

# 令和2年度 入学試験問題

## 理 科

	ページ
物 理.....	1～15
化 学.....	16～28
生 物.....	29～56
地 学.....	57～65

### 注 意 事 項

試験開始後、選択した科目の問題冊子及び解答用紙のページを確かめ、落丁、乱丁あるいは印刷が不鮮明なものがあれば新しいものと交換するので挙手すること。

1. 試験開始の合図があるまで問題冊子を開かないこと。
2. 試験開始後は、すべての解答用紙に受験番号（2か所）・氏名を記入すること。
3. 解答は、必ず解答用紙の指定されたところに記入すること。
4. 解答する数字、文字、記号等は明瞭に書くこと。
5. 解答用紙は持ち出さないこと。

## 物 理

1 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

I 図1のように、長さ  $L$  [m] の軽い糸の上端を  $Q$  に固定し、下端に質量  $M$  [kg] の小球  $A$  をつるす。糸と鉛直線のなす角を  $\theta$  [rad] に保ち、小球  $A$  を水平でなめらかな床の上に常に接するようにして、 $Q$  の鉛直下方の床上の点  $O$  を中心として、周期  $T$  [s] で等速円運動をさせる。 $O$  を原点として床の上に  $x$  軸および  $y$  軸をとり、辺  $bc$  が  $y$  軸と平行になるように厚さ  $W$  [m] の直方体の粘土壁を、 $O$  から離れた位置に床に対して垂直に固定した。

小球  $A$  が  $y$  軸との交点  $P$  に達したときに糸を切断したところ、小球  $A$  は  $OP$  に対して垂直な方向に直進し、点  $P$  と粘土壁の間に静止していた質量  $m$  [kg] ( $m < M$ ) の小球  $B$  に正面から弾性衝突した。その後、小球  $B$  は直進し、粘土壁の面  $abcd$  に垂直に衝突して壁の中を直進し、壁の表面から  $\frac{W}{2}$  のところで停止した。重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>]、円周率を  $\pi$  とする。

- (1) 小球  $A$  が等速円運動をしているときに、糸が小球  $A$  を引く力の大きさ  $S$  [N] を、 $\pi$ ,  $\theta$ ,  $L$ ,  $M$ ,  $T$ ,  $g$  のうち、必要なものを用いて表せ。
- (2) 小球  $B$  に衝突する直前の小球  $A$  の速さ  $v_A$  [m/s] を、 $\pi$ ,  $\theta$ ,  $L$ ,  $M$ ,  $T$ ,  $g$  のうち、必要なものを用いて表せ。

- (3) 壁に衝突する直前の小球Bの速さ  $v_B$  [m/s] を,  $M, m, T, v_A, g$  のうち, 必要なものを用いて表せ。
- (4) 小球Bは粘土壁に衝突してから時間  $\Delta t$  [s] 後に停止した。停止するまでに, 小球Bと壁との間にはたらいた力の大きさ  $F$  [N] および  $\Delta t$  を, それぞれ,  $M, m, W, v_B, g$  のうち, 必要なものを用いて表せ。ただし,  $F$  は  $\Delta t$  の間, 一定とする。

