に着目するのが適切である。相同な形質の説明として、最も適切なものを次の(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 相似な形質
- (イ) 共通の発生起源を持つ形質
- (ウ) 共通の発生起源を持たない形質
- (エ) 遺伝子に由来しない形質

問4 下線部(c)に関連して、次のうち未知の系統関係を推定する際に用いることができないものを、次の(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。また、それを選んだ理由を40字以内で説明しなさい。

- (ア) 種小名
- (イ) 骨の形態
- (ウ) DNA
- (エ) 発生様式

問5 下線部(d)に関連して、以下は生物Bと生物Cの系統関係の推定に用いられた塩基配列である。図Ⅶを参考にして、これらの塩基配列から推定できる生物Aの塩基配列として最も適切なものを次の(ア)～(エ)の中から1つ選び、記号で答えなさい。

B: TTCGGGGTTTCGGTTCGTCT

C: TCGGCTGTTGGAATAGGTG

- (ア) TGGGCTGTTGGAATAGGTC
- (イ) TTCGGGGTTTCGGTTCGTCT
- (ウ) TCGGCTGTTGGAATAGGTG
- (エ) TTAGGGGTTTCGGTTCGTCA

問6 ある遺伝子を用いた系統樹において、系統樹の枝の長さが種間の遺伝子配列の相対的な差を反映しているとき、分子時計や化石を用いることで分岐年代を推定することができる。これらを用いた分岐年代の推定方法について、それぞれ40字以内で説明しなさい。

- (1) 分子時計
- (2) 化石

地 学

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(30点)

現在の地磁気は [1] に対して約 10 度傾けた、北極側に [2] 極を持つ棒磁石の作る磁場で近似できる。^①ある地点での地磁気の強さと向きを決定できる 3 つの要素の組み合わせを地磁気の三要素という。地球内部の地磁気の大部分は [3] で作られている。[3] で地磁気が作られる仕組みを [4] という。地磁気は数十～数千年のスケールで変化する。この変化を地磁気の [5] という。岩石の中の鉱物には、岩石ができた当時の地磁気を記録しているものがある。岩石に保持された地磁気を 残留磁気 ^②という。

地震がどのような断層で発生したのかは、地震波の初動を使って推定できる。地震波のうち [6] 波の初動の押しの領域と引きの領域は、直交する 2 平面で区分される。この 2 平面のうちの 1 つが地震を起こした断層である。地震を起こした断層の方向やずれ方のことを [7] という。

プレート境界で発生する地震はプレートの動きに応じた型の断層運動で発生している。例えば拡大する境界では [8] 断層型、すれ違う境界では [9] 断層型の地震が多い。

収束する境界のなかでも日本のようにプレートが沈み込んでいる地域では、プレート間では [10] 断層型の地震が発生する。震源域が海域の場合、大地震の時に [11] が発生することが多い。また陸側のプレート内では 活断層 ^③による地震が発生する。地震は沈み込んだプレートの中でも起こる。沈みこんだプレートの中で起こる地震の分布を [12] という。

地球の熱源の 1 つは、岩石に含まれる放射性同位体の自然崩壊による熱である。現在の地球の熱源となっている主な放射性同位体として、ウラン以外に [13] , [14] がある。同じ質量で比べると、かんらん岩のほうが花こう岩より発熱量が [15] 。

地球内部の熱は地球内部から温度の低い地表に向かって移動する。この熱流量を 地殻熱流量 ^④という。海洋域では、海嶺地域の地殻熱流量は周囲より [16] 。日本列島の地殻熱流量は、東北地方を例にとると、火山前線の大陸側と海溝側では、海溝側のほうが [17] 。

問 1 空欄 1 ～ 17 に当てはまる適切な語句を答えなさい。ただし 13 ～ 14 は順不同である。

問 2 下線部①について、地磁気の三要素の組み合わせを 1 組答えなさい。

問 3 下線部②について、過去の岩石の残留磁気を調べることでどのようなことがわかるか。1 つ答えなさい。

問 4 下線部③について、次の問に答えなさい。

(1) 活断層とはどのような断層か、説明しなさい。

(2) 活断層の存在はどのような地形から推定できるか。活断層の活動で作られる地形の特徴を 1 つ答えなさい。

問 5 下線部④について、ある地域での地表付近の地殻熱流量は $1.0 \times 10^{-1} \text{ W/m}^2$ であった。この地域の地表付近の地下増温率（地温勾配）を答えなさい。ただし岩石の熱伝導率を $2.5 \text{ W/(m} \cdot ^\circ\text{C)}$ とする。計算過程も記すこと。

2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(30 点)

非常に強い勢力の台風が、時刻 T において地点 O の真上を通過した。次のページにある図 I は、地点 O に対し東・西・南・北のいずれかの方向に 500 km 離れた所にある 4 つの地点 $A \sim D$ において、台風の通過期間に観測された地上の風を表す。時間差 ΔT は 48 時間である。図 II は地点 O または地点 A より時刻 T に打ち上げられた、大型の気球に取り付けた観測機器によって測定された気温の高度ごとの分布である。以下の問いに答えなさい。

