

令和 8 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	19 ページまで
生 物	20 ページから	27 ページまで
地 学	28 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 以下の文章および表中の ① ~ ②① に入る最も適切な語句、数値、数式、図、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、地面からの高さが $h$ の水平な直線上を速さ $v$ で等速飛行している飛行機がある。この飛行機からある物資を投下し、飛行機の進路の鉛直下方にある地面上の点Pに落としたい。ただし、重力加速度の大きさを $g$ とし、物資は地面に到着するとそこで静止するものとする。なお、空気抵抗は無視してよい(パラシュートなどは使用しない)。

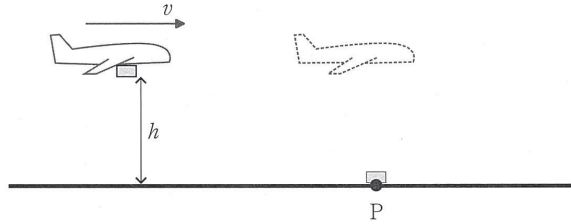


図1-I

高さ $h$ の位置から、物資を地上から見て初速度0で落下させたとき、地面に到着するまでの時間 $T$ は ① である。  
点Pに落とすためには、飛行機が点Pの真上に来たときに、

- (ア) 飛行機から見て初速度0で落とせばよい。
- (イ) 飛行機から見て上向きに速さ $v$ で投げればよい。
- ② (ウ) 飛行機から見て下向きに速さ $v$ で投げればよい。
- (エ) 飛行機から見て前向きに速さ $v$ で投げればよい。
- (オ) 飛行機から見て後ろ向きに速さ $v$ で投げればよい。

あるいは、飛行機が点Pの真上に来るより $T$ だけ前に、

- (ア) 飛行機から見て初速度0で落とせばよい。
- (イ) 飛行機から見て上向きに速さ $v$ で投げればよい。
- ③ (ウ) 飛行機から見て下向きに速さ $v$ で投げればよい。
- (エ) 飛行機から見て前向きに速さ $v$ で投げればよい。
- (オ) 飛行機から見て後ろ向きに速さ $v$ で投げればよい。

問2  $x$ 軸正の向きに進む正弦波があり、 $x=0$ の場所で自由端反射する。入射波のある時刻での波形を表したのが図1-IIである。図中の点線は、反射がなかった場合にはどのように波が進行したかを表現している。反射波の様子を解答欄のグラフに書き込むと ④ となる。

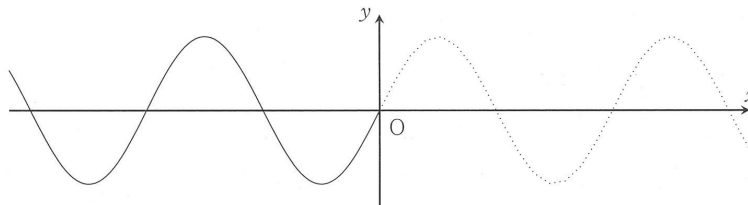


図1-II

問3 2枚の偏光板を重ねて一方を回転させながら光を見ると、明るくなったり暗くなったりする。このような偏光があることは、光が  (ア) 縦波, (イ) 横波, (ウ) 定常波, (エ) 正弦波 であることを示している。

太陽光はいろいろな方向に振動する光の集まりである。太陽光が水面に反射してまぶしいときに、偏光板を用いたサングラスをかけるとまぶしさが低減され、水面下の物体がよく見える場合がある。このとき、光の性質と偏光板サングラスの性質について、次の(ア)~(エ)の中から正しいものの記号をすべて選ぶと  となる。

- (ア) 太陽光が水面から反射するときに、入射光に対する反射光の割合は光の振動する方向により異なる。
- (イ) 太陽光が水面から反射するときに、入射光に対する反射光の割合は光の振動する方向によらず同じである。
- (ウ) サングラスを透過した光には、特定の方向に振動する光が多く含まれる。
- (エ) サングラスを透過した光には、いろいろな方向に振動する光が含まれる。

問4 凸レンズを使ってスクリーンに物体の像を作ろうとしたが、図1—Ⅲの状態ではぼんやりした像しかできなかった。しかし、うまく調節すればはっきりした像を作ることができる。

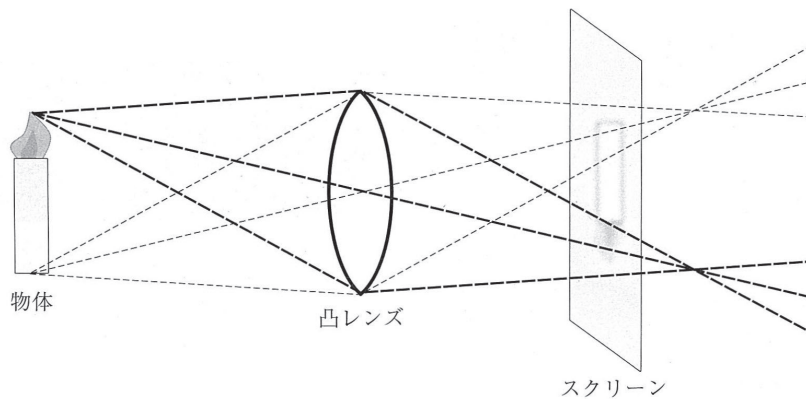


図1—Ⅲ

はっきりした像を作るための操作として、次の(ア)~(カ)の中から正しいものの記号をすべて選ぶと  である。

- (ア) スクリーンを凸レンズから遠ざける。
- (イ) スクリーンを凸レンズに近づける。
- (ウ) 物体と凸レンズの間にもう1つの凸レンズを追加する。
- (エ) 物体と凸レンズの間に凹レンズを追加する。
- (オ) 物体を凸レンズから遠ざける。
- (カ) 物体を凸レンズに近づける。

問5 太郎さんの高校の教室に設置されたクーラーは騒音を出す。そこで太郎さんは次のようなことを考えた。

太郎さんの考え

音は波であるから、干渉によって消すことができる。クーラーとは別の場所に置いたスピーカーからちょうどこの音と干渉して消し合う音を出せば、教室内の皆が静かに勉強できるだろう。

実際にはこの方法では「教室内の皆が静かに勉強」はできないのだが、うまくいかない理由を述べた次の(ア)~(エ)の中から、正しいものの記号をすべて選ぶと  である。

- (ア) 音は縦波なので、干渉することはない。
- (イ) 干渉で弱め合う条件は場所によって異なるので、ある場所で消えても別の場所では消えない。
- (ウ) 音の波長は原子サイズくらいなので日常生活で体験する大きさでは干渉が起きているかどうか分からない。
- (エ) クーラーとスピーカーという別の種類の音源から出た2つの音に対しては重ね合わせの原理が成り立たないので干渉は起きない。

問6 光が波の性質をもつことを確かめたものにヤングの実験がある。図1—IVのように、点Oに配置された点状の光源からの単色光が、 $x$ 軸上の小さな穴 $H_0$ を通過後、さらに2つの小さな穴 $H_1$ 、 $H_2$ を通過し、スクリーンにあたる。スクリーンで観察される模様を図1—Vの(ア)~(エ)の中から1つ選ぶと ⑨ である。なお、点Oは $x$ 、 $y$ 、 $z$ 軸の原点であり、 $H_1$ 、 $H_2$ は $xy$ 平面内で $x$ 軸に関して対称な位置にあり、スクリーンは $x$ 軸に垂直に配置されるものとする。

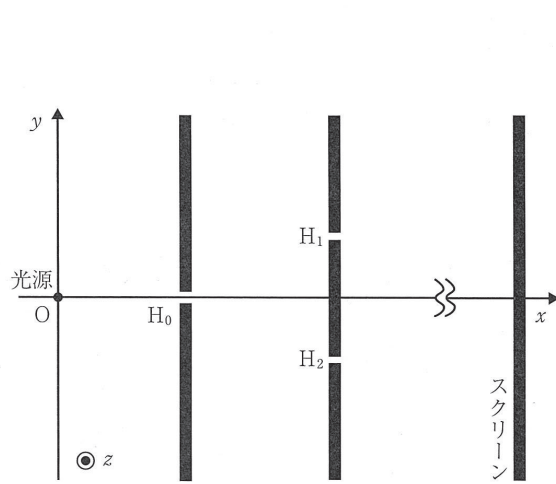


図1—IV

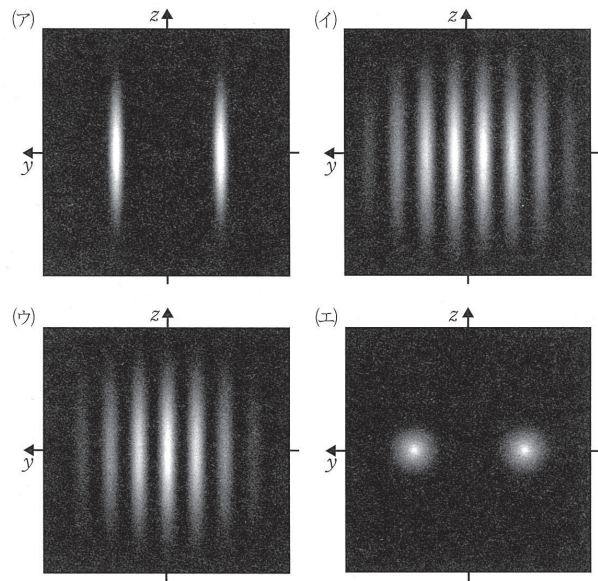


図1—V

問7 箱に入れられた気体が壁に及ぼす圧力は、箱の中のたくさんの気体分子が何度も壁に衝突することによって発生する。理想気体の圧力 $P$ は

- 壁に与える力積の大きさの衝突1回あたりの平均を $\overline{(f\Delta t)}$
- 単位時間に単位面積に衝突する分子の個数の平均を $N$

としたとき、 $P = \overline{(f\Delta t)}N$ で計算することができる。この気体を以下のように変化させたときの $\overline{(f\Delta t)}$ 、 $N$ の変化の正しい様子をまとめると以下の表1—Iのようになる。

表1—I

変化	$\overline{(f\Delta t)}$	$N$
体積を変えずに 温度を上げる	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     (ア) 大きくなる                      ⑩ (イ) 変化しない                      (ウ) 小さくなる                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     (ア) 大きくなる                      ⑪ (イ) 変化しない                      (ウ) 小さくなる                 </div>
温度を変えずに 体積を増やす	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     (ア) 大きくなる                      ⑫ (イ) 変化しない                      (ウ) 小さくなる                 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                     (ア) 大きくなる                      ⑬ (イ) 変化しない                      (ウ) 小さくなる                 </div>

問8 断熱されたシリンダーを鉛直に立て、内部を自由になめらかに動くピストンで仕切った。上部は真空になっていて、下部には物質質量  $n$ 、絶対温度  $T$  の単原子分子理想気体が入っている。気体定数を  $R$ 、ピストンの質量を  $m$ 、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

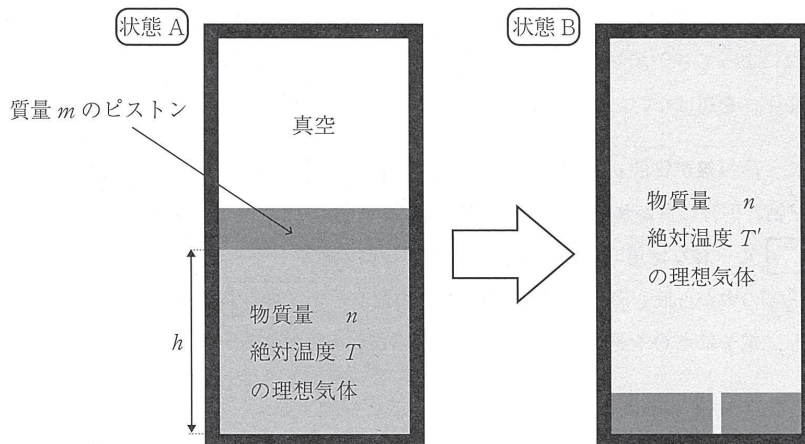


図1—VI

最初は、下部の気体の圧力に支えられてピストンがシリンダーの底面からの高さ  $h$  の場所に静止し、図1—VIの左側の状態 A にあった。ピストンにはたらく力のつりあいから気体の絶対温度  $T$  を求めると  $\boxed{\text{⑭}}$  となる。

その後、ピストンに小さな穴があいたためにピストンがシリンダー下部まで落下し、気体はシリンダー内全体に広がり図1—VIの右側の状態 B になった。この過程でピストンの持っていた位置エネルギーが減少した分だけ気体の内部エネルギーが増加する。気体の位置エネルギーと、ピストンおよびシリンダーの熱容量を無視して考えると、この気体の絶対温度は  $T' = \boxed{\text{⑮}}$   $T$  になる。

問9 両端に電極を取りつけたガラス管に高電圧を加え、管内の圧力を下げると、陰極から放射された電子が陽極付近のガラス壁に衝突して薄緑色の蛍光を発する。この電子の流れを陰極線とよぶ。

(1) 次の(ア)~(ウ)の中から陰極線の特徴として正しくないものの記号をすべて選ぶと ⑩ となる。

- (ア) 陰極線は磁場（磁界）によって曲げられる。
- (イ) 陰極線は金属板によってさえぎられる。
- (ウ) 陰極線はエネルギーを運ばない。

(2) 図1—Ⅶのように、陰極線が質量  $m$ 、電気量  $-e$  の電子の流れであり、真空中で電子が  $x$  軸の正の向きに速さ  $v$  で進行する場合を考える。 $x$  軸と平行に置かれた長さ  $l$ 、間隔  $d$  の2枚の金属板があり、その間に電圧  $V$  をかけると、金属板間には強さが  $E =$  ⑪ のような電場（電界）が生じる。金属板間の電場と平行に  $y$  軸をとるとき、金属板間での電子の運動について、次の(ア)~(エ)の中から最も適切なものの記号を1つ選ぶと ⑫ となる。なお、電子にはたらく重力の影響は無視できるものとし、電子は点  $O$  を通過後金属板にぶつからないものとする。

(ア)  $y$  軸の正の向きに加速され、 $x = l$ 、 $y = \frac{eVl^2}{2mdv^2}$  の位置まで移動する。

(イ)  $y$  軸の負の向きに加速され、 $x = l$ 、 $y = -\frac{eVl^2}{2mdv^2}$  の位置まで移動する。

(ウ)  $y$  軸の正の向きに加速され、 $x = l$ 、 $y = \frac{eVl^2}{mdv^2}$  の位置まで移動する。

(エ)  $y$  軸の負の向きに加速され、 $x = l$ 、 $y = -\frac{eVl^2}{mdv^2}$  の位置まで移動する。

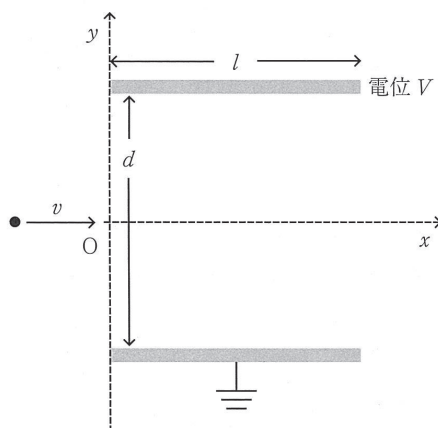


図1—Ⅶ

問10 図1—Ⅷのように、静止した質量  $M_0$  の原子核から質量  $m$  の  $\alpha$  粒子が速さ  $v$  で飛び出し、残った質量  $M$  の原子核は  $\alpha$  粒子とは逆向きに速さ  $V$  で動き出した。