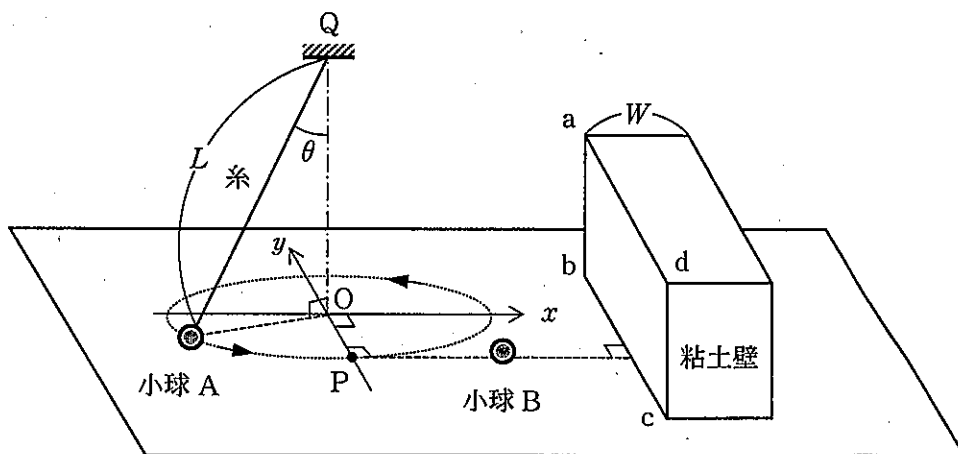


図1

II 図2のように、まっすぐな変形しない軽い棒の端の点Bを、動かない鉛直な壁に、大きさと質量を無視できるちょうつがいで取りつけた。棒は、点Bを中心に鉛直面内でなめらかに回転できる。棒の端の点Aに質量  $M$  [kg] のおもりを軽いひもでつり下げた。棒は、天井の点Cからのばした軽いひもで、点Dにおいて支えられている。重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。図中のすべての点は、同一の鉛直面内にあるとする。

(5) いま、図2において、ひもを含む直線CDEと水平線（直線AE）との角度  $\theta$  が  $45^\circ$  であった。なお、AEとBEの長さは  $R$  [m] である。ひもCDに作用する張力の大きさ  $S_1$  [N] を、 $M$ 、 $R$ 、 $g$  のうち、必要なものを用いて表せ。

(6) 次に、図2においてひもを交換し、ひもの支点をCからC'に移動させた。同時にDをD'に移動させた。このとき、ひもを含む直線C'D'Eと水平線（直線AE）との角度  $\theta'$  が  $30^\circ$  となった。ひもC'D'に作用する張力の大きさ  $S_2$  [N] を、 $M$ 、 $R$ 、 $g$  のうち、必要なものを用いて表せ。

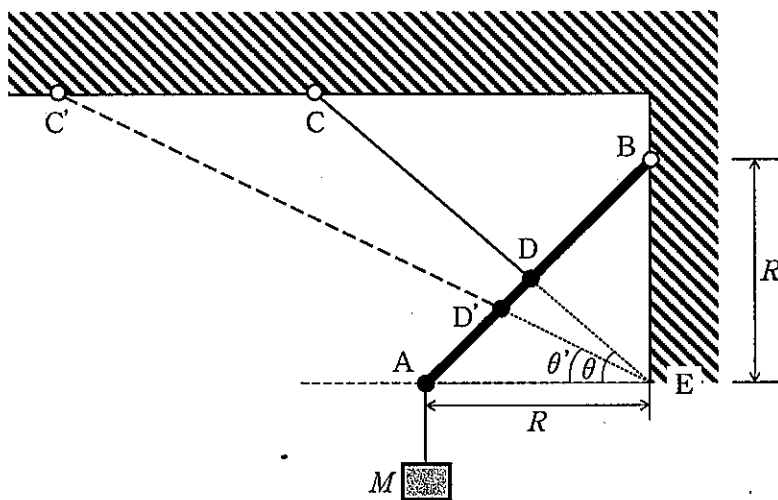


図2

- (7) さらに、図3のように、図2のまっすぐな変形しない軽い棒を、半径  $R$  [m] の円弧状の変形しない軽い棒に取り換えた。ひもを含む直線 CDE と水平線（直線 AE）との角度  $\theta$  が  $45^\circ$  であったとき、ひも CD に作用する張力の大きさ  $S_3$  [N] を、 $M$ 、 $R$ 、 $g$  のうち、必要なものを用いて表せ。
- (8) 図3において、ひもを含む直線 CDE と水平線（直線 AE）との角度  $\theta$  が  $0^\circ$  から  $90^\circ$  ( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ) に変化するとき、ひも CD に作用する張力の大きさはどのように変化するかを答えよ。