問 1 地点 $A \sim D$ の、地点 O に対する相対的な位置について、適切なものを次の(ア)～(エ)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。また、そのように判断した理由を、台風に伴う風の特徴をもとに述べなさい。

選択肢	地点 A の位置	地点 B の位置	地点 C の位置	地点 D の位置
(ア)	東	南	北	西
(イ)	西	北	南	東
(ウ)	南	東	西	北
(エ)	北	西	東	南

問 2 この台風の進路として正しいものを次の(ア)～(エ)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。また、そのように判断した理由について、2 つの時刻 $(T - \Delta T)$ と $(T + \Delta T)$ における風向の特徴を用いて説明しなさい。

(ア) 南から北 (イ) 西から東 (ウ) 北から南 (エ) 東から西

問 3 上記の文章中において下線で示した「大型の気球に取り付けた観測機器」の名称を答えなさい。

問 4 図 II の気温分布①・②のうち、地点 O の上空で観測されたものを選び、数字で答えなさい。また、そのように判断できる理由について、台風に伴う鉛直方向の気流構造と関連付けて述べなさい。

問 5 図 II の気温分布①において、地上の空気 (30℃) を持ち上げた時の凝結高度は 1.0 km であった。この空気をさらに持ち上げたとき、自発的に上昇し始める高度として最も近いものを、次の(ア)～(オ)の中から 1 つ選び、記号で答えなさい。また、そのように判断した理由を述べなさい。

(ア) 1.0 km (イ) 1.5 km (ウ) 2.5 km (エ) 3.5 km (オ) 4.5 km

問 6 次の文章の空欄 1 ～ 6 に当てはまる適切な語句を答えなさい。

ある場所に停滞する台風による海面水温の変化を考える。海面付近の海水は、地表付近の風によって引きずられて流れが生じる。しかし地球の自転による 1 のため、海水の流れは風の吹く方向と一致せず、北半球では風の吹く方向から 2 に逸れる。その逸れ方は深さとともに大きくなる。このような流れを 3 という。北半球において台風が海洋上にあるとき、海面付近の海水は全体的に台風の中心に対し 4 方向に流れるので、中心近くでは 5 向きの運動が生じて、海水が鉛直方向に動く。その結果、海面近くの水温は 6 する傾向にある。