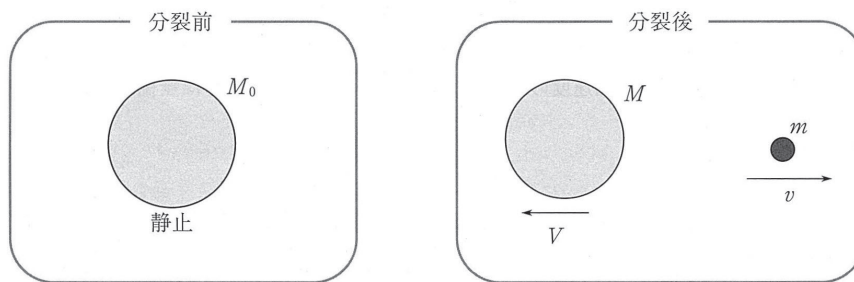


図1—Ⅷ

このときに粒子や電磁波などの出入りはなかったとする。質量欠損が生じている可能性も考えた上で成り立つエネルギー保存則の式は  となる。ただし、真空中の光速を  $c$  とする。

問11 原子核の崩壊には、 $\alpha$  崩壊、 $\beta$  崩壊、 $\gamma$  崩壊がある。 $\alpha$  崩壊、 $\beta$  崩壊では、不安定な原子核から、それぞれ  $\alpha$  線 ( $\alpha$  粒子)、 $\beta$  線が放出される。 $\gamma$  崩壊では、不安定な原子核が  $\gamma$  線を放出して、

- (ア) 原子番号が1だけ増加し、質量数は変化しない。

(イ) 原子番号と質量数は変化しない。

⑳ (ウ) 原子番号は変化せず、質量数は1だけ増加する。

(エ) 原子番号と質量数はそれぞれ1だけ増加する。

なお、 $\alpha$  線、 $\beta$  線、 $\gamma$  線の3つの放射線のうち、 がもっとも透過力が強い。

2 以下のA, Bの各問に答えよ。(30点)

A 図2—Iのように、斜面と水平面が点Bにおいてなめらかにつながっている。水平面は、図の右方向に十分長いものとする。斜面およびBC間の表面はなめらかである。点Cよりも右側の表面はあらく、その動摩擦係数は $\mu'$ である。点Aの水平面からの高さは $h$ 、CD間の距離は $L$ である。重力加速度の大きさを $g$ とし、空気抵抗の影響は無視できるものとする。なお、速度は図の右向きを正とする。

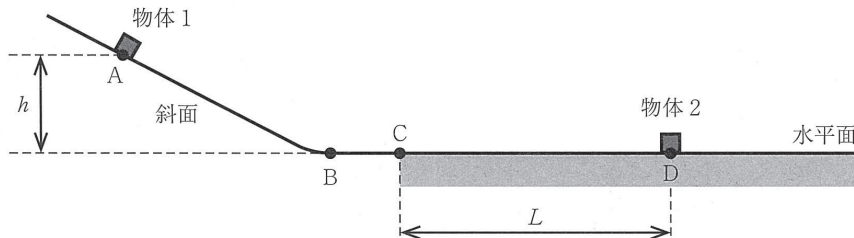


図2—I

点Aに、大きさを無視できる質量 $m$ の物体1を置き、手で支えておく。点Dには、大きさを無視できる質量 $3m$ の物体2を静止させた。物体1を支えておいた手を静かにはなしたところ、物体1は斜面を滑り落ち、点BおよびCを通過して図の右方向へ移動し、点Dにおいて物体2と衝突した。なお、衝突は瞬間的に起こるものとする。

問1 物体1が点Cに到達する直前の速度を $v_0$ とする。 $v_0$ を、 $m, g, h$ のうち、必要なものを用いて表せ。

問2 物体1が物体2に正の速度で衝突するために $h$ が満たすべき条件を $m, g, \mu', L$ のうち、必要なものを用いて表せ。

問3 物体1が物体2と衝突する直前の物体1の速度を $v_1$ とする。物体1が点Cを通過してから物体2に衝突するまでに要する時間を、 $v_0, v_1, \mu', g$ を用いて表せ。

物体1は、物体2と衝突後、図の左方向へ移動した。

問4 物体1と物体2の反発係数を $e$ とする。 $e$ の値の範囲を求めよ。

物体1が物体2に衝突した直後の物体1および物体2の速度を、それぞれ $v_1'$ および $v_2'$ とする。物体1は、点Cおよび点Bを通過して斜面を登り、高さ $H$ において速度が0になったあと、再び斜面を下った。その後、物体1は、物体2と再び衝突しなかったものとする。また、物体2は、物体1との衝突後、図の右方向へ距離 $L'$ だけ移動し、静止した。

問5  $L'$ を、 $\mu', g, v_2'$ を用いて表せ。

問6  $H$ を、 $g, h, v_1, v_1'$ を用いて表せ。

B 図2—II(a)に示すように、ばね定数  $k$  の軽いばねの一端を天井の点  $P$  に固定し、他端に軽い糸を取り付ける。さらに、手で支えた細い中空円筒を常に点  $P$  の真下で鉛直に配置し、糸を通してその端に質量  $m$  の小さなおもりを取り付ける。おもりを静かにつるしたところ、ばねは自然長から  $x_0$  だけ伸びてつり合った。このとき、中空円筒の下端  $A$  からおもりの重心  $B$  までの距離は  $L$  であった。糸は伸びず、ねじれないものとし、中空円筒内の摩擦を受けずに自由に動けるものとする。また、空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。

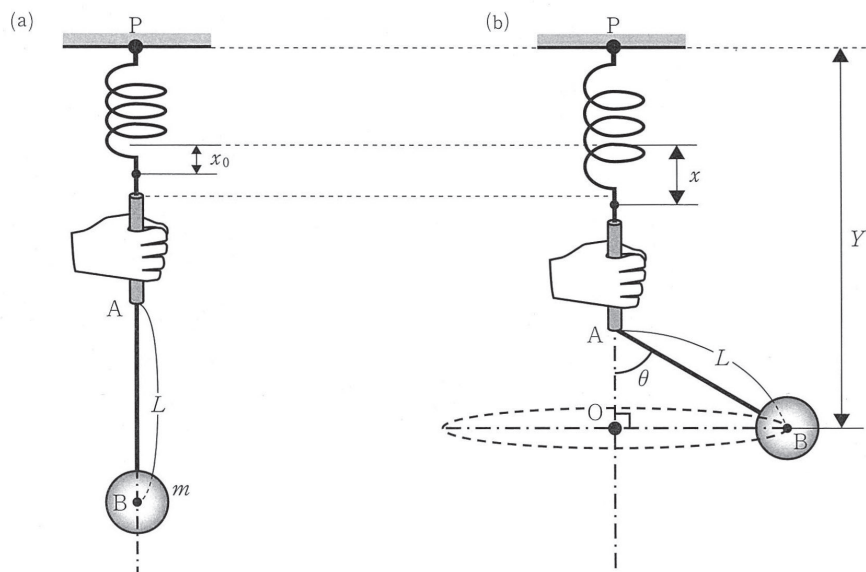


図2—II

問7 ばね定数  $k$  を、 $m$ 、 $g$ 、 $x_0$  を用いて表せ。

問8 ばねが自然長になるように、おもりを支えて上部へ移動させ静止させた。手を静かにはなしたところ、おもりは鉛直に単振動を始めた。単振動の周期  $T$  とおもりの速さの最大値  $v_{\max}$  を、 $m$ 、 $k$ 、 $x_0$  のうち、必要なものを用いて表せ。

次に、図2—II(b)に示すように、 $L$  を一定に保つように水平面内で点  $O$  を中心に角速度  $\omega$  でおもりを等速円運動させた。このとき、ばねは自然長から  $x$  だけ伸びて、鉛直線  $AO$  と直線  $AB$  のなす角は  $\theta$  であった。天井から点  $B$  までの距離を  $Y$  とする。

問9 糸がおもりを引く力の大きさ  $S$  を、 $m$ 、 $g$ 、 $\theta$  を用いて表せ。

問10 角速度  $\omega$  を、 $S$ 、 $m$ 、 $L$ 、 $\theta$  のうち、必要なものを用いて表せ。

問11  $L$  を一定に保ったまま  $\omega$  を変えたところ、自然長からのばねの伸びが  $2x$  になり、天井から点  $B$  までの距離が  $Y + \Delta Y$  になった。 $\Delta Y$  を、 $x$ 、 $L$ 、 $\theta$  を用いて表せ。

3 以下のA, Bの各問に答えよ。(30点)

A 電球Pと抵抗値 $R_1, R_2, R_3$ の抵抗器, 起電力 $E$ の電池, スイッチSを用いて, 図3-Iの回路をつくった。また, 回路中の電球Pは図3-IIのグラフに示す電流 $I_P$ と電圧 $V_P$ の関係をもつ。なお, 電池の内部抵抗は無視でき, 端子aの先には何もつなげられていないものとする。

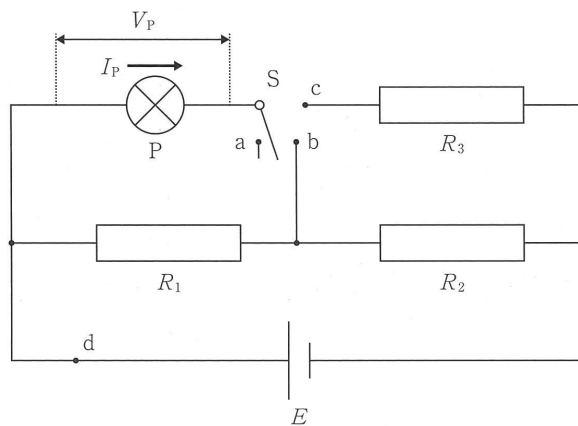


図3-I

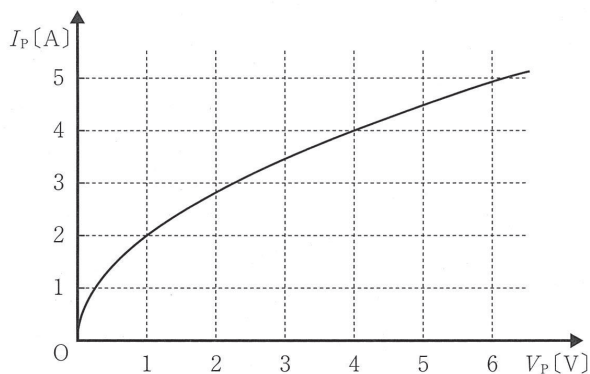


図3-II

問1 初めに, スイッチSを端子aへつないだ。図3-Iの点dに流れる電流を,  $R_1, R_2, E$ を用いて表せ。

次に, スイッチSを端子bへつないだ。

問2 点dに流れる電流を $I$ とすると, 抵抗 $R_1$ に流れる電流を,  $I, R_1, R_2, E$ を用いて表せ。

問3 抵抗 $R_2$ に流れる電流を,  $R_2, E, V_P$ を用いて表せ。

最後に, スイッチSを端子cへつないだ。

問4 電流 $I_P$ と抵抗 $R_1$ に流れる電流が等しくなるときの $R_3$ を,  $R_1, R_2, E, V_P$ を用いて表せ。

問5 起電力 $E$ を6.0Vとし, 抵抗 $R_3$ を入れかえて電流 $I_P$ を2.0Aとしたとき,  $R_3$ の値として適切なものを次の(ア)~(オ)の中から1つ選び, その記号を答えよ。

10  $\Omega$  (イ) 0.50  $\Omega$  (ウ) 2.5  $\Omega$  (エ) 5.0  $\Omega$  (オ) 6.0  $\Omega$

B 図3—Ⅲに示すように、 $x$ ,  $y$ ,  $z$ 軸の方向に辺の長さがそれぞれ  $a$ ,  $b$ ,  $c$  の直方体の金属試料があり、この試料の両端に電圧をかけ、 $y$ 軸の正の向きに電流  $I$  を流す。なお、電子1個がもつ電気を  $-e < 0$  とする。

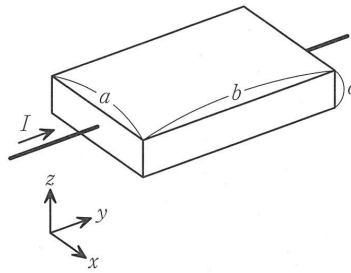


図3—Ⅲ

問6 試料の単位体積あたりの自由電子数を  $n$  とするとき、自由電子が移動する平均の速さ  $v$  を、 $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $I$ ,  $e$ ,  $n$  のうち、必要なものを用いて表せ。

問7 試料の抵抗率を  $\rho$  とするとき、試料の電気抵抗の値  $R$  を、 $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $\rho$  を用いて表せ。

次に、図3—Ⅳに示すように、試料に電流  $I$  を流したままにして、 $z$ 軸の正の向きに磁束密度の大きさ  $B$  の磁場(磁界)をかける。自由電子は磁場からローレンツ力を受けて試料の一端に集まる。十分に時間が経過すると、面Pと面Qの間には一定の電位差  $V$  が生じる。試料内を運動する自由電子は、電位差  $V$  によって生じる電場(電界)から受ける力と磁場から受けるローレンツ力が釣り合い、試料内を直進し、その速さは  $v$  となる。

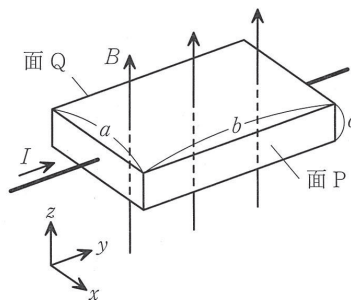


図3—Ⅳ

問8 試料内で自由電子が磁場から受けるローレンツ力の向きを次の(ア)~(カ)の中から1つ選び、その記号を記せ。

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

問9 電位差  $V$  によって生じる電場の強さ  $E$  を、 $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $e$ ,  $v$ ,  $B$  のうち、必要なものを用いて表せ。

問10 p型半導体では、電流の担い手(キャリア)はホール(正孔)とよばれ、正の電荷  $e$  をもつ粒子と考えてよい。電流および磁場の向きは変えずに、金属試料を同じ形状のp型半導体試料で置き換えた。電流を流してから十分に時間が経過したとき、金属の場合とp型半導体の場合で変化しないものを以下の(ア)~(オ)の中からすべて選び、その記号を記せ。

- (ア) キャリアにはたらくローレンツ力の向き      (イ) 試料内をキャリアが流れる向き
- (ウ) キャリアが試料を流れる間にローレンツ力がする仕事      (エ) 面P, Qのうち正に帯電する面
- (オ) キャリアが試料の一端に蓄積したことで試料内に生じる電場の向き

# 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    Cl = 35.5    Ca = 40.0  
Ni = 58.7    Cu = 63.6    Ag = 107.9

**1** 以下の文章を読んで、各問に答えなさい。(25点)

我々の生活に必要な不可欠な金属の一つである銅 Cu は、 $\text{CuFeS}_2$  を主成分とする黄銅鉱として産出する。黄銅鉱に石灰石やけい砂を混ぜて加熱すると、銅の硫化物が得られ、これを空气中で強熱すると、微量の鉄 Fe、ニッケル Ni、亜鉛 Zn、銀 Ag、金 Au などを不純物として含む粗銅が得られる。

粗銅から不純物を取り除くために、粗銅を  極、純銅板を  極、硫酸酸性の硫酸銅  $\text{CuSO}_4$  水溶液を電解液にして 0.3 V 程度の低電圧で電気分解すると、 極の銅原子 Cu が電子を失い、銅(II)イオン  $\text{Cu}^{2+}$  になって溶け出し、溶液中の銅(II)イオン  $\text{Cu}^{2+}$  が  極で電子を受け取って還元され、純度 99.99% 以上の銅 Cu が析出する。このようにして金属の単体を得る操作を  という。