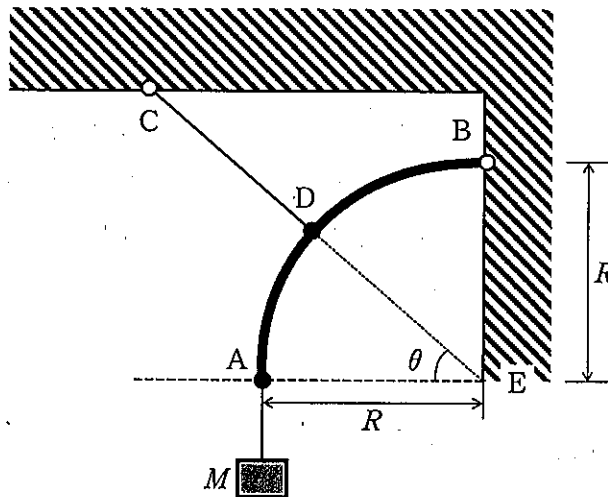


図3

2

次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

I 図1のように、内部抵抗が無視できる起電力  $E$  [V] の電池  $E_1$  と、抵抗値がいずれも 0 でない  $r$  [ $\Omega$ ]、 $2r$  [ $\Omega$ ] の抵抗  $R_1$ 、 $R_2$  と、抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] が変化する可変抵抗  $R_3$  からなる回路がある。

(ア) CD 間に流れる電流の大きさを、 $E$ 、 $R$ 、 $r$  を用いて表せ。

(イ) 抵抗値  $R$  を変化させたところ、可変抵抗  $R_3$  の消費電力が最大になった。このときの  $R$  を、 $r$  を用いて表せ。

図2は、図1の回路において CD 間の可変抵抗  $R_3$  を、点線で囲んだ回路で置き換えたものである。点線で囲んだ回路は、抵抗値がいずれも 0 でない  $r$  と  $2r$  の抵抗  $R_4$ 、 $R_5$  を並列に接続したものに、内部抵抗が無視できる起電力  $E$  [V] の電池  $E_2$  を直列につないだものである。

(ウ) AB 間に流れる電流の大きさを、 $E$ 、 $r$  を用いて表せ。また、その電流の流れる向きを (A→B, B→A) の中から一つ選べ。

(エ) (ウ) のとき、抵抗  $R_4$  に流れる電流の大きさを、 $E$ 、 $r$  を用いて表せ。また、その電流の流れる向きを (C→D, D→C) の中から一つ選べ。