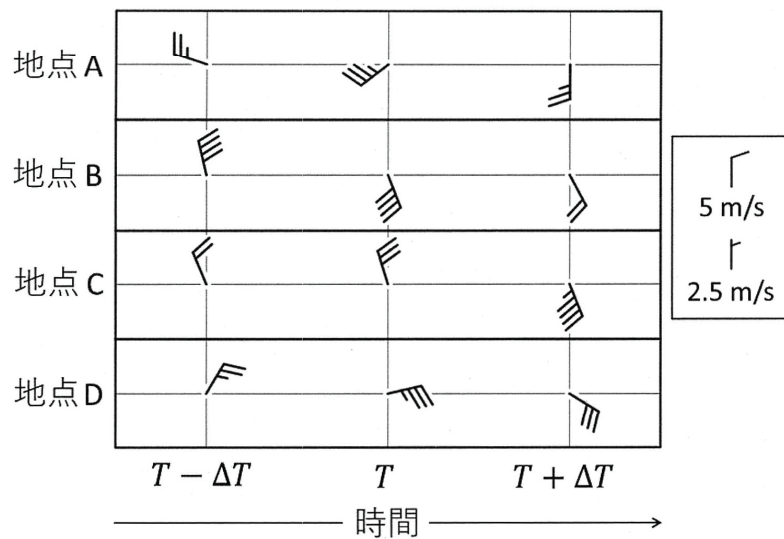


図 I 地点 A ～ D で観測された地上の風の時間変化。

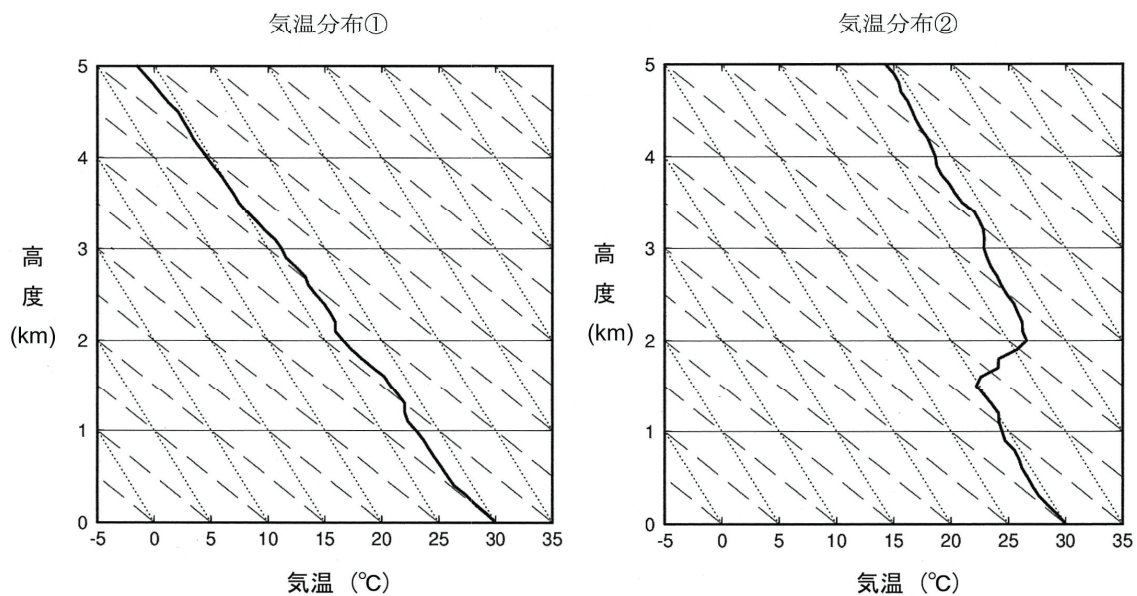
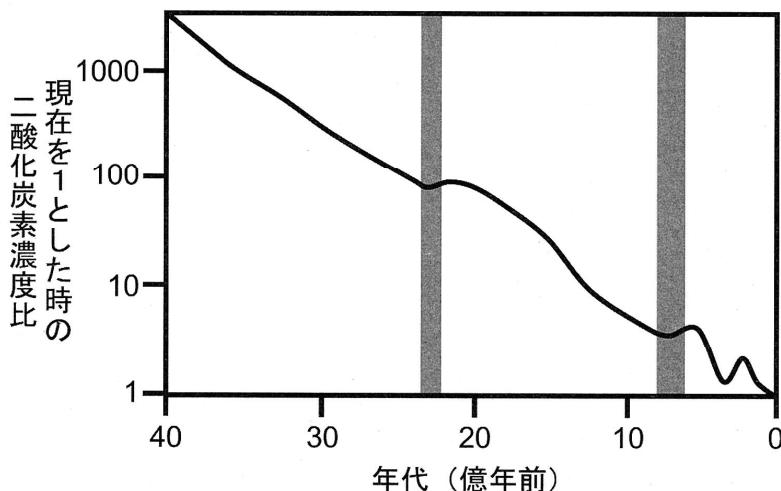


図 II 時刻 T において、2つの地点で観測された気温の高度分布。
破線は5℃間隔の乾燥断熱線，点線は5℃間隔の湿潤断熱線を表す。
乾燥断熱減率は $1.0^{\circ}\text{C}/(100\text{ m})$ ，湿潤断熱減率は $0.5^{\circ}\text{C}/(100\text{ m})$ とする。

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(40 点)

地球史における大気中の二酸化炭素濃度は、さまざまな要因によって決まっている。図Ⅲは過去 40 億年間に於ける大気中の二酸化炭素濃度の変動を示す。このグラフを見ると二酸化炭素濃度は徐々に減少していることが読み取れる。このような長い時間スケールでは、石灰岩の形成、火山活動、岩石の風化が二酸化炭素濃度の変動に重要な役割を果たす。



図Ⅲ 過去 40 億年間に於ける大気中の二酸化炭素濃度の長期的な変化。
灰色の網かけは全球凍結が起きた期間を示す。

石灰岩は を主成分とし、 岩と 岩に分類される。サンゴ化石が含まれる石灰岩は 岩であり、鍾乳洞にみられる鍾乳石は 岩である。石灰岩は二酸化炭素を長い期間岩石中に閉じ込める貯蔵庫としての役割がある。

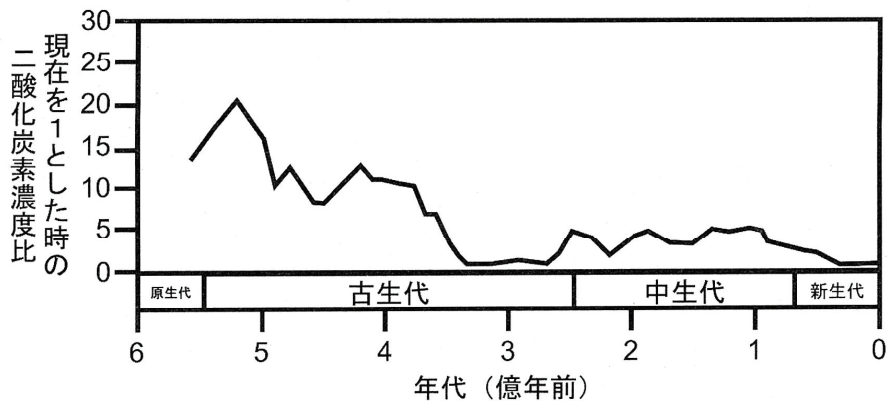
火山の噴火を引き起こす地下のマグマには水蒸気や二酸化炭素などの揮発性成分が含まれ、噴火によって や火山砕屑物とともに火山ガスが大気中へ放出される。そのため火山活動が活発な時期には大気中の二酸化炭素濃度が増加する。

岩石の風化、特に 的風化が起こるときには、大気中の二酸化炭素と雨水が岩石と反応し、イオンに分解される。このときに大気中の二酸化炭素は吸収され、二酸化炭素濃度が減少する。