上記の電気分解によって、不純物としてニッケル Ni と銀 Ag のみを含む粗銅から銅 Cu を取り出す実験を行う。 極の粗銅から銅 Cu が溶け出ししていくとき、低電圧であれば、不純物の  は陽イオンにならずに、単体として剥がれ落ちて沈殿物として底に溜まり、回収されて貴重な資源として活用される。一方、溶け出した銅は銅(II)イオン  $\text{Cu}^{2+}$  となり、 極で電子を受け取って銅 Cu が析出する。

銅は、塩酸や希硫酸には溶けないが、硝酸や熱濃硫酸などの酸化力の強い酸には溶けて銅(II)イオン  $\text{Cu}^{2+}$  になる。銅(II)イオン  $\text{Cu}^{2+}$  を含む水溶液に塩基の水溶液を加えると青白色の固体 A が沈殿する。固体 A は 1000 °C 以下で加熱すると黒色の固体 B と水を生じる。また、固体 B を水素と反応させると赤色の固体 C と水を生じる。

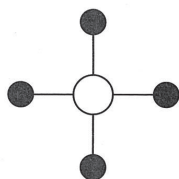
空气中で銅線を熱すると表面に固体 B が生じる。その熱した銅線をメタノールの蒸気に何度も触れさせると、 固体 B がメタノールと反応し、有毒かつ刺激臭のある気体 D を生じる。固体 B をさらに高温で加熱すると赤色の固体 E を生じる。この固体 E は、銅(II)イオン  $\text{Cu}^{2+}$  を含むフェーリング液に気体 D の溶けた水溶液を加えて加熱しても生成する。固体 A を含む懸濁液に過剰のアンモニア水溶液を加えると、固体が溶けて錯イオン F が生成し、濃青色の溶液となる。

錯イオン F を含む濃アンモニア水溶液を  試薬といい、 を溶かす性質がある。これは、 と呼ばれる繊維の製造に利用されている。

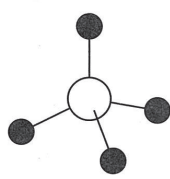
問 1 上の文章中の  ~  にあてはまる最も適切な語句または元素記号を、それぞれ答えなさい。

問 2 上の文章中の A ~ F にあてはまる最も適切な化合物を、それぞれ化学式で答えなさい。

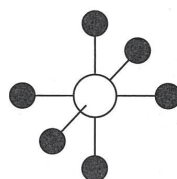
問 3 錯イオン F の立体構造として最も適切なものを次の(ア)~(エ)の選択肢の中から一つ選び、記号で答えなさい。



(ア) 正方形



(イ) 四面体



(ウ) 八面体



(エ) 直線形

● : 配位子    ○ : 銅(II)イオン

問4 下線部(a)について、得られる銅 Cu の純度を高くするために低電圧で電気分解する必要があるが、高電圧で行った場合どうなるか。次の(ア)~(キ)の選択肢の中から適切なものを全て選び、記号で答えなさい。該当するものがなければ「×」と答えなさい。ただし、粗銅中の不純物は微量のニッケル Ni および銀 Ag のみとする。

- (ア) 銅 Cu とニッケル Ni と銀 Ag が溶け出し、純銅板で銅 Cu と銀 Ag が析出する。
- (イ) 銅 Cu とニッケル Ni と銀 Ag が溶け出し、純銅板でニッケル Ni のみが析出する。
- (ウ) 銅 Cu とニッケル Ni と銀 Ag が溶け出し、純銅板で銀 Ag とニッケル Ni が析出するが、銅 Cu は析出しない。
- (エ) 純銅板から銅 Cu が溶け出す。
- (オ) 粗銅中からニッケル Ni と銀 Ag のみが溶け出し、銅 Cu が溶け出さない。
- (カ) 水素  $H_2$  が発生して銅 Cu を還元する。
- (キ) 酸素  $O_2$  が発生して銅 Cu を酸化する。

問5 下線部(b)について、以下の(1)と(2)の間に答えなさい。

- (1) 粗銅 180.0 g と純銅板を用いて、9.65 A の電流を 24000 秒間流して電気分解を行なった。その結果、粗銅は 100.0 g となり、粗銅から剥がれ落ちた沈殿物が 5.00 g 得られた。粗銅から溶け出した銅 Cu の質量 [g] を求め、小数点 1 位を四捨五入して整数で答えなさい。ただし、与えられた電気量は全て金属の酸化還元用に用いられ、粗銅中の組成は電気分解の前後で変化しないものとする。また、沈殿物に銅 Cu は含まれていないものとする。ファラデー定数は  $9.65 \times 10^4$  C/mol とする。
- (2) 不純物として微量の鉛 Pb が含まれている粗銅を用いて電気分解を行うと、粗銅中の鉛 Pb はどうなるか、次の(ア)~(エ)の選択肢の中から最も適切なものを一つ選び、記号で答えなさい。該当するものがなければ「×」と答えなさい。
  - (ア) 硫酸鉛  $PbSO_4$  として沈殿する。
  - (イ) 鉛イオン (II)  $Pb^{2+}$  となって溶液中に存在する。
  - (ウ) 鉛 Pb として剥がれ落ちて沈殿する。
  - (エ) 鉛 Pb として純銅板に析出する。

問6 下線部(c)ではどのような反応が起こっているか、化学反応式を書きなさい。

2 以下の各問に答えなさい。(25点)

問1 次の文章を読んで、(1)~(6)の間に答えなさい。

炭酸カルシウムと塩酸の反応について以下の順で操作を行った。

操作1 ある濃度の塩酸 20 mLが入った6個のビーカー a~fの質量をそれぞれ量った。

操作2 ビーカー a~fに入った塩酸に炭酸カルシウムを加え、反応を開始させた。

操作3 反応が終了した後、ビーカーの中で新たに発生した気体をすべて追い出し、反応溶液の入ったビーカーの質量をそれぞれ量った。

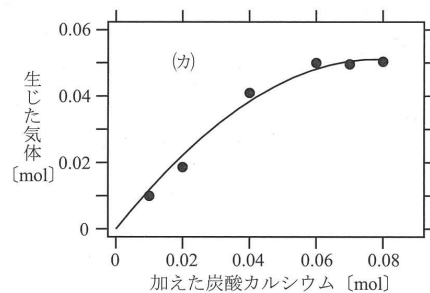
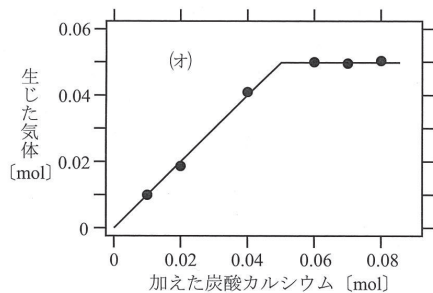
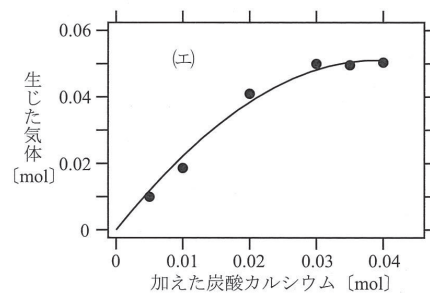
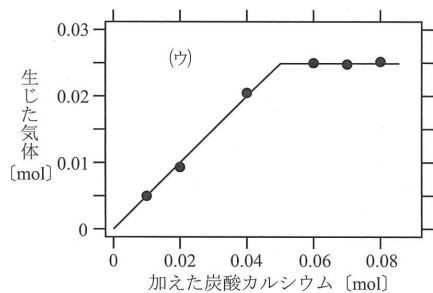
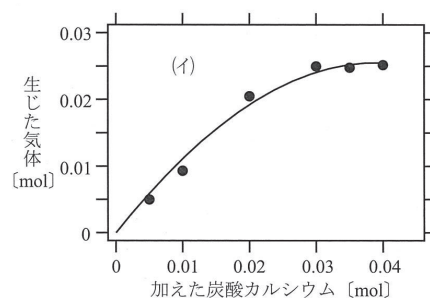
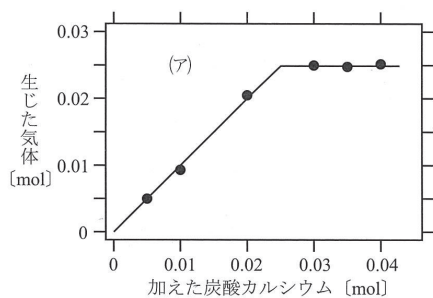
操作1と操作3で量った質量および操作2でそれぞれの塩酸に加えた炭酸カルシウムの質量を表1に示す。

表1

ビーカー	操作1で量った質量 [g]	加えた炭酸カルシウムの質量 [g]	操作3で量った質量 [g]
a	80.54	0.50	80.82
b	80.73	1.00	81.32
c	80.21	2.00	81.31
d	81.02	3.00	82.92
e	80.82	3.50	83.23
f	80.13	4.00	83.02

- (1) 操作2で発生する気体を化学式で答えなさい。
- (2) ビーカー fで発生した気体の物質量 [mol] を、表1の質量から算出し、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) 操作2の後にビーカー d~fの溶液は白濁していた。白濁の原因になる白色固体を化学式で答えなさい。
- (4) 操作2の後のビーカー a~cの溶液は無色透明であり、白濁していなかった。白濁しなかった理由を40字程度で答えなさい。

(5) 本操作1～3を通して、加えた炭酸カルシウムと生じた気体の物質量の関係をグラフにした際に、塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの物質量を見積るための、最も適した図を次の(ア)～(カ)の選択肢の中から一つ選び、記号で答えなさい。また、最も適した図から見積られる、塩酸と過不足なく反応する炭酸カルシウムの物質量に最も近い値を、次の(キ)～(ツ)の選択肢の中から一つ選び、記号で答えなさい。



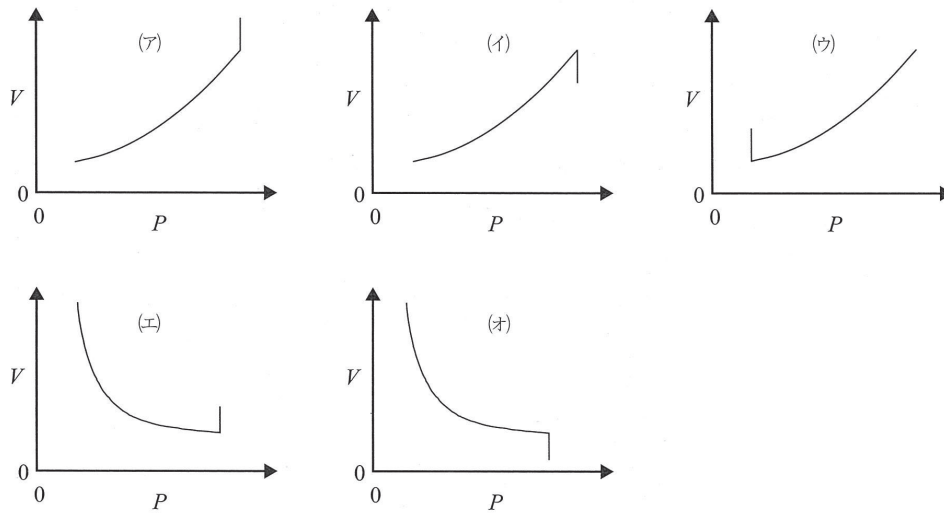
- |                |               |               |               |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| (キ) 0.0050 mol | (ク) 0.010 mol | (ケ) 0.015 mol | (コ) 0.020 mol |
| (カ) 0.025 mol  | (シ) 0.030 mol | (ス) 0.035 mol | (セ) 0.040 mol |
| (ソ) 0.045 mol  | (タ) 0.050 mol | (チ) 0.055 mol | (ツ) 0.060 mol |

(6) (5)で答えた物質量の炭酸カルシウムが、この実験で用いた塩酸と過不足なく反応すると仮定し、その塩酸のモル濃度 [mol/L] 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2 ボイル-シャルルの法則に従う一定量の気体に、以下の順で操作を行ったときの圧力  $P$  と体積  $V$  の関係のグラフを、次の(ア)~(オ)の選択肢の中から一つ選び、記号で答えなさい。

操作1 温度を一定に保ち圧力を上げた。

操作2 圧力を一定に保ち温度を上げた。



問3 次の文章を読んで、(1)と(2)の間に答えなさい。

物質質量  $n$  の理想気体では、圧力  $P$ 、体積  $V$ 、温度  $T$ 、気体定数  $R$  としたとき  $PV/(nRT) = 1$  が成り立つ。一方、実在気体では温度を一定に保ち圧力を上げていくと、圧力によって  $PV/(nRT)$  は変化する。

- (1) 実在気体で  $PV/(nRT)$  が1より小さくなる場合、この値が1より小さくなる原因を50字程度で答えなさい。
- (2) 実在気体をほぼ理想気体とみなすことができる温度と圧力の条件を答えなさい。

問4 温度  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  で気体のヘリウム分子の熱運動の平均の速さが、それぞれ 1202 m/s、1404 m/s、2022 m/s であった。これらの温度の関係を示す等式または不等式を次の(ア)~(オ)の選択肢の中から一つ選び、記号で答えなさい。

- (ア)  $T_1 > T_2 > T_3$     (イ)  $T_1 = T_2 > T_3$     (ウ)  $T_1 > T_2 = T_3$     (エ)  $T_1 < T_2 < T_3$     (オ)  $T_1 = T_2 = T_3$

問5 空の容器に物質 A と B を入れて混合すると物質 C が生じ、下式の化学平衡に達した。



この反応において、反応開始時間を  $t_0$  として、正反応と逆反応の速度を測ると、時間  $t_1$  で平衡に達し、その後時間  $t_2$  まで平衡状態にあったことがわかった。また、平衡状態における正反応の速度は、反応開始時の速度の2分の1であった。

反応開始から時間  $t_2$  までの正反応と逆反応の速度を表す線を、解答用紙の図に書きなさい。ただし、反応開始時の正反応の速度を  $v_0$  とする。また、正反応と逆反応の速度を表す線に、それぞれが「正反応」、「逆反応」とわかるように書き込みなさい。

3 以下のA, Bの文章を読んで, 各問に答えなさい。(25点)

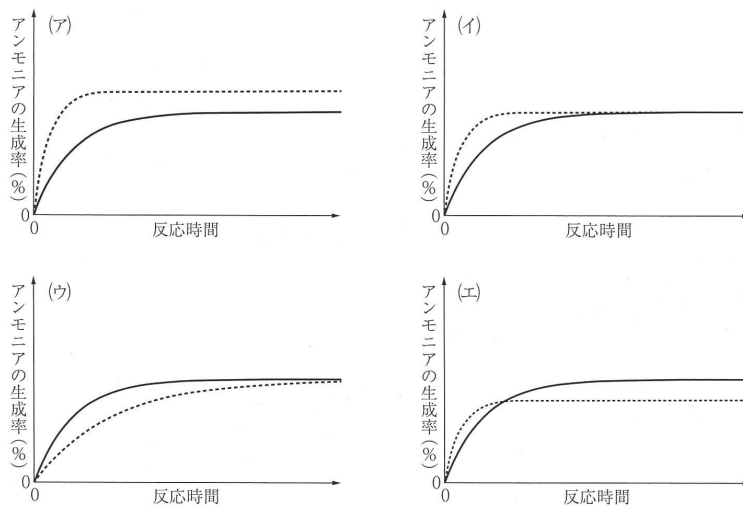
- A. 窒素は空気中の約78%を占める無色・無臭の気体であり, 工業や大気環境において重要な役割を担う。代表的な含窒素化合物であるアンモニアは刺激臭をもつ気体で, 工業的には400~600℃,  $2 \times 10^7 \sim 1 \times 10^8$  Paの圧力の下で窒素と水素を反応させて合成される。この方法は 1 とよばれ, 反応速度を上げるために  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  を主成分に持つ物質を加える。工業的に製造されたアンモニアの一部は二酸化炭素と反応させて 2 の合成に用いられ, 窒素肥料原料として利用される。 2 は接着剤や衣服のボタンなどに利用される樹脂の原料としても用いられている。