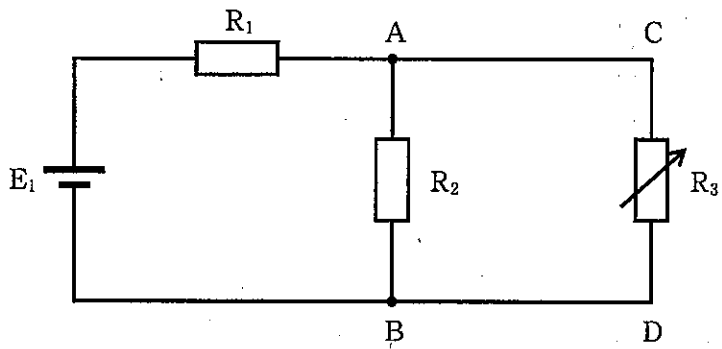


图 1

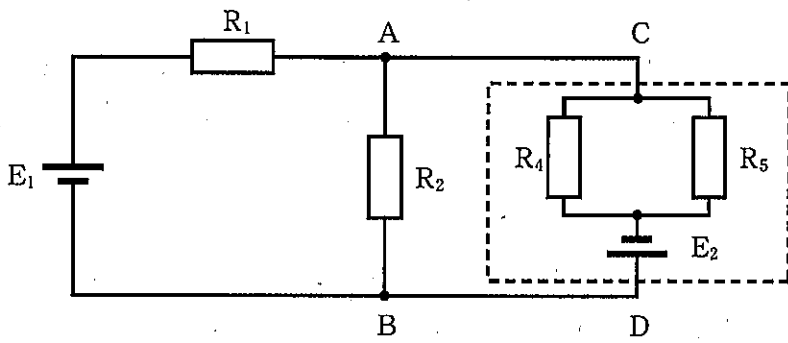


图 2

II 質量が異なる3種類の水素イオン ( ${}^1\text{H}^+$ ,  ${}^2\text{H}^+$ ,  ${}^3\text{H}^+$ ) について考える。陽子の質量を  $m$  (kg), 電気素量を  $e$  (C) とすると, それぞれのイオンの質量は ( $m$ ,  $2m$ ,  $3m$ ) と近似でき, 電荷はすべて等しく  $+e$  である。真空中で, これら3種類のイオンを速さ  $v$  (m/s) まで加速し, 一様な磁場中 (磁界中) に磁場の向きと垂直に打ちこむと, それぞれのイオンは, 異なる半径 ( $r_1$  (m),  $r_2$  (m),  $r_3$  (m)) の円を描いて, 周期 ( $T_1$  (s),  $T_2$  (s),  $T_3$  (s)) で等速円運動する。ただし, それぞれのイオンどうしは影響を及ぼし合わないものとする。

(オ) 半径の比,  $r_1 : r_2 : r_3$  を, 整数で求めよ。

(カ) 周期の比,  $T_1 : T_2 : T_3$  を, 整数で求めよ。

続いて, 水素イオン  ${}^1\text{H}^+$  のみについて考える。イオンを元の速さの  $a$  倍 ( $a > 0$ ) になるように加速して打ちこむとともに, 磁場を元の強さの  $b$  倍 ( $b > 0$ ) になるように変化させた。

(キ) イオンが描く円軌道の半径およびその等速円運動の周期は, それぞれ, 変化させる前の何倍になるか求めよ。

(ク) イオンがもつ運動エネルギーは, 変化させる前の何倍になるか求めよ。



3 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

I 振動数がともに  $f_0$  [Hz] の音源  $S_1$ ,  $S_2$  および観測者が、図 1 のように  $x$  軸上にある。矢印の向きを正としたとき、音源  $S_1$  は負の向きへ、音源  $S_2$  は正の向きへ、それぞれ同じ速さ  $v_s$  [m/s] で動いている。音速は  $V$  [m/s] とし、音源の速さ  $v_s$  は音速  $V$  に比べ十分小さいとする。ただし、風は吹いていないものとする。



図 1

- (a) 静止している観測者が聞く音源  $S_1$ ,  $S_2$  からの音の振動数  $f_1$  [Hz],  $f_2$  [Hz] を、それぞれ、 $f_0$ ,  $v_s$ ,  $V$  を用いて表せ。
- (b) 上記のとき観測者は毎秒  $N$  回のうなりを聞いた。このときの音源の動く速さ  $v_s$  を、 $N$ ,  $f_0$ ,  $V$  を用いて表せ。ただし、 $V^2 - v_s^2$  を  $V^2$  と近似して答えよ。
- (c) 速さ  $v_o$  [m/s] で負の向きへ動く観測者が毎秒聞くうなりの回数を、 $f_0$ ,  $v_s$ ,  $V$ ,  $v_o$  を用いて表せ。ただし、 $V^2 - v_s^2$  を  $V^2$  と近似して答えよ。

- (d) 続いて、音源  $S_1$  を取り除き、 $f_0$  の音源  $S_2$ 、観測者および反射板を、図 2 のように  $x$  軸上に配置した。音源  $S_2$  と観測者は正の向きに、それぞれ速さ  $v_s$ 、 $v_o$  で動き、反射板は負の向きに、速さ  $v_w$  で動いている。このとき、観測者が音源から直接聞く音の振動数  $f_3$  [Hz] と反射音の振動数  $f_4$  [Hz] を、それぞれ  $f_0$ 、 $v_s$ 、 $V$ 、 $v_o$ 、 $v_w$  を用いて表せ。