46 億年前に原始太陽系が形成され、原始地球が形成された。原始地球に微惑星が衝突し、地表面が融けてマグマとなり地表を覆った。この状態を とよぶ。やがて地表面の温度が下がり、原始地殻が形成された。当時の原始大気にはマグマの揮発性成分を主な起源とする水蒸気や二酸化炭素が多く含まれていた。その後、水蒸気が凝結し、雨となり、海となった。海が形成されると、大気中の二酸化炭素は海に吸収されるとともに、原始地殻が 的風化によって海にイオンを供給した。これらの海に溶けたイオンが結びついて が沈殿していった。

その後、27 億年前になると酸素発生型の光合成をする微生物である が誕生した。これにより大気中の二酸化炭素濃度が減少するとともに、層状の石灰質の堆積物である が形成され、さらに二酸化炭素濃度が減少していった。

顕生代に入ると、上述の 3 つの要因に加えて生物の進化の影響も受けて大気中の二酸化炭素濃度に変動した。図Ⅳは顕生代における大気中の二酸化炭素濃度の変動を示す。このグラフを見ると二酸化炭素濃度は徐々に減少し、特に古生代の終わりごろに大きく減少し、気候が寒冷化した。一方、中生代には二酸化炭素濃度は増加し、温暖な気候となった。新生代では二酸化炭素濃度は徐々に減少していき、気候が寒冷化した。



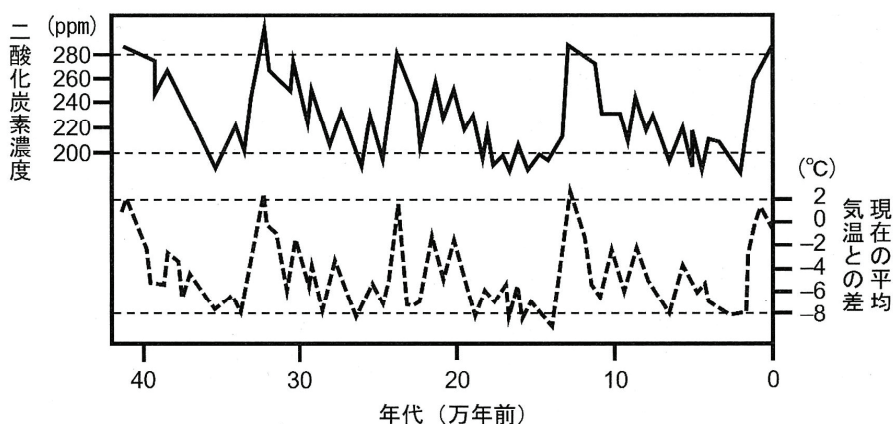
図Ⅳ 過去6億年間に於ける大気中の二酸化炭素濃度の変化。

古生代の終わりごろには超大陸 9 が形成され、陸地には大量の石炭が形成された。当時の海洋で形成された石灰岩として、日本列島では秋吉台の石灰岩が有名である。この石灰岩は 10 の化石を多く含み、11 でできた海山の上に形成された浅海性石灰岩である。現在の地表には 5 的風化によって形成された 12 地形がみられる。

中生代になると、9 が分裂し、大西洋が誕生した。これにより中央海嶺の火山活動が活発になり、大気中に二酸化炭素が大量に放出され、気候が温暖化した。また、浅海域が広がり、浅海性石灰岩が形成された。遠洋域では石灰質殻をもつプランクトンである 13 が進化し、遠洋性石灰岩が形成された。イギリスのドーバー海峡にみられる白亜の地層は当時の石灰質プランクトン化石の堆積によって形成された。この ③ 遠洋性石灰岩は深海で溶けてしまう深度があり、14 とよばれる。また、大量の生物の遺骸が有機物として海底の地層中に埋没し、15 が形成された。陸上では 16 植物が石炭紀に誕生し、中生代に繁栄した。

新生代になると、陸上では白亜紀に誕生した 17 植物が多様化した。気候が温暖であった古第三紀の浅海域には 18 が繁栄し、エジプトのピラミッドを造る石灰岩にも含まれる。このころインド亜大陸がアジア大陸に衝突して 19 山脈が形成された。アフリカ大陸もヨーロッパ大陸に衝突してアルプス山脈が形成された。これらの山脈形成は二酸化炭素濃度を減少させる要因の一つとなった。④