問1 上の文章中の 1 と 2 に当てはまる最も適切な語句を, それぞれ答えなさい。

問2 下線部(a)について, 地球大気が窒素78.0%, 酸素22.0% (いずれもモル分率)のみで構成されていると仮定したとき, この仮想大気の実効分子量 [g/mol] を求めなさい。有効数字は3桁とし, 4桁目を四捨五入して答えなさい。

問3 下線部(b)のような, 反応の前後で自身は変化せず, 少量で反応速度を大きくする物質のことを何と呼ぶか, 答えなさい。

問4 圧力と温度を一定に保った状態で, 下線部(b)の物質の有無によるアンモニア生成率の変化を比較した図を以下に示す。下線部(b)の物質を用いなかった場合を実線, 用いた場合を破線が表しているとき, 正しいものを次の(ア)~(エ)の選択肢の中から一つ選び, 記号で答えなさい。



問5 アンモニアを水に溶解させたところ, 下記の式で表される平衡状態に達した。以下の(1)~(3)の間に答えなさい。



- (1) アンモニアの電離定数  $K_b$  [mol/L] を  $[\text{NH}_3]$ ,  $[\text{NH}_4^+]$ ,  $[\text{OH}^-]$  を用いて表しなさい。
- (2) このアンモニア水の初期濃度が  $c$  [mol/L] のとき, アンモニアの電離度  $\alpha$  と  $[\text{OH}^-]$  をそれぞれ,  $K_b$  と  $c$  を用いて表しなさい。ただし,  $\alpha$  は1よりも著しく小さいものとする。
- (3) このアンモニア水の pH を  $K_b$  と  $c$  を用いて表しなさい。ただし, 水のイオン積は  $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$  [(mol/L)<sup>2</sup>] とする。

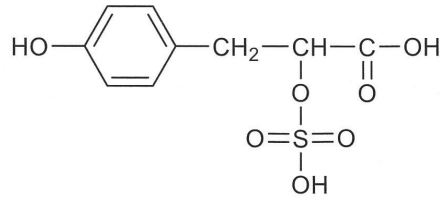
- B. 一酸化窒素 NO や二酸化窒素 NO<sub>2</sub> は化石燃料の燃焼などによって生成する気体で、環境や人体に悪影響を及ぼすことから今日にいたるまで排出削減のための技術開発が行われている。気体の二酸化窒素は赤褐色を示し、その一部は常温で無色の四酸化二窒素 N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> となる。

問6 容積可変のピストン付き容器に NO<sub>2</sub> を  $x$  [mol] 封入した。その後、温度  $T$  [K] において圧力を  $p$  [Pa] に保ち、平衡に到達させたところ、N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> が  $y$  [mol] 生成した。気体はすべて理想気体とみなすとして、以下の(1)~(4)の間に答えなさい。



- (1) 平衡に到達したとき、容器内に残っている NO<sub>2</sub> の物質質量 [mol] を  $x$ ,  $y$  を用いて表しなさい。
- (2) 平衡状態における NO<sub>2</sub> と N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> の分圧  $p_{\text{NO}_2}$  と  $p_{\text{N}_2\text{O}_4}$  を  $x$ ,  $y$ ,  $p$  を用いて表しなさい。
- (3)  $p_{\text{NO}_2}$  と  $p_{\text{N}_2\text{O}_4}$  が、それぞれ  $1.0 \times 10^5$  Pa と  $5.0 \times 10^3$  Pa であるとき、N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> の生成反応における圧平衡定数  $K_p$  を求めなさい。ただし、解答には単位を含め、有効数字は2桁とし、3桁目を四捨五入して答えなさい。
- (4) 圧力を一定に保ったまま、この容器を加熱すると、容器内の赤褐色が濃くなった。この現象の理由を反応のエンタルピー変化を踏まえて、30字程度で述べなさい。

4 以下のA, Bの文章を読んで, 各問に答えなさい。構造式は図Iの例にならって書きなさい。(25点)



図I 構造式の例

A. 化合物Aと化合物Bは, 分子量が108.0のベンゼン環を含む炭素と水素と酸素のみからなる化合物である。化合物Aおよび化合物Bには, それぞれベンゼン環を含むいくつかの構造異性体が存在する。<sup>(a)</sup> 次の実験1~3の結果を踏まえて, 以下の各問に答えなさい。

実験1 化合物Aは塩化鉄(III)水溶液によって青色に呈色したが, 化合物Bは呈色しなかった。

実験2 過マンガン酸カリウムを用いて化合物Aを酸化すると, 化合物Cが得られた。続いて, 化合物Cを無水酢酸と反応させると, 解熱鎮痛剤として広く用いられている化合物Dが得られた。<sup>(b)</sup>

実験3 化合物Bを穏やかな条件下で酸化すると, 化合物Eが得られた。化合物Eをさらに酸化すると, 化合物Fが得られた。化合物Eおよび化合物Fはトルエンを酸化することでも得られる。化合物Fに1-プロパノールと濃硫酸を加えて加熱すると, 化合物Gが得られた。<sup>(c)</sup>

問1 下線部(a)で示される化合物AとBおよびその構造異性体のうち, 沸点が最も低い化合物の構造式を書きなさい。また, 沸点が最も低くなる理由を20字程度で説明しなさい。

問2 下線部(b)の反応について, 構造式を含めた化学反応式で書きなさい。

問3 下線部(c)の反応について, 構造式を含めた化学反応式で書きなさい。

問4 化合物A~Gのうち, 銀鏡反応を示す化合物をすべて選び, 記号で答えなさい。ただし, 該当するものがない場合は「×」と答えなさい。

B. 炭化水素 X の 7.0 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素が 22.0 mg、水が 9.0 mg 得られた。また、炭化水素 X の分子量は 70.0 であった。炭化水素 X には立体異性体を含めて様々な異性体が存在する。以下の各問に答えなさい。

(d)

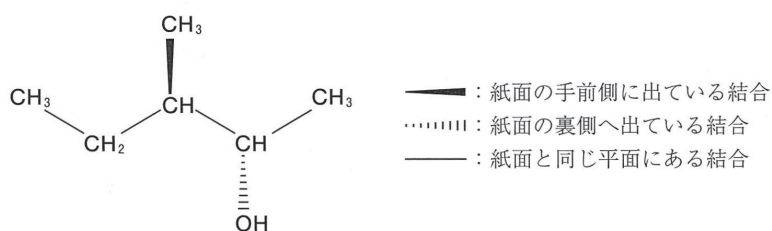
問 5 炭化水素 X の分子式を書きなさい。

問 6 下線部(d)について、鎖式炭化水素は何種類存在するか、その数を書きなさい。

問 7 下線部(d)について、環式炭化水素は何種類存在するか、その数を書きなさい。

問 8 下線部(d)で示される異性体には、アルケンも含まれる。すべてのアルケンに水素を付加したとき、この付加反応で得られるすべての化合物を構造式で書きなさい。

問 9 下線部(d)で示される異性体には、鏡像異性体が一組含まれる。下記の例にならってそれぞれの鏡像異性体を書きなさい。



## 生 物

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

ヒトは異物や病原体などから身を守るためにさまざまなしくみを備えている。皮膚や上気道の粘膜などは体外から体内へ異物が侵入することを防ぐバリアとしての機能をもつ。このバリアを突破して体内に侵入した異物や病原体を排除する仕組みは免疫とよばれる。ヒトでは、先天的に備わった異物排除機構である自然免疫と、異物に接触することで後天的に発達する獲得免疫(適応免疫)の両方がはたらく。自然免疫では、さまざまな種類の食細胞(貪食細胞)が異物や病原体を取り込み消化、分解する。獲得免疫では、体内に侵入した異物を<sup>(b)</sup> 1 として認識し、抗体産生細胞が抗体を分泌して 1 を除去する 2 免疫と、ウイルスなどに感染した細胞を 3 細胞が直接攻撃して除去する 4 免疫がはたらく。抗体は2本のH鎖とL鎖が結合した免疫グロブリンと呼ばれるタンパク質であり、 1 と特異的に結合して異物を凝集・沈降させる。この作用を 5 という。抗体には、抗体ごとにアミノ酸配列や立体構造が異なる部位である 6 と、抗体の間で共通した構造部位である 7 がある。一つの抗体産生細胞は一種類の抗体のみ産生するが、ヒトの体内には多くの種類の抗体産生細胞が<sup>(c)</sup> 存在しているため、多様な 1 に対応することができる。

免疫は生体防御で重要な役割を果たすが、<sup>(d)</sup> 免疫機能が低下したり過剰になったりすると様々な異常が生じる。また、<sup>(e)</sup> 免疫のしくみを利用して感染症の発症や重症化を予防するために、あらかじめ弱毒化・不活化した病原体の構成成分をヒトの体に注入するワクチン接種が行われている。



問1 文章中の 1 ~ 7 に最も適切な語句を記入しなさい。

問2 文章中の下線部(a)について、正しいものを以下の(ア)~(エ)の中からすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 唾液、粘液、涙などにはリゾチームやディフェンシンなどの抗菌物質が含まれる。
- (イ) 気管内部では強酸性の粘液が分泌されており、病原性細菌は肺に達する前に殺菌される。
- (ウ) 皮膚表面の汗や皮脂は酸性であり、細菌の繁殖を抑えて感染を防ぐ効果をもつ。
- (エ) 生きた細胞の層である角質によって、皮膚表面から体内への病原体の侵入が阻止される。

問3 文章中の下線部(b)について、取り込んだ異物や病原体の情報を他の免疫細胞に提示する働きをもつ細胞の名称を一つ答えなさい。

問4 文章中の下線部(c)について、自己の体を構成する物質に対しては通常は免疫反応が起こらず、これは免疫寛容と呼ばれる。抗体産生細胞が作られる過程で免疫寛容が形成されるしくみについて、100字以内で説明しなさい。

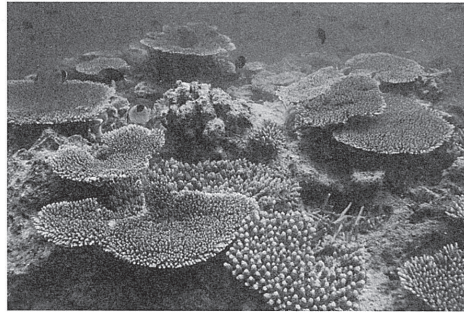
問5 文章中の下線部(d)について、外来の物質に対する免疫が過剰になることで起きる症状・疾患のことを広くまとめて呼ぶ用語を一つ答えなさい。

問6 文章中の下線部(e)について、ワクチン接種によって感染症の予防や症状の緩和が起きるしくみを、100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)

自然界には様々な生態系が存在しており、海洋生態系では、主な生産者である [ 1 ] や海藻などが、光合成によるエネルギー生産をおこなっている。沖縄島沿岸域に目を向けると、沖に向かって広がるサンゴ礁には多くの「サンゴ」が生育している(図Ⅰ)。ここでの「サンゴ」とは、光合成を行う褐虫藻を体内に保持しており、炭酸カルシウムの骨格を作る<sup>(a)</sup> 刺胞動物門の仲間を指す。

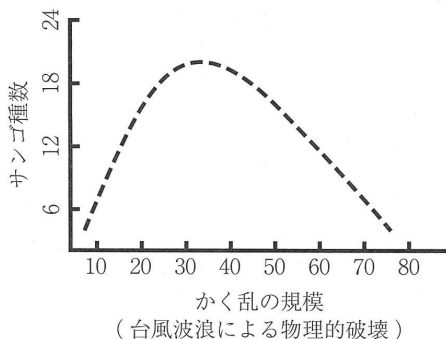
サンゴ礁が形成・維持される条件の一つとして、海水の高い透明度があげられる。このことは、サンゴ体内の褐虫藻が、海中に降り注ぐ豊富な光を利用しておこなう光合成で<sup>(b)</sup>生み出したエネルギーが、サンゴ骨格の成長過程にも利用され、サンゴの生存や成長にとって重要な役割を果たしていることから支持されている。



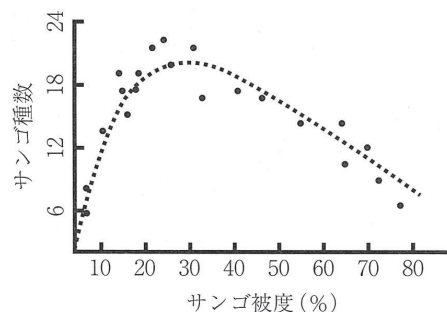
図Ⅰ サンゴ礁生態系の中水景観(沖縄県・竹富町)

サンゴから褐虫藻を分離して観察すると、細胞質には、膜構造をもつ葉緑体をはじめとした<sup>(c)</sup>細胞小器官が見つかる。葉緑体の内部にはチラコイドと呼ばれる扁平で袋状の構造があり、ここに存在する [ 2 ] によって吸収された光エネルギーを利用し、NADPHとATPが合成されている。このようなチラコイドで行われるATP合成反応は、[ 3 ] と呼ばれる。続いて、NADPHとATPを利用して、二酸化炭素が [ 4 ] され、種々の有機物が合成される。これら一連の反応を [ 5 ] と呼ぶ。

より大きなスケールで生態系を捉える場合、サンゴ礁生態系の状態を示す指標の一つとして、生きたサンゴが海底面を覆う面積比率(サンゴ被度)が用いられる。沖縄島をはじめとしたサンゴ礁域の多くでは、台風起因する強力な波浪に伴う物理的破壊などの「かく乱」が起こる。かく乱によってサンゴ被度だけでなく、生態系の構造や資源状態が重大な影響を受け、特定種の集団である [ 6 ] のサイズや年齢比、サンゴ群集の種構成が急激に変化するなどの報告もされている。さらに、かく乱が頻発化・慢性化した結果、サンゴ群集が衰退し、海藻類が海底面を覆った状態になる場合もあり、環境条件がより海藻類にとって適した状態になると、サンゴが海底面のほとんどを覆っていた元の状態に戻ることは難しい。ここで、沖縄島沿岸での過去25年以上にわたる長年のサンゴ礁調査から、かく乱によるサンゴの死亡率と同地点でのサンゴ種数の関係性を示す図Ⅱのような結果が得られた。さらに、ある海域でのサンゴ被度とサンゴ種数のデータを基に、サンゴ被度30%付近でサンゴ種数が最大となる図Ⅲが示された。



図Ⅱ サンゴ礁におけるかく乱規模とサンゴ種数



図Ⅲ ある海域でのサンゴ被度とサンゴ種数

(Connell, J. H. (1978). Science, 199 巻, 1302-1310. をもとに作図)