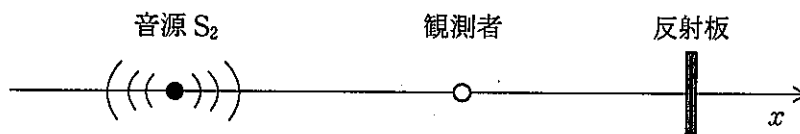


図 2

II 図3のように、薄い凸レンズであるレンズ1と、その光軸に垂直なスクリーンを置き、レンズ1の左側に物体を置いたところ、スクリーン上に実像が投影された。 $f$ はレンズ1の焦点距離、 $a$ はレンズの中心から物体までの距離、 $b$ はレンズの中心からスクリーンまでの距離を示す。

(e)  $f$ を、 $a$ と $b$ を用いて表せ。

次に、物体を取り除き、スクリーンを $b = 20$  cmの位置に置く。図の左側から、光軸に平行な光線を、レンズ1を通してスクリーン上に投影したところ、図4のように光線がスクリーン上の一点に集まった。

(f)  $f$ は、何 cm であるか答えよ。

次に、スクリーンを移動させて $b = 24$  cmの位置に置いたところ、光線は図5のようにスクリーン上の一点には集まらなかった。

そこで、レンズ1の場所は動かさずに、薄いレンズ2をレンズ1から左側に20 cm離れた位置に、光軸を一致させるようにして設置して、光線がスクリーン上の一点に集まるようにしたい。