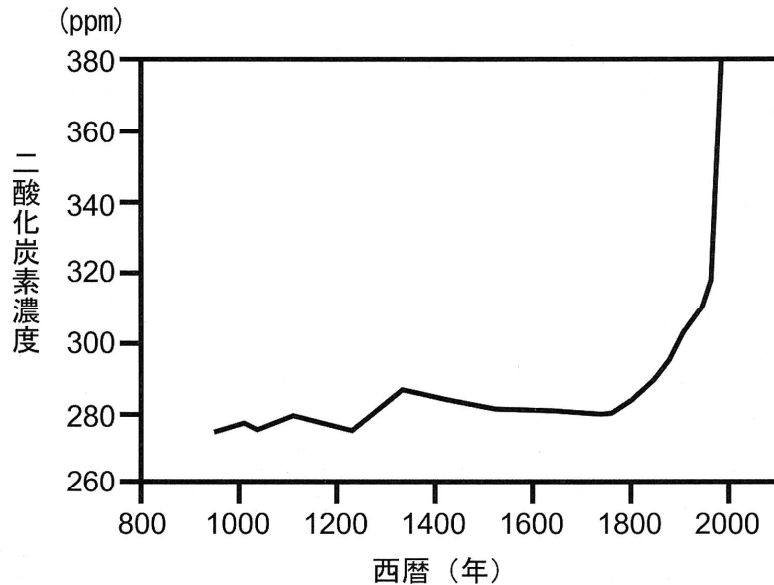
第四紀には気候がさらに寒冷化して、氷期と間氷期が繰り返された。図Ⅴは過去数十万年間の氷期と間氷期の繰り返しにおける大気中の二酸化炭素濃度の変動を示す。このグラフを見ると、二酸化炭素濃度は氷期の最も寒い時期には約 20 ppmとなり、間氷期には約 21 ppmとなった。また、気温と二酸化炭素濃度の変動が同調しているようにみえる。このことは気温と二酸化炭素濃度との間に ⑤ 正のフィードバック、つまり気温が上昇すると二酸化炭素(温室効果ガス)が増加し、さらに気温を上昇させるしくみが働いていることを示す。



図Ⅴ 過去40万年間に於ける大気中の二酸化炭素濃度(実線)と気温(太い破線)の変化。

南西諸島には第四紀に形成された浅海性石灰岩が堆積し、サンゴ礁起源の石灰岩が階段状に連なる海岸段丘や、石灰岩の間に不整合面がみられる。これらの地形や地層には第四紀の地殻変動や気候変動が記録されている。

現在大気中の二酸化炭素濃度は年々増加傾向がみられ、すでに420 ppmを超えている。ではいつから二酸化炭素濃度は増え始めたのだろうか？図Ⅵは過去約1000年間における大気中の二酸化炭素濃度の変動を示す。このグラフを見ると大気中の二酸化炭素濃度は西暦1800年ごろまで約 21 ppm でほぼ一定であり、その後増加傾向がみられる。この増加は ⑧ 当時の人間活動が主な原因である。



図Ⅵ 過去約1000年間における大気中の二酸化炭素濃度の変化。

問1 文章中の空欄 1 ～ 21 に当てはまる最も適切な語句や数値を以下の語群から選び、答えなさい。同じ語句や数値を使っても構わない。

〔語群〕 200 220 240 260 280 COD CCD 塩化ナトリウム 炭酸カルシウム 二酸化ケイ素 物理 化学 生物
地学 マグマオーシャン マグマだまり 溶岩 泥岩 ホットスポット 沈み込み帯 ロッキー ヒマラヤ
パンゲア ギンドワナ 氷河 カルスト ストロマトライト 縞状鉄鉱層 石英 石油 被子 裸子 バクテリア
ケイソウ カヘイ石 シアノバクテリア フズリナ ココリス 三葉虫 ビカリア

問2 下線部①について、石灰岩が風化するときの化学反応式を答えなさい。

問3 図Ⅲに示した、先カンブリア時代に何度か起きた全球凍結は火山活動と岩石の風化のバランスによって起きたという考えがある。以下の説明文は、この考え方に基づいて全球凍結の始まりと終わりに関して記述した文章である。空欄 (i) ～ (iv) に適切な語句の組み合わせを(ア)～(エ)の選択肢の中から1つ選び、記号で答えなさい。

〔説明文〕

「全球凍結の前は火山活動よりも岩石の風化の影響が (i) ，大気中の二酸化炭素濃度は (ii) し、気候は寒冷化し、氷が増えていき、全球凍結が起きた。全球凍結のときは岩石の風化が (iii) ため、火山活動の影響が (i) なり、大気中の二酸化炭素濃度は徐々に (iv) し、気候は温暖化し、氷が融けていき、全球凍結が終了した。」

〔選択肢〕

- (ア) (i) 大きく (ii) 減少 (iii) 起こりやすくなる (iv) 増加
(イ) (i) 小さく (ii) 増加 (iii) 起こりやすくなる (iv) 減少
(ウ) (i) 大きく (ii) 減少 (iii) 起こりにくくなる (iv) 増加
(エ) (i) 小さく (ii) 増加 (iii) 起こりにくくなる (iv) 減少