問1 文章中の 1 ～ 6 に入る最も適切な語句を以下の(ア)～(フ)より選び、その記号を記入しなさい。

- |                 |              |           |             |
|-----------------|--------------|-----------|-------------|
| (ア) DNA         | (イ) 堆積物      | (ウ) テロメア  | (エ) NADPH   |
| (オ) フロリゲン       | (カ) 多様性      | (キ) 電子伝達系 | (ク) 光リン酸化反応 |
| (ケ) カルビン・ベンソン回路 | (コ) 酸素       | (サ) 自然選択  | (シ) 群集      |
| (ス) 植物プランクトン    | (セ) 動物プランクトン | (ソ) 魚類    | (タ) 甲殻類     |
| (チ) 酸化          | (ツ) RNA      | (テ) 生分解   | (ト) 光合成色素   |
| (ナ) 固定          | (ニ) クエン酸回路   | (ヌ) 生息場所  | (ネ) NADP    |
| (ノ) 頭足類         | (ヒ) ストロマ     | (ヘ) 個体群   | (フ) 窒素同化    |

問2 文章中の下線部(a)について、文章中で述べられているサンゴ以外でこの「門」に含まれる動物を以下の(ア)～(ロ)の中からすべて選び、記号で答えなさい。

- |             |           |          |           |         |
|-------------|-----------|----------|-----------|---------|
| (ア) クラゲ     | (イ) ダンゴムシ | (ウ) カイメン | (エ) ゾウリムシ | (オ) ヒトデ |
| (カ) イソギンチャク | (キ) プラナリア | (ク) ウミウシ | (ケ) ナマコ   | (コ) ヒドラ |

問3 文章中の下線部(b)について、何らかの要因によって海水の濁りが増加し、透明度が慢性的に低下した場合、同海域においてサンゴが生息可能な水深はそれまでと比べてどのように変化すると考えられるか、簡潔に答えなさい。また、その理由について、想定される理由と過程を具体的に含めながら75字以内で説明しなさい。

問4 文章中の下線部(c)について、植物細胞において見つかるが、動物細胞には見られない単一膜構造で構成された細胞小器官の名称を一つ答えなさい。またその機能について、50字以内で説明しなさい。

問5 図Ⅱについて、図で示されているように、かく乱が極端に弱い(少ない)条件や、極端に強い(多い)条件下で、それぞれサンゴ種数が少なくなる理由について、「環境」、「競争的排除」、「かく乱への耐性」の3つのキーワードをすべて用いながら、100字以内で説明しなさい。また、この図のように、かく乱の規模が中程度の場合、生物群集中の種数が最も高まるという説の名称を答えなさい。

問6 図Ⅲについて、ある海域で10年前に調査を行った当時、当該海域のサンゴ被度は約30%であった。しかし、その後も慢性的なかく乱が継続したことにより、サンゴ被度は毎年約2%ずつ低下し、現在では10年前の30%から大幅に減少している。このようなサンゴ被度の推移を踏まえた場合、現在この海域で確認されるサンゴの種数は、およそ何種であると推定されるか、以下の(ア)～(エ)の中から最も近いと考えられるものを選び、記号で答えなさい。

- |         |         |         |        |
|---------|---------|---------|--------|
| (ア) 30種 | (イ) 22種 | (ウ) 18種 | (エ) 8種 |
|---------|---------|---------|--------|

3 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

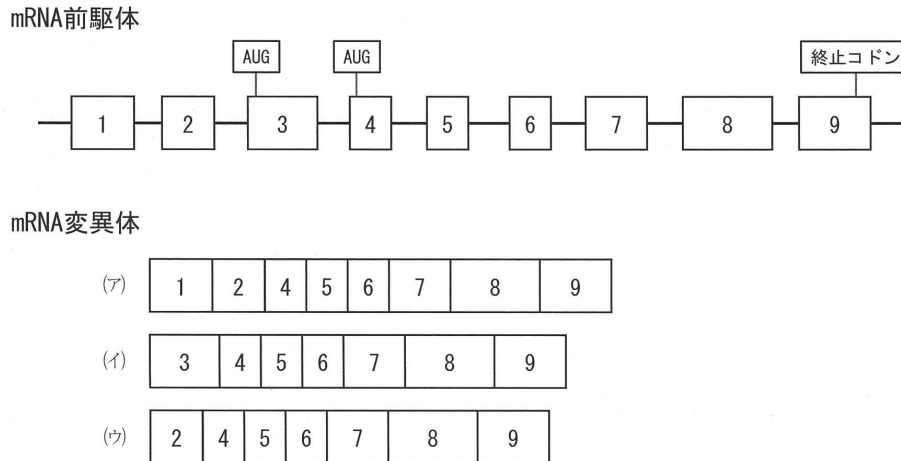
血糖濃度とは血液中のグルコース濃度のことで、その測定値を血糖値という。健康な成人の場合、食事等により糖質を摂取すると血糖値は急速に上昇するが、およそ2時間程度で空腹時と同程度の値まで低下する。こうした血糖濃度の調節にはすい臓の [ 1 ] から分泌されるホルモンが重要な役割を果たす。すい臓の [ 1 ] にあるB細胞はインスリンを合成し細胞内の小胞(分泌顆粒)中に貯留している。B細胞の周囲の血中グルコース濃度が上昇すると、濃度勾配に従ってB細胞内にグルコースが輸送され、グルコースの代謝によってB細胞内のATP量が増加する。この細胞内ATPの増加がきっかけとなり、インスリンを蓄えた分泌顆粒は細胞膜と融合して開口し、インスリンを細胞外に放出する。血液中のグルコース濃度の上昇は脳の深部にある [ 2 ] でも感知され、自律神経の [ 3 ] 神経を通してB細胞からのインスリンの分泌を促進する。インスリンは肝臓や脂肪細胞、骨格筋細胞に作用して血液中のグルコースの細胞内への取り込みを促進し、これにより血中グルコース濃度は低下する。一方、血液中のグルコース濃度が低下すると [ 2 ] がこれを感知し、自律神経の [ 4 ] 神経を通して [ 1 ] にあるA細胞からのグルカゴンの分泌を促進する。A細胞から分泌されたグルカゴンは肝臓に作用してグリコーゲンの分解を促進することで血中グルコース濃度を上昇させる。このように血糖濃度は自律神経とさまざまなホルモンの働きにより一定の範囲に保たれている。糖尿病は何らかの原因により慢性的に血中グルコース濃度が高い状態が続く疾患で、主に1型と2型の二つのタイプがある。1型糖尿病は何らかの原因によりインスリン産生細胞が破壊されることが原因であるのに対し、2型糖尿病はインスリンに対する反応性の低下やインスリンの分泌量の低下が原因で起こる。

2型糖尿病治療のための創薬ターゲットは多岐にわたるが、PPAR $\gamma$ もそのうちの一つである。PPAR $\gamma$ は核内受容体スーパーファミリーに属するタンパク質で、PPARG遺伝子によりコードされ、PPAR $\gamma$ 1と $\gamma$ 2の少なくとも2種類の タンパク質アイソフォームが存在する。アミノ酸残基数457のPPAR $\gamma$ 1は心臓、骨格筋、肝臓や脂肪組織など多くの組織に、アミノ酸残基数505のPPAR $\gamma$ 2は主に脂肪組織に発現している。PPAR $\gamma$ はレチノイドX受容体とヘテロ二量体を形成して、ゲノム中のPPAR応答配列に結合する。PPAR $\gamma$ にリガンド(受容体に結合する分子のこと)が結合すると、コリプレッサー(転写共役抑制化因子)が乖離するとともにコアクチベーター(転写共役活性化因子)が会合し、転写活性化能を獲得する。リガンドの結合によるPPAR $\gamma$ の活性化は、前駆脂肪細胞の脂肪細胞への分化を促進するとともに、脂肪細胞が分泌する生理活性物質であるアディポネクチンの分泌も促進する。アディポネクチンは、インスリンに対する応答性を亢進する作用に加えて、インスリン受容体を介さないグルコース取り込み促進作用も有する。このため、アディポネクチン受容体も2型糖尿病治療薬の創薬ターゲットとして注目されている。

問1 文章中の 1 ~ 4 に最も適切な語句を記入しなさい。

問2 細胞が物質を細胞外へ放出する様式のうち、下線部(a)のような様式を何と呼ぶか。その名称を答えなさい。

問3 下線部(b)の「タンパク質アイソフォーム」とは、単一遺伝子に由来する一連のタンパク質のことをいい、主に選択的スプライシングにより生じる。図IVに示すように、PPAR $\gamma$ のmRNA前駆体からは選択的スプライシングにより少なくとも(ア)~(ウ)の3種類のmRNA変異体が生じる。PPAR $\gamma$ のタンパク質アイソフォーム PPAR $\gamma$ 2は図IV中のいずれのmRNA変異体から生じると考えられるか。(ア)~(ウ)のいずれかで答えなさい。



図IV PPAR $\gamma$ mRNA前駆体と選択的スプライシングにより生じるmRNA変異体の模式図。開始コドン(AUG)と終止コドンの位置をmRNA前駆体の模式図上に示した。

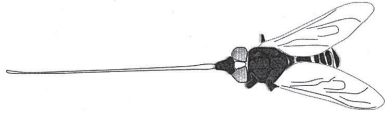
問4 下線部(c)の説明として正しいものを次の(ア)~(エ)から一つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) RNAポリメラーゼがDNA上の開始コドンを認識するためには、メチオニル tRNA と合体を形成する必要がある。リガンドが結合した PPAR $\gamma$  に会合するコアクチベーターは、メチオニル tRNA と RNA ポリメラーゼの会合を触媒することで転写に促進的に作用する。
- (イ) リガンドが結合していない状態の PPAR $\gamma$  に会合するコリプセッサーは DNA ヘリカーゼの作用を抑制する。これにより PPAR 応答配列近傍のクロマチン高次構造が密になり RNA ポリメラーゼや転写因子の結合が妨げられる。
- (ウ) 転写調節領域に結合する調節タンパク質のうち、転写を促進するものをアクチベーター、抑制するものをリプレッサーというが、PPAR $\gamma$  はアクチベーターとしてもリプレッサーとしても作用する調節タンパク質である。
- (エ) リガンドの結合により活性化した PPAR $\gamma$  は、基本転写因子のひとつである DNA ヘリカーゼを活性化する。これにより PPAR 応答配列近傍の塩基間水素結合が切断されて一本鎖 DNA となり、RNA ポリメラーゼによる転写が開始される。

問5 グルコースが細胞膜を通過するためには、GLUTとよばれる膜輸送タンパク質を必要とする。これまでに14種類のGLUTが同定されているが、なかでもGLUT2とGLUT4はインスリンによる血中グルコース濃度の調節に重要な役割を果たす。GLUT2はグルコース輸送能力が高いがグルコースへの親和性は低いため、高濃度のグルコース存在下で有効に作用すると考えられている。一方、GLUT4は血中インスリン濃度が低い状態では細胞内に存在するが、インスリン受容体にインスリンが結合するとGLUT4は細胞膜に移行しグルコースの輸送に作用する。すい臓のB細胞と骨格筋には、それぞれGLUT2とGLUT4のどちらが発現していると考えられるか。その理由とともに簡潔に答えなさい。

4 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(25点)

南アフリカ南端近くにあるケープ植物区保護地域群には、他ではなかなか見ることができない植物が生息している。ラペイルーシア・オレオゲナという学名を持つアヤメ科の植物はその例で、鮮やかな紫色の花弁がひとときわ目をひく花を咲かせる。この美しい花にひきつけられるものたちがいる。英語でポリネーターと呼ばれる昆虫だ。ツリアブモドキ科の一種はハエの仲間、とても長い吻を持つ。このハエはラペイルーシア・オレオゲナへと飛んでくる。よく見ると、ラペイルーシア・オレオゲナは花が特徴的

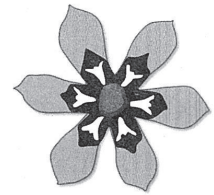


な形をしており、花被が長い管状に伸びてシヨ糖に満ちた花蜜はその奥に貯められている。ツリアブモドキ科の一種は、2日間から3日間という限られた時間しか満開とならないこの花にとまり、その長い吻を花被の中に差し込んで蜜を吸う。ここで、ハエは自

身の顔を花の中に埋めるように吻を伸ばしていく。そうすると、ハエの顔にはこの花のおしべの葯の中で作られた成熟した [1] が付着する。ハエはその状態で、近隣のラペイルーシア・オレオゲナへと訪花するのだ。すると今度はその花のめしべの柱頭に [1] が付着し、発芽して胚珠の方向に [2] を伸ばす。動くことができない植物は他力本願で繁殖を成功させるのだ。一方、ラペイルーシア・オレオゲナの近くを舞う昆虫がすべて長い吻を持っているわけではないので、ツリアブモドキ科の一種とラペイルーシア・オレオゲナとは <sup>(a)</sup> 互いが利益を受け取る関係にあることがうかがえる。

ところで、ケープ植物区保護地域群には多くの種類の花が咲いているが、ツリアブモドキ科の一種はどのようにして目当ての花を見つけ出すのだろうか。脊椎動物の眼とは異なり、ツリアブモドキ科の一種はショウジョウバエなどと同じく小さな眼が集合した眼で世界を見ている。脊椎動物であるヒトの眼では、外界の光は [3] と [4] で屈折し視細胞が分布する [5] の上で結像し、視神経により [6] へ送られる。細かな違いはあるものの、光受容の過程は昆虫の眼でもおおむね同じである。ラペイルーシア・オレオゲナから花蜜を得るためには、ツリアブモドキ科の一種がピンポイントでこの花にとまり、その長い吻を花の中に正確に挿入しなければならない。彼らはどのようにして数ある花のレストランの中からこの特等席を見つけてご馳走にありつくのだろうか。

ラペイルーシア・オレオゲナの花弁を見ると、紫色の背景に対して内側に黒い領域があり、さらにその中には、鏝(やじり)のような形をした白い模様を中心に向かうように配置されている。これは一体何だろうか。ここで野外実験を行なってみる。実験措置として、満開のラペイルーシア・オレオゲナの6枚の花弁すべてについて鏝模様を黒いインクで塗りつぶした。そして、ツリアブモドキ科の一種が実験措置を施した花を訪れ、蜜を吸うために吻を花に差し込むかを、実験措置をしていない満開のラペイルーシア・オレオゲナと比較して、観察した。さらに、満開のラペイルーシア・オレオゲナの6枚の花弁の鏝模様のすべてを黒いインクで塗りつぶすもの、1枚または3枚を残して同様の措置を施すものをそれぞれ用意した。そして、ツリアブモドキ科の一種がこれら3種類の措置を施したラペイルーシア・オレオゲナ、あるいはすべての鏝模様を塗りつぶしていないラペイルーシア・オレオゲナのどれを最初に選んで訪花するかを観察した。ここで、鏝模様措置を施した花を実験群、措置を施していない花を対照群と呼ぶ。実験群と対照群はそれぞれ同じ措置を施された複数輪の花から構成され、それぞれの花は互いに間隔を空けて位置している。なお、対照群の花弁の黒い領域にも、実験群で用いたものと同じ量だけ黒いインクを塗った。