(g) レンズ2は凹レンズであるか、凸レンズであるか、正しい方を丸で囲め。

(h) レンズ2の焦点距離は何 cm である必要があるか答えよ。

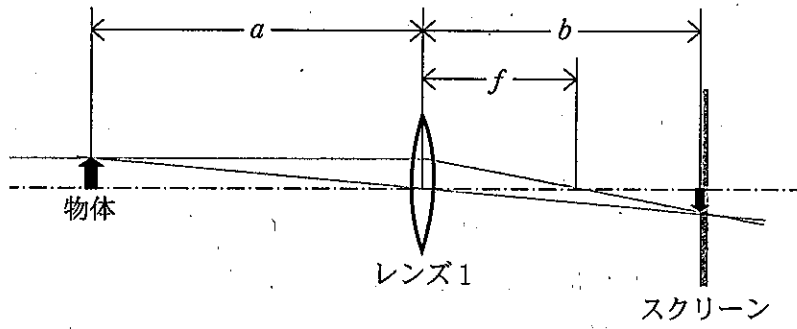


図 3

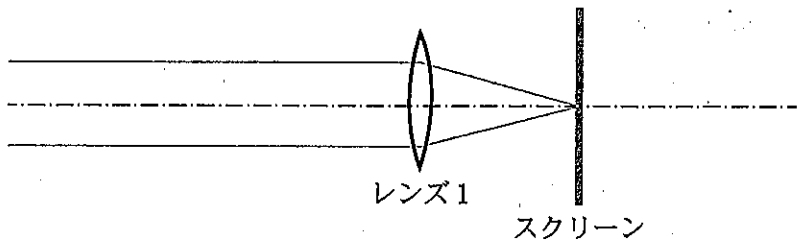


図 4

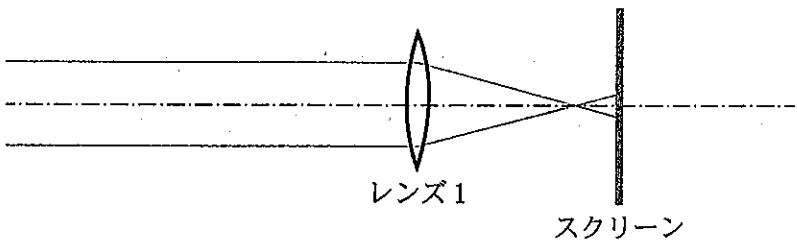


図 5

4 次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

I  $n$  [mol] の理想気体（以下、気体という）を、なめらかに動くピストンを持つシリンダー内に閉じこめている。図1のように、この気体の圧力と体積を、状態  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  の順序で、1 サイクルの変化をさせた。 $A \rightarrow B$  では  $p_A = p_B$  の等圧変化により、温度が  $T_A$  [K]、体積が  $V_A$  [m<sup>3</sup>] から、それぞれ  $T_B$  [K]、 $V_B$  [m<sup>3</sup>] に変化した。 $B \rightarrow C$  では断熱膨張により、温度が  $T_B$  [K]、圧力が  $p_B$  [Pa]、体積が  $V_B$  [m<sup>3</sup>] から、それぞれ  $T_C$  [K]、 $p_C$  [Pa]、 $V_C$  [m<sup>3</sup>] に変化した。 $C \rightarrow D$  では  $p_C = p_D$  の等圧変化により、温度が  $T_C$  [K]、体積が  $V_C$  [m<sup>3</sup>] から、それぞれ  $T_D$  [K]、 $V_D$  [m<sup>3</sup>] に変化した。 $D \rightarrow A$  では断熱圧縮により、温度が  $T_D$  [K]、圧力が  $p_D$  [Pa]、体積が  $V_D$  [m<sup>3</sup>] から、それぞれ  $T_A$  [K]、 $p_A$  [Pa]、 $V_A$  [m<sup>3</sup>] に変化した。

出入りする熱量は、気体が外部から熱を吸収する場合を正とする。また仕事は、気体が外部に仕事をする場合を正とする。なお、気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とし、この気体の定積モル比熱を  $C_V$  [J/(mol·K)]、定圧モル比熱を  $C_p$  [J/(mol·K)] とする。

(あ) 状態 A から状態 B に変化する間に気体に吸収される熱量  $Q_{AB}$  [J]、および、このとき気体が外部にする仕事  $W_{AB}$  [J] を、それぞれ、 $n$ 、 $T_A$ 、 $T_B$ 、 $R$ 、 $C_p$  のうち、必要なものを用いて表せ。

(い) 状態 C から状態 D に変化するとき、気体が外部にする仕事  $W_{CD}$  [J] を、 $n$ 、 $T_C$ 、 $T_D$ 、 $R$ 、 $C_p$  のうち、必要なものを用いて表せ。

(5) 状態Bから状態Cに変化するときの内部エネルギーの変化 $\Delta U_{BC}$ (J), および, このとき気体が外部にする仕事 $W_{BC}$ (J)を, それぞれ,  $n, T_B, T_C, R, C_V$ のうち, 必要なものを用いて表せ。