- 問4 顕生代に入って二酸化炭素濃度が減少したのは、生物のある進化により石灰岩が大量に形成されたことも要因の一つである。
顕生代の始めに起きた生物の進化とは何か答えなさい。
- 問5 下線部②について、古生代の終わりごろになぜ二酸化炭素濃度が減少し、気候が寒冷化し、石炭が形成されたのか。植物の進化と関連づけて説明しなさい。
- 問6 下線部③について、遠洋性石灰岩はなぜ深海で溶けてしまうのか説明しなさい。
- 問7 下線部④について、山脈形成がどのように二酸化炭素濃度を減少させたのか説明しなさい。
- 問8 下線部⑤について、温暖化するときの正のフィードバックの例を1つ挙げ、それについて説明しなさい。
- 問9 下線部⑥について、長い期間の隆起によって10万年前のサンゴ化石を含む石灰岩が現在標高150 mに分布するとする。10万年前の平均海面は現在の平均海面よりも10 m低かったとすると、隆起速度は千年あたり何メートルとなるか計算過程を含めて答えなさい。なお隆起速度は一定と仮定し、標高0 mを現在の平均海面とする。
- 問10 下線部⑦について、不整合面の上下の石灰岩とも海面付近に生息するサンゴの化石が含まれおり、不整合面上には礫や土壌が含まれていたとする。このとき不整合面を境にしてどのような環境の変化があったと考えられるか説明しなさい。
- 問11 下線部⑧について、大気中の二酸化炭素濃度を増加させた当時の主な人間活動を答えなさい。

物 理 解 答 用 紙

受験番号

1

①

K

②

$$\frac{W}{\mu' mg}$$

③

$$\frac{\Delta U_1 \Delta T_2}{\Delta T_1}$$

④

(才)

⑤

核分裂

⑥

中性子

⑦

西

⑧

$3V$

⑨

$$2d \sin \theta$$

⑩

干渉

⑪

$$2.0 \times 10^{-10}$$

⑫

(イ)

⑬

(ウ)

⑭

(ア)

⑮

3

⑯

5

⑰

$$G \frac{M}{r^2}$$

⑱

$$\sqrt{\frac{GM}{r}}$$

⑲

3

⑳

(ア)

2

A

問1

$$\sqrt{2gh_1}$$

問2

$$\frac{(1+e_1)m_1v_1}{m_1+m_2}$$

問3

$$\sqrt{v_2^2 - 2gh_2}$$

問4

$$\frac{v' \cos \theta}{g} + \sqrt{\left(\frac{v' \cos \theta}{g}\right)^2 + \frac{2h_2}{g}}$$

問5

$$v'T \sin \theta$$

問6

$$gT - v' \cos \theta$$

問7

$$\frac{e_2^6 v_y^2}{2g}$$

B

問8

$$-\frac{3}{4}mg$$

問9

$$\frac{4}{5}$$

問10

$$\frac{4}{3}h$$

3

A

問1

$$\frac{E}{2R}$$

問2

(才)

問3

$$\frac{CE}{2}$$

問4

(ウ)

問5

$$\frac{CE^2}{8}$$

B

問6

$$BLx$$

問7

$$\frac{vBL}{R}$$

問8

$$I^2 R$$

問9

$$B' < B$$

問10

力の大きさ

$$I'(B - B')L$$

向き

(イ)

問11

(才)

受 験 番 号

得 点

物 理

化 学 解 答 用 紙

受験番号

(注意 この解答用紙は表裏2ページになっている。)

1

A 問1

(イ)

問2

(1)

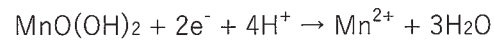
25.0

mL

(2)

還元剤

(3)



問3

(1)

(力)

(2)

2.00×10^{-4}

mol/L

B 問4



問5

発熱反応

問6

沿岸海水中においては、日中は光合成によって CO_2 が減るので、 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ の平衡が左に傾き、pHが上がる。夜間は、呼吸によって CO_2 が増えるので、上記の平衡が右に傾き、pHが下がる。

したがって、日中の沿岸海水のpHの方が高い。

小 計

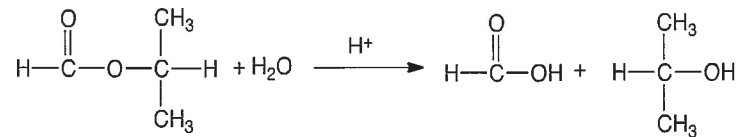
採 点 欄

1	2	3	4	合 計

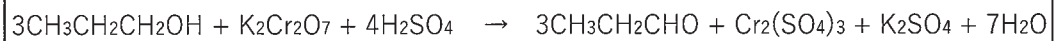
A 問1

化合物A	酢酸エチル	化合物B	エタノール
化合物C	酢酸		

問2



問3



問4

記号	(ウ)	説明	油滴は疎水基を中心として集まるセッケンのミセル内部に取り込まれるため。
----	-----	----	-------------------------------------

問5

硬水中に多く含まれるカルシウムイオンやマグネシウムイオンと界面活性剤が反応して、難溶性の塩を形成するため。

B 問6



問7

モル質量	872	質量	87.2
	g/mol		g

問8

けん化価	193	ヨウ素価	262
------	-----	------	-----

問9

504	L
-----	---

小 計

3

A 問1

1	気液平衡	2	飽和蒸気圧
3	高く（大きく）	4	蒸発熱

問2

吸収した熱エネルギーがすべて状態変化に用いられるから

問3

標高が高くなると大気圧が低下するため、沸点が低くなる

問4

$$6.0 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times \frac{36 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} + 4.2 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \times 36 \text{ g} \times (100 - 0) \text{ K} \times 10^{-3} + 41 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times \frac{36 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 109.12 \text{ kJ}$$

$$1.1 \times 10^2 \quad \text{kJ}$$

B 問5

熱化学方程式	$\text{CH}_4 (\text{気}) = \text{C} (\text{気}) + 4\text{H} (\text{気}) - 1644 \text{ kJ}$		
結合エネルギー	$1644 \div 4 = 411$ 411 kJ		