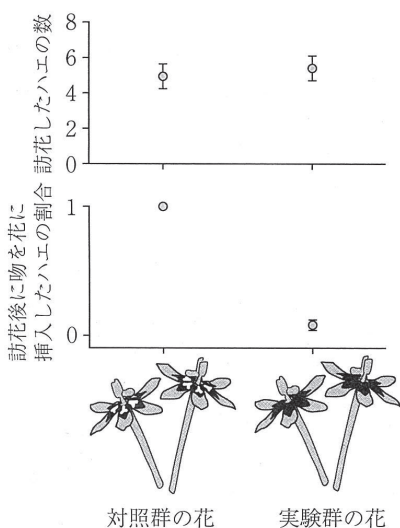
実験結果は興味深いものだった(図V, VI)。まず、対照群、そして6枚の花弁すべての鏝模様を黒く塗りつぶした実験群ともに、ツリアブモドキ科の一種は同じくらいの数やってきた。しかし、その後に吻を花に挿入する個体の数は実験群が対照群に比べて明らかに少なかった。次に、黒く塗りつぶした鏝模様の個数が異なる3つの実験群への訪花と比較して、ハエが対照群に最初に訪花した割合は、塗りつぶした鏝模様の数が6個、5個、3個の順に低くなった。さらに追跡して調べると、対照群に訪花したハエは鏝模様をすべて黒く塗りつぶした実験群に訪花したハエに比べて、近隣のラペイルーシア・オレオゲナの受粉に明らかに多く寄与し、かつ、そのような近隣のラペイルーシア・オレオゲナは明らかに多く結実していることが分かった。どうやらラペイルーシア・オレオゲナは、巧みな戦略により特定のポリネーターをひき寄せてご馳走を与えているようだ。

実験結果は興味深いものだった(図V, VI)。まず、対照群、そして6枚の花弁すべての鏝模様を黒く塗りつぶした実験群ともに、ツリアブモドキ科の一種は同じくらいの数やってきた。しかし、その後に吻を花に挿入する個体の数は実験群が対照群に比べて明らかに少なかった。次に、黒く塗りつぶした鏝模様の個数が異なる3つの実験群への訪花と比較して、ハエが対照群に最初に訪花した割合は、塗りつぶした鏝模様の数が6個、5個、3個の順に低くなった。さらに追跡して調べると、対照群に訪花したハエは鏝模様をすべて黒く塗りつぶした実験群に訪花したハエに比べて、近隣のラペイルーシア・オレオゲナの受粉に明らかに多く寄与し、かつ、そのような近隣のラペイルーシア・オレオゲナは明らかに多く結実していることが分かった。どうやらラペイルーシア・オレオゲナは、巧みな戦略により特定のポリネーターをひき寄せてご馳走を与えているようだ。

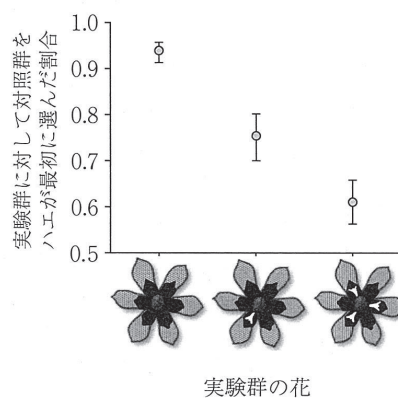
問1 文章中の 1 ~ 6 に最も適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部(a)に関し、このような異なる種の生物が生き残り、繁殖する上で双方が利益を得る関係を何と呼ぶか答えなさい。

問3 最初の野外実験によれば、ツリアブモドキ科の一種は実験群と対照群の双方に同じくらいの数、訪花していた。つまり、開花時間が限定された特定の花を訪れるということ自体に、この実験操作は影響を与えなかったと考えることができる。しかし、最後の追跡調査によれば、実験群に比べて、対照群を訪花したハエの方が近隣に位置する花の結実により多く寄与していた。これは、実験群に比べて、対照群を訪花したツリアブモドキ科の一種が蜜を吸うことにより多く成功しているからだと考えられる。それでは、ツリアブモドキ科の一種がラペイルーシア・オレオゲナから蜜を吸うのはどのような仕組みによると考えられるか。本文、2つの実験とその結果を示した図Vと図VI、追跡調査の結果を具体的に引用し、花とハエの双方に触れつつ、300字以内で説明しなさい。



図V 実験群と対照群に訪花したハエの数と、そのうち花に吻を挿入した個体の割合(丸は平均値を、縦棒は平均値の精度を表す標準誤差をそれぞれ示している)。



図VI 実験群の花に対して対照群の花をハエが最初に選んだ割合(丸は平均値を、縦棒は平均値の精度を表す標準誤差をそれぞれ示している)。

(Hansen, D. M., Van der Niet, T. and Johnson, S. D. (2012). Proceedings of the Royal Society B, 279 巻, 634-639. をもとに作図)

# 地 学

1 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(35点)

太陽系の惑星は、地球型惑星と木星型惑星に分けることができる。地球は地球型惑星に分類され、その原始的な状態である原始地球は、約46億年前に<sup>①</sup>  の衝突・集積によって形成された。形成初期には、 の衝突エネルギーによって地球全体が高温となり、 と呼ばれる溶融状態になったと考えられている。また、火山活動や内部からの脱ガスによって や を主成分とする原始大気が生じ、やがて地球表面に海が形成された。

地球の内部構造は、直接見ることはできないが、地震波の観測によって調べられてきた。地殻とマンツルの境界にあたるモホロビチッチ不連続面(モホ面)の存在は、地震波の観測によって明らかになった。地殻はマンツルの上に浮かぶようにして浮力と重力が釣り合っており、この状態を<sup>②</sup> アイソスタシーという。その結果として、標高が高い場所では地表からモホ面までの深さは なる。マンツルの下には核が存在し、主に と を主成分とする。核は外核と内核に分けられる。地震波の伝わり方から、外核は であり、内核は であることがわかっている。

地球の中の様子は、地球の形や重力のはたらきにも深く関わっている。そこで次に、地球の重力についてみていこう。地球を理想的な回転楕円体とみなし、重力の緯度による変化のみを考えたモデルに基づく理論値を という。実際に観測される重力の値は とは一致しない。<sup>④</sup> この差を という。重力の実測値には観測条件による様々な影響が含まれているため、これらを補正して解析に適した重力値を求めることを重力補正という。平均海水面で地球の全表面を覆った仮想の面をジオイドという。ジオイド面より高い地点で重力を測定した場合、ジオイド面からの高度が高くなるほど重力加速度は なる。このような高度の影響を補正する操作を という。補正後の重力値と の差を、 という。次に、地形の凹凸が作る重力の影響を補正する。これを という。最後に、観測点とジオイド面の間にある物質による引力の影響を補正する。これを という。観測した重力に ・ ・ をおこなった値と との差を、 という。観測点の下に周囲より相対的に密度の高い岩体が存在すると、 は の値になる傾向がある。

プレートの動きが原因となって起こる地震も、重要な研究の対象である。地震のデータを解析することで、震源の位置や深さだけでなく、震源断層の動きを推定することができる。プレート境界で起こる地震を調べると、発散境界では、 断層型の地震が多く、<sup>⑤</sup> さらにすれ違う境界のトランスフォーム断層では 断層型の地震が発生する。また、収束境界のプレート境界面では 断層型の地震が多い。

問1 文章中の ～ に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問2 下線部①について、地球型惑星と木星型惑星(巨大ガス惑星)の異なる特徴を3つ述べなさい。

問3 下線部②について、地震波の伝播においてどのようなことが観測されたことから、モホ面の存在が推定されたのか。その観測結果と、それが不連続面の存在を示すとされる理由を説明しなさい。

問4 下線部③について、氷期に、ある大陸が厚さ 2.0 km の氷で覆われていたと仮定する(図 I)。大陸地殻の厚さを 35 km とする。氷の密度を  $0.95 \text{ g/cm}^3$ 、地殻の密度を  $2.7 \text{ g/cm}^3$ 、マンツルの密度を  $3.5 \text{ g/cm}^3$  とする。間氷期に、この氷が全て溶けた場合に起きる地殻の隆起量  $H$  (km) を有効数字二桁で求めなさい。計算過程も記すこと。

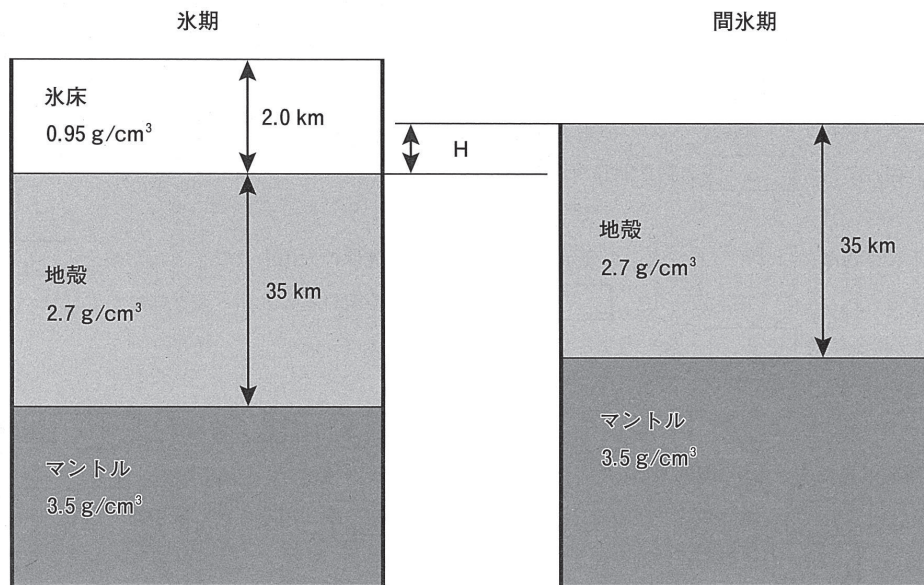


図 I

問5 下線部④について、緯度によって重力の理論値はどのように増減するか、赤道と極を例として増減の傾向と原因を説明しなさい。

問6 下線部⑤について、どのようにして震源断層の動きを推定するのか、その方法を説明しなさい。

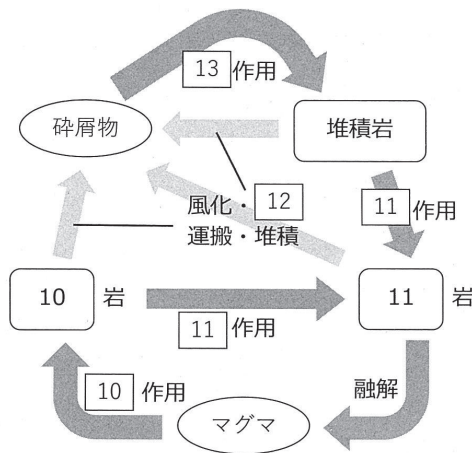
2 次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(35点)

日本列島は、太平洋プレート、 プレート、 プレート、 プレートがせめぎ合うプレートの収束境界(沈み込み帯)に位置している。東北日本では太平洋プレートが プレートの下に、西南日本では プレートが プレートの下に、また伊豆・小笠原弧では、太平洋プレートが プレートの下に沈み込んでいる。

プレートの沈み込みに伴って、地震や火山の活動も活発である。プレートが沈み込む場所は海溝と呼ばれ、東北日本では 海溝、西南日本では と南西諸島海溝がそれにあたる。

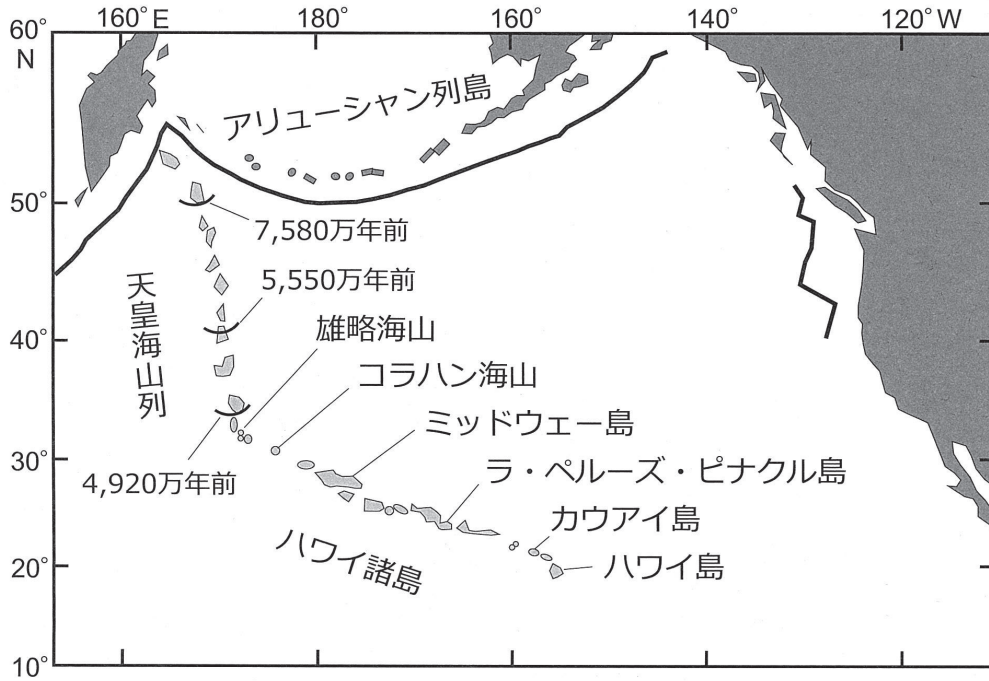
上盤側のプレートには海溝にほぼ平行して火山の列がみられる。最も海溝側の火山の位置を連ねた線を という。東北日本でこれを構成する火山は、岩手山・蔵王山・ などがあり、西南日本の九州～琉球弧にかけては、九重山・阿蘇山・ など、伊豆諸島では ・八丈島などが活火山として知られている。

図Ⅱは岩石サイクルを表したものである。地球表層を構成する岩石は、 岩、堆積岩、 岩の3種類に分類される。岩石は一度形成されたあとも、周辺の変化に応じて他の種類の岩石へと姿を変える。地球の内部で生成されたマグマは、冷却・固結して 岩になる。この岩石は地表で風化・ 作用を受けて碎屑物となり、河川などによって運搬されて海底に堆積し、 作用を経て堆積岩となる。堆積岩の一部は、海洋プレートが海溝からマントル内に沈み込むときに地下深部に持ち込まれたり、マグマに貫入されたりすることで、熱や圧力の作用を受けて 岩となる。地下のさらに深いところでは、岩石が融解してマグマが生成される。このマグマが地表に向かって上昇し、再び 岩となる。 岩や堆積岩、 岩が地殻変動によって隆起して地表に現れると、再び風化・ 作用を受けて碎屑物を経て堆積岩になる。このように、岩石は場所や姿を変えながら循環しており、これを岩石サイクルという。



図Ⅱ

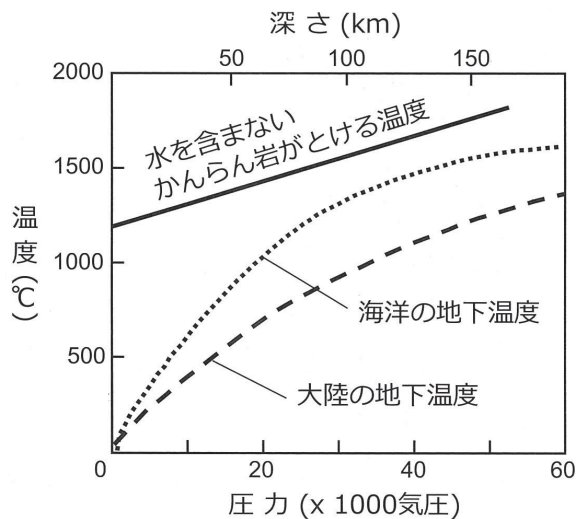
ハワイ島では、中央海嶺や沈み込み帯とは異なるメカニズムでマグマの活動が生じている。マンツルの深い所から上昇してきたブルームによってマグマができていて、14 と呼ばれる。太平洋の海底地形をみると(図Ⅲ)、<sup>③</sup>ハワイ島の西には、ハワイ諸島の島々と天皇海山列の海山が連続して並んでいる。これらは、火山岩からなり、ハワイ島から遠いものほど形成年代が古いことが知られている。このことから、火山島や海山間の距離と、それらの形成年代から、プレートの運動のようすを知ることができる。