(え) この一連の状態の変化を熱機関と考え, その熱機関の熱効率 $e$ を $T_A, T_B, T_C, T_D$ を用いて表せ。

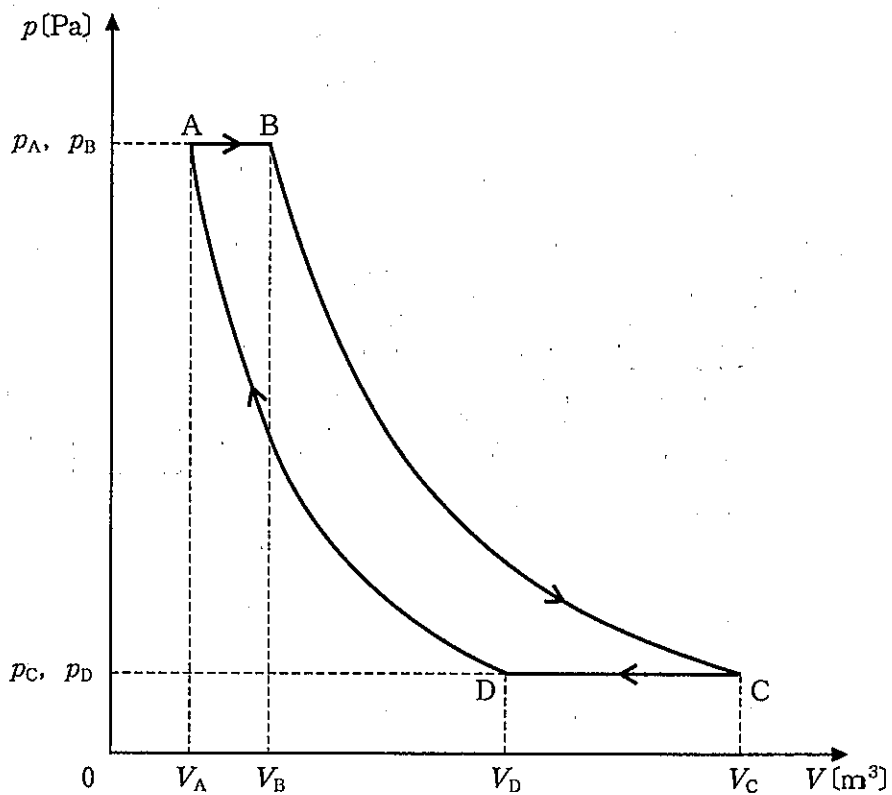


図1

II 陽電子は電子の反粒子であり、質量は電子と等しく、正の電荷をもち、その電荷の大きさは電子の電荷の大きさ、すなわち、電気素量  $e$  と等しい。この陽電子は、ある種の放射性元素の原子核が崩壊し陽子が中性子に変わる際に、原子核からニュートリノとともに放出される。放出された陽電子は電子と衝突すると、ともに消滅して2つの光子が互いに逆向きに放出される。これを対消滅という。

(※) 以下の文章はクォークに関する記述である。□(1) ~ □(6) にあてはまる最も適切なものを【選択肢】の①~⑪から選べ。

核子はクォークとよばれる基本的な粒子3個からできている。核子を構成するクォークは、電荷が  $\frac{2}{3}e$  のアップクォーク  $u$  と電荷が  $-\frac{1}{3}e$  のダウンクォーク  $d$  である。陽子の電荷は □(1) であることから、クォークの組合せは □(2) となる。また、中性子の電荷は □(3) であるので、クォークの組合せは □(4) となる。したがって、陽電子を放出する放射性元素の原子核が崩壊する際は、陽子の中の1個の □(5) が □(6) へと変化し、中性子に変わると考えられる。

- 【選択肢】
- |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| ① $+2e$ | ② $+e$  | ③ $0$   | ④ $-e$  |
| ⑤ $-2e$ | ⑥ $u$   | ⑦ $d$   | ⑧ $uuu$ |
| ⑨ $uud$ | ⑩ $udd$ | ⑪ $ddd$ |         |

(カ) 陽電子1個と電子1個が衝突して対消滅するとき、全質量は光子のエネルギーに変換される。この場合の全部の光子のエネルギー  $E$  [J] を、電子の質量  $m$  [kg]、真空中の光の速さ  $c$  [m/s] を用いて表せ。ただし、陽電子と電子が衝突する際のそれぞれの運動エネルギーは極めて小さく無視できるものとする。



# 化 学

必要があれば、次の値を用いよ。原子量：H = 1.00, C = 12.0, O = 16.0, Br = 80。  
気体はすべて理想気体として取り扱うものとする。

1 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

物質の温度や圧力を変化させていくと、固体、液体、気体の間で状態変化が起きる。気体が液体になる変化を **ア**，液体が固体になる変化を凝固，固体が液体を経ず直接気体になる変化を **イ** という。