問6

$$6.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 1.0 \text{ L} = P_M \times (1.0 + 2.0) \text{ L}$$

$$P_M = 2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$12.0 \times 10^5 \text{ Pa} \times 2.0 \text{ L} = P_O \times (1.0 + 2.0) \text{ L}$$

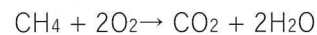
$$P_O = 8.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P = P_M + P_O = 10.0 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$P = 1.0 \times 10^6$$

Pa

問7



問8

	CH_4	+	2O_2	$\rightarrow$	CO_2	+	$2\text{H}_2\text{O}$
反応前(Pa)	2.0×10^5		8.0×10^5		0		0
変化量(Pa)	-2.0×10^5		-4.0×10^5		2.0×10^5		(4.0×10^5)
反応後(Pa)	0		4.0×10^5		2.0×10^5		(4.0×10^5)
よって、容器の全圧は、							
$P = P_{\text{O}_2} + P_{\text{CO}_2} = 4.0 \times 10^5 + 2.0 \times 10^5 = 6.0 \times 10^5$							6.0 × 10 ⁵ Pa

小 計

A 問1

1	非共有電子対	2	配位
---	--------	---	----

問2

(1)	NH ₃	(2)	AsH ₃	(3)	SbH ₃
-----	-----------------	-----	------------------	-----	------------------

問3

(ウ)

B 問4

3	NO	4	NO ₂
---	----	---	-----------------

問5

8.9	mol
-----	-----

問6

銅と濃硝酸
$\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$
銅と希硝酸
$3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$

C 問7

$\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
--

問8

煮沸するとCO ₂ 濃度が減少するので、 $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ の平衡が左に傾き沈殿が生じる。
--

問9

$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
--

問10

(オ)

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	20	2	ペプチド結合	3	水素結合
4	変性	5	失活	6	転写
7	翻訳	8	リボソーム	9	コドン (トリプレット)
10	終止コドン	11	プロモーター	12	リプレッサー (サイレンサー)

問1-8において、リボソームに加えて核から脱出後のmRNAの移行先として適切なものは正答とする。

問2

ウ

問3

ア、イ、オ

問4

RNA干渉 (あるいはRNAi)

転写後に細胞内に存在する短い2本鎖RNAが切断され、タンパク質と結合する。この複合体がmRNAを分解し、また翻訳を阻害する。(62字)

40

80

問5

この機構によって、DNAの塩基配列が変化せずに遺伝子発現が調節される。結果として、個体ごとに異なる遺伝子が発現することで、個体差が生み出される。(72字)

40

80

生 物

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。

2

問1

1	オ	2	ウ	3	エ
4	キ	5	カ	6	コ
7	ク or サ	8	サ or ク	9	ア

問2

ア, エ

問3

(1)	全か無かの法則	
(2)	閾値(しきい値)	
(3)	刺激が強くなると各ニューロンの興奮の頻度が高まる。神経は閾値の異なる多数のニューロンから構成されているので、刺激が強くなると興奮するニューロンの数が増えるため。(80文字)	

50

100

問4

(1)	A	錐体細胞	
	B	桿体細胞	
(2)	暗所に入ると視細胞のうちの錐体細胞の感度があがるが、10分程度すると桿体細胞内でロドプシンの再合成が進み、ロドプシン量が増加して感度が飛躍的に上昇する。(75文字)		

50

100

問5

(1)	A	鳥類	
	B	魚類	
	C	両生類	
(2)	鳥類は飛翔という運動能力を獲得し、空間認識のための平衡感覚(バランス感覚)をつかさどる小脳を発達させている。(54文字)		

60

得点

生物

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。

3

問1

1	習得的行動	2	刷込み (インプリンティング)	3	臨界期
4	行動圏	5	適応度		

問2

ア, ウ

問3

エ

問4

記号	イ
理由	縄張りから得られる利益と縄張りの維持に必要な労力との差が最大になるため。(36字)

問5

(1)	$1/2 \times 1/2 + 1/2 \times 1/2 = 2/4 = 1/2$	(2)	$1/4$
(3)	自分の子の血縁度と兄弟姉妹の血縁度は同じであるため、自ら繁殖しなくても同じ両親の子を増やせば、自分と共通の遺伝子を持つ個体を増やすことになる。(71字)		