図Ⅲ

問1 文章中の 1 ~ 14 に当てはまる適切な語句を答えなさい。

問2 下線部①について、マントルはおもにかんらん岩から構成される。これがとけてマグマが生じる。図IVは、かんらん岩の融解条件を海洋および大陸の地下温度とともに示したものである。水を含まないかんらん岩がとける温度は、圧力が大きいほど高く、たとえば深さ100 kmに相当する圧力では約1500℃である。一方、例えば海洋地域の地下温度は、この深さでは1300℃くらいであり、このままではかんらん岩はとけそうにない。しかし実際には、中央海嶺や沈み込み帯ではマグマが生成されている。中央海嶺と沈み込み帯でのマグマの生成メカニズムを説明し、解答用紙の図にも矢印などを書き入れて説明しなさい。



図IV

問3 下線部②について、広域の 11 作用には2つのタイプがある。それぞれ、どのようなものか、それが起こる場所について断面図を描いて説明しなさい。

問4 下線部③について、以下の間に答えなさい。

- (1) 表Iに代表的な火山島・海山について、ハワイ島キラウエア火山からの距離とそれぞれの形成年代を示した。この表をもとに、ハワイ島からの距離と形成年代を解答用紙のグラフにプロットしなさい。おおよその近似直線も描き入れなさい。
- (2) グラフから太平洋プレートが動く平均の速さ (cm/年) を小数点第一位まで求めなさい。計算過程も記すこと。
- (3) ハワイ諸島と天皇海山列を構成する火山島・海山の分布の特徴とその要因について、説明しなさい。

表I

火山島・海山	ハワイ島からの距離 (km)	形成年代 (万年前)
1 ハワイ島 (キラウエア山)	0	0
2 カウアイ島	519	510
3 ラ・ペルーズ・ピナクル島	1,209	1,200
4 ミッドウェー島	2,432	2,770
5 コラハン海山	3,128	3,860
6 雄略海山	3,520	4,340

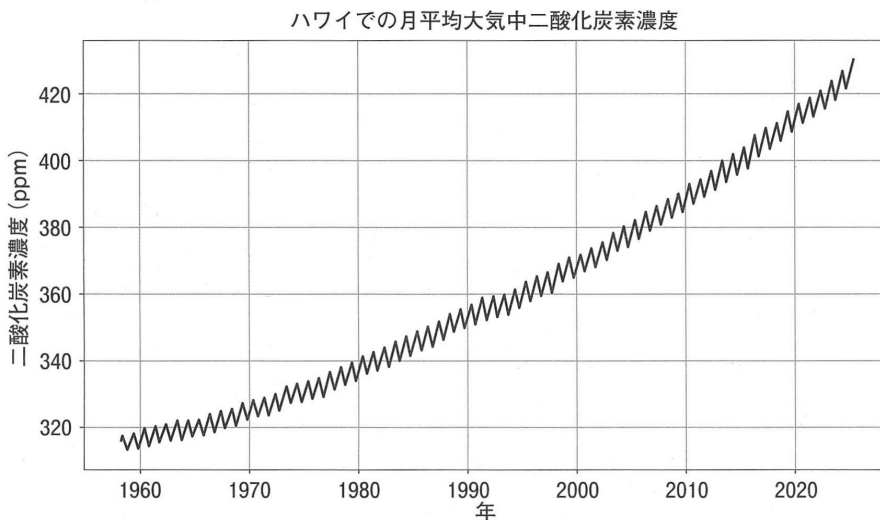
3 地球の気温に影響を与える要因に関する次の文章を読んで、以下の各問に答えなさい。(30点)

近年観測される地球の気温の変化には、二酸化炭素などによる温室効果の増大の他、数年以上の長い時間スケールを持つ大気海洋の自然な変動も関与していると考えられている。

問1 下線部①に関して二酸化炭素以外に強い温室効果をもつ気体として、適切なものを次の選択肢から全て選びなさい。

アルゴン、一酸化二窒素、酸素、水蒸気、窒素、ヘリウム、メタン

問2 図Vに示すのは、ハワイで観測されている大気中二酸化炭素濃度の年々変化である。全球の大気中二酸化炭素濃度を測定する上で、ハワイが適当な理由を説明しなさい。



図V

ハワイで観測される大気中二酸化炭素濃度。データは C. D. Keeling, S. C. Piper, R. B. Bacastow, M. Wahlen, T. P. Whorf, M. Heimann, and H. A. Meijer. (2001). Exchanges of atmospheric CO<sub>2</sub> and <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> with the terrestrial biosphere and oceans from 1978 to 2000. I. Global aspects, SIO Reference Series, No. 01-06, Scripps Institution of Oceanography, San Diego, 88 pages, 及び, Scripps CO<sub>2</sub> Program (2025). Atmospheric CO<sub>2</sub> data, ([https://scrippsco2.ucsd.edu/data/atmospheric\\_co2/primary\\_mlo\\_co2\\_record.html](https://scrippsco2.ucsd.edu/data/atmospheric_co2/primary_mlo_co2_record.html), 2025年閲覧)に記載されたものを参考にした。

問3 過去60年間の二酸化炭素濃度は上昇傾向にあり、主に石油や石炭などの化石燃料の消費によって説明される。一方、図Vでは二酸化炭素濃度の季節変化が見られるが、北半球における季節変化の要因を説明しなさい。

問4 下線部②に関して、次の文章中の [ 1 ] ~ [ 10 ] に当てはまる適切な語句を答えなさい。

赤道太平洋上の水温とその変動を考える。赤道上では地球が受け取る日射量はどこも同じであるが、赤道太平洋において東西で水温差が存在し、[ 1 ] 側で水温が相対的に高く、[ 2 ] 側で水温が相対的に低い。これは赤道上を吹く [ 3 ] 風によって、海面の暖水層が [ 1 ] 側に吹き寄せられているためである。また、赤道太平洋の [ 2 ] 側では [ 3 ] 風と地球の自転による [ 4 ] 力のため、赤道の北側では海面付近の海水の全体が [ 5 ] 向きに、南半球では [ 6 ] 向きに流される。このような輸送のことを [ 7 ] 輸送と呼ぶ。これにより、赤道付近では深層から冷水が湧き上がってくるため、水温がさらに低くなる。何らかの要因によって [ 3 ] 風が強くなると、赤道太平洋の東西水温差が強まる。これが [ 8 ] 現象である。一方、反対の現象を [ 9 ] 現象という。[ 9 ] 現象時には、赤道太平洋の [ 2 ] 側で 水温が大きく上昇し、これが地球の気温に影響を与える。また熱帯での水温変化は、離れた中高緯度の気象にも影響を与える。このように離れた場所の気象が連動していることを [ 10 ] と呼ぶ。

問5 下線部③に関して、水温の上昇が大気に熱を伝える方法はいくつか存在するが、そのうちの2つを答えなさい。

問6 観測される地球の気温変化の特徴を理解する上で、過去の地球の気温変動を知ることも重要である。観測史以前の地球の気温を推定する際に用いられている手法を1つ取り上げて説明しなさい。

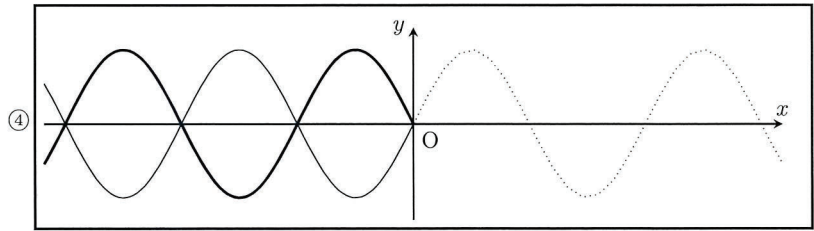
# 物 理 解 答 用 紙

受験番号

1

①  $\sqrt{\frac{2h}{g}}$

② (オ)      ③ (ア)



⑤ (イ)      ⑥ (ア), (ウ)      ⑦ (ア), (ウ), (オ)      ⑧ (イ)      ⑨ (ウ)

⑩ (ア)      ⑪ (ア)      ⑫ (イ)      ⑬ (ウ)      ⑭  $\frac{mgh}{nR}$       ⑮  $\frac{5}{3}$

⑯ (ウ)      ⑰  $\frac{V}{d}$       ⑱ (ア)

⑲  $M_0c^2 = Mc^2 + mc^2 + \frac{1}{2}MV^2 + \frac{1}{2}mv^2$       ⑳ (イ)      ㉑  $\gamma$ 線

2

A

問1  $\sqrt{2gh}$

問2  $h > \mu' L$

問3  $\frac{1}{\mu'g}(v_0 - v_1)$

問4  $\frac{1}{3} < e \leq 1$

問5  $\frac{v_2'^2}{2\mu'g}$

問6  $\frac{1}{2g}(v_1^2 + v_1'^2) - h$

B

問7  $\frac{mg}{x_0}$

問8  $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$v_{\max} = x_0\sqrt{\frac{k}{m}}$

問9  $\frac{mg}{\cos\theta}$

問10  $\sqrt{\frac{S}{mL}}$

問11  $x - \frac{1}{2}L \cos\theta$

3

A

問1  $\frac{E}{R_1 + R_2}$

問2  $\frac{E - R_2 I}{R_1}$

問3  $\frac{E - V_P}{R_2}$

問4  $\left(1 - \frac{V_P}{E}\right)(R_1 + R_2)$

問5 (ウ)

B

問6  $\frac{I}{enac}$

問7  $\frac{\rho b}{ac}$

問8 (ア)

問9  $vB$

問10 (ア), (ウ)

	受験番号	得点
物 理		

# 令和8年度琉球大学入学者選抜 一般選抜 個別学力検査

教科・科目名 物 理

## 科目全体の出題の意図

高校物理の物理的事項として、力と運動、気体と分子、波、電気と磁気、原子等の広い分野に関し、(1)物理学の基本的な概念や原理・法則を理解しているか、(2)物理的な事物・現象を論理的に考察できるかどうか、を総合的に評価することを意図して出題する。

## 大問ごとの出題の意図

### 大問 1

高校物理の広い分野(力と運動、気体と分子、波、電気と磁気、原子等の広い分野)を題材とし、それぞれの基本的な概念や原理・法則を理解しているかを評価する。

### 大問 2

力と運動に関する問題である。

斜面から水平面に沿って運動する小物体、及びバネに取り付けられた物体の回転運動を題材に、力のつりあいや運動方程式、さらに力学的エネルギー保存の法則、運動量保存の法則などの力学の基本的な概念や原理・法則を理解しているかどうか、並びに論理的に考察できるかどうかを評価する。

### 大問 3

電気と磁気に関する問題である。

電気抵抗を含む回路を題材にオームの法則やキルヒホッフの法則などの電気回路の基礎知識を理解しているかどうか、また、電場や磁場の中を運動する荷電粒子を題材に、ローレンツ力等の電磁気学の基本的な概念や原理・法則を理解しているかどうか、並びに論理的に考察できるかどうかを評価する。

化 学 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	陽	2	陰	3	電解精錬
	4	銀/Ag	5	シュバイツァー	6	セルロース
	7	銅アンモニアレーヨン or キュブラ				

問2	A	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	B	$\text{CuO}$	C	$\text{Cu}$
	D	$\text{HCHO}$	E	$\text{Cu}_2\text{O}$	F	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

問3

(ア)

問4

(ア)

問5

(1) 59 g

(2) (ア)

問6



小 計

採 点 欄

1	2	3	4	合 計

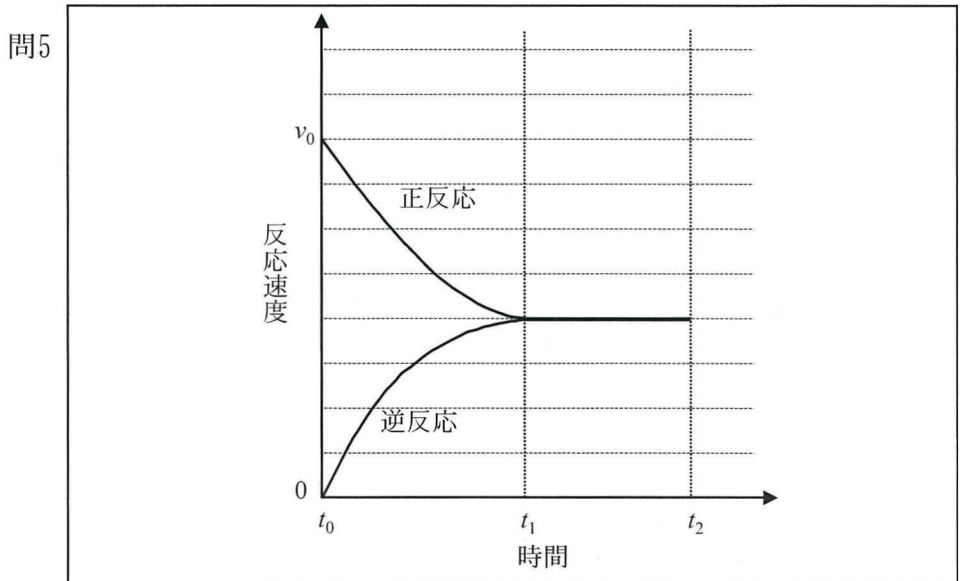
2

問1	(1)	$\text{CO}_2$	(2)	0.0252	mol
	(3)	$\text{CaCO}_3$			
	(4)	全ての炭酸カルシウムが反応し、生成物の塩化カルシウムは水に溶けるから (34文字)			
	(5)	図	(ア)	物質 量	(サ)
	(6)	2.5	mol/L		

問2 (工)

問3	(1)	実在気体は分子間力により分子どうしが引き合い、同温・同圧の理想気体より体積が小さくなるから (45文字)			
	(2)	高温・低圧			

問4 (工)



小計	
----	--

3
---

問1	1	ハーバー・ボッシュ法	2	尿素
----	---	------------	---	----

問2	28.9	g/mol
----	------	-------

問3	触媒
----	----

問4	(イ)
----	-----

問5	(1)	$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$ mol/L
----	-----	--

(2)	$\alpha = \sqrt{K_b/c}$	$[\text{OH}^-] = \sqrt{cK_b}$
-----	-------------------------	-------------------------------

(3)	$\text{pH} = 14 + \frac{1}{2} \log_{10}(cK_b)$
-----	--

問6	(1)	$x - 2y$ mol
----	-----	--------------

(2)	$p_{\text{NO}_2} = \frac{x - 2y}{x - y} p$ Pa	$p_{\text{N}_2\text{O}_4} = \frac{y}{x - y} p$ Pa
-----	---	---

(3)	$K_p = 5.0 \times 10^{-7} \text{ Pa}^{-1}$
-----	--

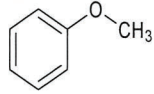
(4)	加熱すると吸熱反応の二酸化窒素生成側に平衡が移るため。(27字) 加熱によって吸熱反応側のNO <sub>2</sub> 生成が進行したため。(25文字) $\Delta H < 0$ であり、加熱で吸熱側のNO <sub>2</sub> 生成が進むため。(21文字) など
-----	---