	得点
生物	

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。

4

問1

	イ	
理由	種は絶滅や種分化などで時間と共に変化するから。 (23文字)	30

問2

同種が地理的に分断された場所に生息することで，生物の集団の遺伝子構成が変化して集団間に生殖的隔離が成立し，種分化が生じる。(61文字)	80
---	----

問3

イ

問4

	ア	
理由	種小名は人が決めるものであり，進化や系統に基づいたものではないから。(34文字)	40

問5

ア

問6

(1)	用いられた遺伝子の変異の速度から推定する。(21文字)	40
(2)	系統樹の中のある分岐を示す化石が産出した年代から推定する。(29文字)	40

得点

生物

1

注意 この解答用紙は1枚目表裏2ページ、2枚目表裏2ページの計4ページになっている。

問1

1	自転軸(回転軸, 地軸)	2	S	3	外核
4	ダイナモ(理論)	5	永年変化	6	P
7	発震機構 または震源メカニズム	8	正	9	横ずれ
10	逆	11	津波	12	和達ーベニオフ帯 (深発地震面)
13	カリウム	14	トリウム	15	少ない(小さい, 低い)
16	大きい	17	小さい		

正解の組み合わせは他にもある。

問2

全磁力	伏角	偏角
-----	----	----

問3

岩石の過去の地磁気の向き・強さ(逆転も可)を比較することで、離れた地域の地層を対比させたり、年代を推定できる。
地磁気の向きを使って過去の北極の位置を明らかにし、大陸の移動を推定できる。
など。

問4 (1)

過去数十万年以内に繰り返し活動し、今後も活動する可能性がある断層のこと。

(2)

川の流路がそろって曲がる
尾根がそろって曲がる(ずれる)
急な山地ができる, など

問5

地殻熱流量 = 地下増温率 × 岩石の熱伝導率 なので,
地下増温率 = $\frac{\text{地殻熱流量}}{\text{岩石の熱伝導率}}$ となる。値を代入すると,
地下増温率 = $\frac{1.0 \times 10^{-1}}{2.5} = 4.0 \times 10^{-2} (^{\circ}\text{C}/\text{m})$

小計	
----	--

2

問 1

(ウ)

台風は地表近くで中心に対し反時計回りの風を伴うので、時刻 T において O 点の北では東寄り、東では南寄り、南では西寄り、西では北寄りの風になる。選択肢の中でこれに該当するのが (ウ) だけである。

問 2

(エ)

時刻 $(T - \Delta T)$ において、4 地点の風向は全体的に北寄りで、時刻 $(T + \Delta T)$ においては風向が全体的に南寄りに変化している。台風が反時計回りの回転を伴っているので、時刻 $(T - \Delta T)$ において台風は 4 地点の東側、時刻 $(T + \Delta T)$ には西側に存在するはずである。すなわち、台風はこの期間において東から西に移動している。

問 3

ラジオゾンデ

問 4

②

時刻において台風の中心は地点 O の近くにある。台風の中心には下降気流があり、雲がない。この下降気流は凝結を伴わないので、その気温の変化は乾燥断熱減率に従って上昇する。2 つの気温分布のうち、高度 2 km より上空で明らかに気温が高いのは②の方である。

問 5

(エ)

凝結高度より上空において、空気の塊の中では凝結が起こるので、気温の変化は湿潤断熱減率に従う。空気の塊が自発的に上昇できるのは、その温度が周囲の気温より高くなる場合である。気温分布①において、 1 km の凝結高度から湿潤断熱線に沿って気温を変化させたとき、観測された気温と等しくなるのは 3.5 km 付近なので、(エ) が正しい回答になる。

問 6

1	転向力	2	右 (側)
3	エクマン吹送流	4	遠ざかる (外・逆)
5	上	6	低下 (下降・減少)

小計

問1

1	炭酸カルシウム	2	生物	3	化学
4	溶岩	5	化学	6	マグマオーシャン
7	シアノバクテリア	8	ストロマトライト	9	パンゲア
10	フズリナ	11	ホットスポット	12	カルスト
13	ココリス	14	CCD	15	石油
16	裸子	17	被子	18	カヘイ石
19	ヒマラヤ	20	200	21	280

問2

$$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$$
 （化学式を使わなくても正解とする。）

問3

(ウ)

問4

動物が石灰質のかたい骨格や殻を形成するようになった。

問5

シルル紀にシダ植物が陸上へ進出し、森林を形成した。植物の光合成により大気中の二酸化炭素が吸収され、温室効果ガスが減少し、気候が寒冷化した。また光合成によってつくられた大量の有機物（植物遺骸）が地層中へ埋没して石炭となった。

問6

深海は二酸化炭素濃度が高く、温度が低く、圧力が高いため炭酸カルシウムが溶解してしまう。

問7

山脈の形成により陸上の岩石の露出が増え、岩石の化学的風化により大気中の二酸化炭素が吸収された。

その他の解答例

森林が形成されて大気中の二酸化炭素が固定された。

モンスーン気候が発達し、降雨量が増加し、風化が進んだ。

問8

温暖化で気温が上昇すると、極域の永久凍土が融けて、地中に閉じ込められていた温室効果ガス（メタン）が放出し、温室効果が高まることによりさらに温暖化が強まる。など論理的に正しければ正解とする。

問9

$(150 + 10) \div 10 \div 10 = 1.6 \text{ m/千年}$

問10

まずサンゴ礁が形成され、その後海退が起こり陸化した。陸化により石灰岩が侵食・風化した。その後海進が起こり、再びサンゴ礁が形成された。（地殻変動による説明も正解とする。）

問11

産業革命による石炭（化石燃料）の利用拡大 （森林伐採も正解とする。）

小計