小計	
----	--

4

問1

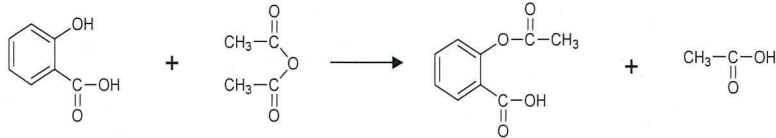
構造式



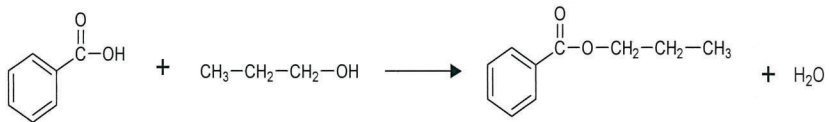
理由

分子間で水素結合を形成できないから  
(OH基を持たないため、分子間力が小さくなるから)

問2



問3



問4

E

問5

$C_5H_{10}$

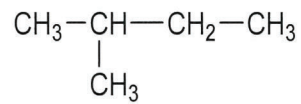
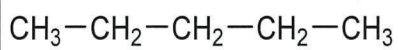
問6

6

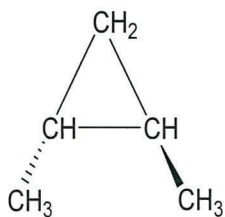
問7

7

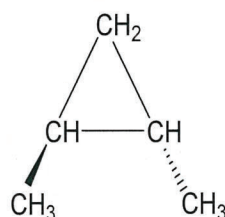
問8



問9



鏡



小計

令和8年度琉球大学入学者選抜 一般選抜 個別学力検査

教科・科目名 理科・化学

科目全体の出題の意図

高等学校で学習すべき「物質の状態」「物質の変化」「無機物質」「有機化合物」の範囲から、知識、思考力、理解力を察るべく基礎的な問題をバランスよく配置し、論述形式の問題を加えることで大学入学共通テストとの差異化に努めた。

大問ごとの出題の意図

大問1

銅の製造法、銅の化合物の性質と反応性、金属のイオン化傾向および電気分解に関する基本的な事柄を問う。

大問2

化学変化の量的関係、気体の性質、化学平衡について基礎的な知識と思考力を問う。

大問3

窒素化合物を題材に、気体の性質、触媒作用、酸・塩基および化学平衡について基礎的な知識と計算力を総合的に問う。

大問4

芳香族化合物や炭化水素を題材として、有機化合物の構造と性質に関する基本的な知識、ならびに構造異性体を考察する力を問う。

# 生 物 解 答 用 紙

受験番号

1

問1	1	抗原	2	体液性	3	キラーT
	4	細胞性	5	抗原抗体反応	6	可変部(可変領域)
	7	定常部(定常領域)				

問2

ア      ウ

問3

樹状細胞(or マクロファージ)

問4

抗体産生細胞が成熟する過程で、自己のからだを構成する物質に反応する細胞は未熟な段階で死滅へと誘導される。また、それらが成熟した場合でも働きが抑制されることで免疫寛容が成立する。(88文字)

25  
50  
75  
100

問5

アレルギー

問6

ワクチン接種を行うと一次応答が起きて抗体産生や免疫記憶が誘導される。すると、対象の病原体が体内に侵入した際に迅速に二次応答が起きて病原体が無毒化、排除される。(79字)

25  
50  
75  
100

	得 点
生 物	

受験番号

2

問1	1	ス	2	ト	3	ク
	4	ナ	5	ケ	6	ヒ

問2

ア、カ、コ
-------

問3

生息可能な水深の変化	(以前より) 浅くなる
------------	-------------

共生藻の光合成に必要な光が十分に届かなくなり、深い場所のサンゴではエネルギー供給量が減ることにより、サンゴの生存が難しくなるため。(67字)	25 50 75
--	----------------

問4

細胞小器官名	液胞
--------	----

細胞の浸透圧調節, 物質の貯蔵, 老廃物の分解を行い, 植物の成長や代謝を支える。(38字)	25 50
--	----------

問5

かく乱が弱い(少ない)条件ではその環境に最も適した種が優占種となり, 優占種による競争的排除により多様性が低くなるから。また, かく乱が強い(多い)条件ではかく乱への耐性を持った種のみが生息できるため。[合計98字]	25 50 75 100
--	-----------------------

中規模攪乱(かく乱) (説)
----------------

問6

エ
---

	得点
生 物	

3

問1	1	ランゲルハンス島	2	視床下部
	3	副交感	4	交感

問2

問3

問4

問5

	得点
生 物	

4

問1	1	花粉	2	花粉管	3	角膜
	4	水晶体	5	網膜	6	大脳

問2

相利共生
------

問3

説明	図Vが示すように、花卉の鏝模様をすべて塗りつぶした実験群では、ハエが吻を花被に挿入して花蜜を吸う行動が対照群と比べて明らかに少ないので、花卉の鏝模様はハエの蜜吸いに必要である。	100
	これは、図VIで示す、ハエの蜜吸いが鏝模様の数が多いほどより多く生じている実験結果からも裏付けられる。また、実験群に比べて、対照群を訪れたハエは後により多くの花を結実させたので、花卉の鏝模様は花の繁殖にも寄与している。つまり、ツリアブモドキ科の一種はラペイルーシア・オレオゲナの鏝模様により柱頭付近に誘導され、花被に長い吻を挿入して蜜を吸う。(261字)	300

	得点
生 物	

# 令和8年度琉球大学入学者選抜 一般選抜 個別学力検査

教科・科目名 生物

## 科目全体の出題の意図

2021年度導入の新学習指導要領では、「用語の意味を単純に数多く理解させることに指導の重点を置くのではなく、用語に関わる概念を、思考力を発揮しながら理解させるよう指導すること。」という新たな文章が加えられた。これは「科学的に探究する力」の育成を強調するものである。このような新学習要領の理念と学習目標に鑑み、日常生活や社会との関連性のある話題や科学的実例を対象として、高校生物の知識を動員しつつ、科学的論理思考や展開を必要とする問題をつくり、それを解くことを通じて生物を広く、深く理解するような機会とする。また、亜熱帯島嶼というユニークな地理的条件を有する沖縄に位置する琉球大学で実施する試験であることから、沖縄に関する話題も盛り込む。

1. 「参考」や「発展」等で記載されている内容や用語も、本文での解説によって使用した教科書によって不公平が生じないようにする。
2. 共通テストでは実施困難な長文読解によって、論理的な解答をする表現力を問う(記述式)。
3. 琉球大学受験生レベルを想定して、用語の記憶だけでも正答ができる平易な問題も設定する。

## 大問ごとの出題の意図

### 大問 1

#### 免疫(生命の科学－人の生命現象)

ヒトの生命現象を人間生活と関連付けて理解し、読み解く能力を問う。免疫についての基本的な仕組みを理解し、アレルギーにも触れた内容について、選択式および記述式の設問により問う。

### 大問 2

#### サンゴ礁環境と生物

沖縄県の周辺海域に広がるサンゴ礁生態系を題材として、「生物とエネルギー」、「生態系とその保全」の内容について、特に、光合成によるエネルギー生産と細胞内小器官の働き、生態系における環境と生物との関わりについての理解力を問う。また、前段で触れた部分を基礎としつつ、生態系における攪乱影響と生物の応答について、サンゴを例にした一般的な中規模攪乱説について、論理的思考力と表現

力を問う。さらに、図示情報の説明力を問いつつ、生物多様性とかく乱とを関連付けて読み解く能力を問う。

### 大問3

#### ヒトの体の調節

血糖値の調節に関連する内容の文章を、「生物」で学習する「生命現象とタンパク質」、「遺伝子の発現」および「遺伝子の発現調節」の内容を活用して読み解く能力を問う。また、文章により与えられた情報をもとに生命現象を理解する論理的思考力を記述式の設問により問う。

### 大問4

#### 植物と動物の相利共生

高校生物の「生態と環境」の中の「相利共生」を主題に、植物と昆虫を対象とした野外実験を具体例として高校生物の理解度を問う。具体的には、科学論文として公表された野外実験を引用し、それを理解する上で基盤となる、「植物の成長と環境応答」のうち植物の繁殖方法と、「刺激の受容と反応」のうち視覚に関する基礎事項を教科書の太字項目に則して問う。そして、これらの理解に基づき、野外実験の内容から導出される「蜜標」を介した植物と昆虫との相利共生について論述形式で問う。本大問では、文章読解を通じて「主体的・対話的で深い学び」ができるか、記述式問により「思考力、判断力、表現力等」があるかを問う狙いがある。また、本文を通じて、受験生に「理科の見方・考え方」を改めて問いかけ、高校生物の理解度をはかる意図も併せて持っている。

1

問 1

1	微惑星 (星間物質)	2	マグマオーシャン	3	水蒸気
4	二酸化炭素 (3, 4は順不同)	5	深く	6	鉄 (6, 7は順不同)
7	ニッケル	8	液体	9	固体
10	標準重力 (正規重力)	11	重力異常	12	小さく
13	フリーエア補正	14	フリーエア異常	15	地形補正
16	ブーゲー補正	17	ブーゲー異常	18	正
19	正	20	横ずれ	21	逆

問 2

地球型惑星は岩石や金属主体、木星型惑星は水素とヘリウム主体である。  
地球型惑星は密度が大きく、木星型惑星は密度が小さい。  
地球型惑星は衛星が少なく、木星型惑星は衛星が多い。

問 3

震源の浅い地震の走時曲線に、震央距離百数十km付近で折れ曲がり観測されたこと。深さ数十kmに地震波速度が急激に増加する境界面があるために生じたと考えられた。(震央距離および深さはおよそその値)

問 4

均衡面での圧力は等しいので、

$$0.95 \times 2.0 \times 10^5 + 2.7 \times 35 \times 10^5 = 2.7 \times 35 \times 10^5 + 3.5 \times H$$

$$H = 0.54 \times 10^5 \quad (cm)$$

$$= 0.54 \quad (km)$$

問 5

赤道では標準重力は小さく、極では大きくなる。これは、地球が赤道方向に膨らんだ回転楕円体であり、赤道では地球中心からの距離が長く、万有引力が距離の二乗に反比例するため弱くなること、また自転による遠心力が赤道では万有引力と反対向きに働いてこれを弱める一方、極では遠心力が働かないことによる。

問 6

震源断層のずれの方向は、地震波のP波の初動の向きを調べて推定する。P波の初動が押し(地面を押し向き)か引き(地面を引く向き)かを多くの観測点で調べ、その分布から震源断層のずれの向きや断層の種類を求めることができる。

小計

2

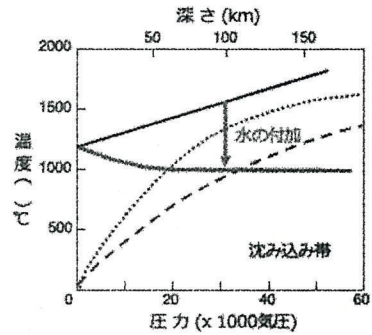
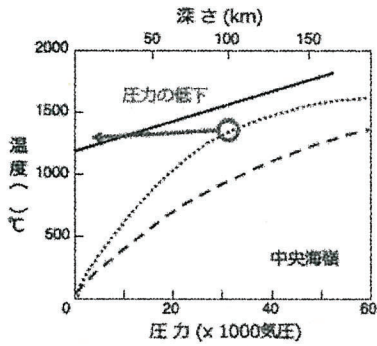
問1

1	2	3	4	5
北アメリカ	フィリピン海	ユーラシア	日本	南海トラフ
6	7	8	9	10
火山前線 火山フロント	安達太良山、磐梯山、那須岳など	霧島山、桜島、口永良部島、諏訪之瀬島、悪石島など	伊豆大島、三宅島など	火成
11	12	13	14	
変成	侵食	続成	ホットスポット	

問2

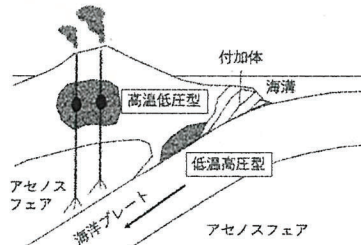
マントルの上昇によって断熱的に圧力が下がることで融ける

水の付加により、水を含むかんらん岩が融ける温度が下がる



問3

断面図

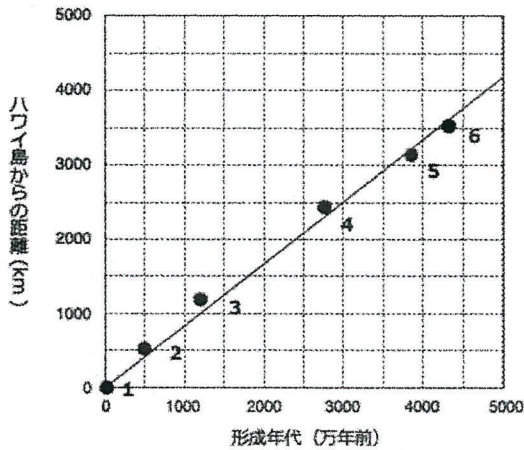


説明文

プレートの沈み込んだところでは、押し込まれた岩石が低温高圧型の変成作用を受ける。大陸側の地下では、マグマの貫入などにより高温低圧型の変成作用を受ける。(75字)

問4

(1)



(2)

5000万年で約4100 kmの移動だから、  
 $(4100 \times 10^3 \times 10^2) \text{ cm} / (5000 \times 10^4) \text{ 年}$   
 $= 41/5$   
 $= 8.2 \text{ cm/年}$

(3)

海山の列が雄略海山付近で曲がっていることから、約4300万年前にプレートの動く方向が北北西から西北西に変化したと考えられる。(62文字)

小計

3

問1

メタン，一酸化二窒素，水蒸気

問2

大気中の二酸化炭素は，工場や自動車などの排気ガスによって影響を受ける。ハワイは都心部や大陸から隔離されており，排気ガスによる直接的な影響を受けづらいため，全球の二酸化炭素濃度を測定する場所として適切である。

問3

大陸の多い北半球では，日射の多い夏に植物による光合成が進むため，大気中二酸化炭素濃度が低下する。一方，冬期には光合成が減少するため(植物も呼吸を行うため)，大気中の二酸化炭素濃度が上昇する

問4

1	西	2	東
3	貿易(東)	4	転向(コリオリ)
5	北(右)	6	南(左)
7	エクマン	8	ラニーニャ
9	エルニーニョ	10	テレコネクション

問5

海洋と大気の温度差による顕熱の放出など

海水の蒸発に伴う潜熱の供給など

問6

有孔虫の殻やサンゴに含まれる酸素の安定同位体比の測定、氷床から採取された試料に含まれる酸素の安定同位体比の測定など(手法や考え方が合っていれば正解とする)

小計

# 令和8年度琉球大学入学者選抜 一般選抜 個別学力検査

教科・科目名 地学

## 科目全体の出題の意図

記述式の問題に加えて、データをプロットさせたり、図解やスケッチなどの多様な解答方法をとることで、地学全般にわたる幅広い基礎知識を評価する。

## 大問ごとの出題の意図

### 大問 1

本設問では、地球形成、重力、内部構造、プレートテクトニクス、地震に関する概念を体系的に理解し、データに基づいて地球の構造や現象を説明する力を評価することを目的とする。

### 大問 2

本設問では、プレートテクトニクスとマグマ活動の基本的な理解度をみる。また、データをグラフにプロットさせることで、データを読み取り解析する基礎的な能力を評価する。さらに断面図のスケッチを描かせることで、地球内部の空間的な理解度を評価する。

### 大問 3

地球温暖化は多様な観点から注目されている。地球の平均気温や大気中の二酸化炭素濃度には、年々の変動や季節的な変化が含まれるため、地球温暖化を正しく理解するには、こうした自然な変動を把握することが不可欠である。本設問では、大気中の温室効果ガスの種類や観測地点、季節変化の要因、さらには数年以上の時間スケールで気温に影響を与える大気・海洋の自然変動についての理解を問う。