物質を加熱すると、熱エネルギーを受け取り、温度上昇が起こる。しかし、純物質が融解や沸騰を始めると、融解や沸騰が終わるまでは加熱し続けても温度は一定に保たれる。一方、純物質の液体を冷却していくと、凝固点より温度が低下しても凝固しないことがある。この状態を **ウ** という。

問1 文章中の **ア** ～ **ウ** に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、その理由を30字以内で答えよ。

問3 次の記述(a)～(i)のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- (a) 気体が液体になるとき、蒸発熱とは異なる熱量が放出される。
- (b) 液体が固体になるとき、融解熱と等しい熱量が吸収される。
- (c) 純物質の凝固点は融点と等しい。
- (d) 氷は液体の水より密度が小さいが、それは、氷が隙間の多い結晶構造をとっているからである。
- (e) 一定温度では、水に塩化ナトリウムを加えても飽和水蒸気圧は変わらない。
- (f) 飽和水蒸気圧のもとでは、液体から気体への水分子の変化は停止する。

- (g) 一般に、粒子を結びつけている力が弱い物質ほど融点や沸点は高くなる。
- (h) 物質を構成している粒子が、規則性をもたずに配列している固体をアモルファス(非晶質)という。
- (i) ケイ素の結晶は、すべてのケイ素原子が正四面体の中心から頂点方向へ共有結合を繰り返した構造をとり、配位数は4である。

問 4 二酸化炭素を冷やすと固体になり、ドライアイスができる。このとき、分子を1つの粒子のように見た場合、二酸化炭素分子は面心立方格子の配置となる。次の(1)と(2)に答えよ。

- (1) ドライアイス中の二酸化炭素の分子間にはたらく力(分子間力)の具体的な名称を答えよ。
- (2) 単位格子の一辺の長さを  $a$ (cm)、アボガドロ数を  $N_A$ (/mol)としたとき、ドライアイスの密度  $[g/cm^3]$  を  $a$  と  $N_A$  を用いて答えよ。

問 5 常温・常圧で液体の単体を2つ、元素記号で答えよ。

問 6 メタンと一酸化炭素と水素との混合気体が90.0 mLある。これに酸素200 mLを加えて完全燃焼させたところ、体積が148 mLになった。燃焼後の気体を水酸化カルシウム水溶液に通じたら、体積はさらに減少して89.0 mLになった。最初の混合気体中のメタン、一酸化炭素および水素のモル分率を求めよ。解答欄には計算の過程を含めて記入し、小数点以下第2位まで求めよ。ただし、体積はすべて25℃、 $1.01 \times 10^5$  Paのもとで測定し、生じた水はすべて液体で、その体積は無視できるものとする。また、メタン、一酸化炭素、水素および酸素は、水酸化カルシウム水溶液に溶解しないものとする。

2 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

化学の授業で化学反応の速さについて学習したAさんとBさんは、課題研究の時間に過酸化水素の分解反応の実験を行った。室温の20℃と同じ温度の水槽の中で3.0%(質量パーセント濃度)の過酸化水素水10.0 mLと0.1 mol/Lの鉄ミョウバン $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 水溶液2.0 mLとを二又試験管に入れ、水槽に浸したまま2液を混合し図1に示すような気体発生量を測定する装置を用いて、発生した酸素が20 mL, 40 mL, 60 mL, 80 mL たまるまでの時間をそれぞれ測定した。その結果を表1のようにまとめた。表1にはあらかじめ過酸化水素のモル濃度、過酸化水素の平均のモル濃度、過酸化水素の減少モル濃度、過酸化水素の減少にかかった時間、および過酸化水素の平均の反応速度を記載する欄を設けておいた。また、AさんとBさんは、この日の大気圧が $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ であること、実験に使用した溶液はどれも密度を1.00 g/mLとして扱ってよいこと、溶液の混合による体積変化と気体の発生に伴う反応溶液の体積変化は無視できること、および発生した酸素が図1の装置内の水に溶ける量は無視できることを確認していた。

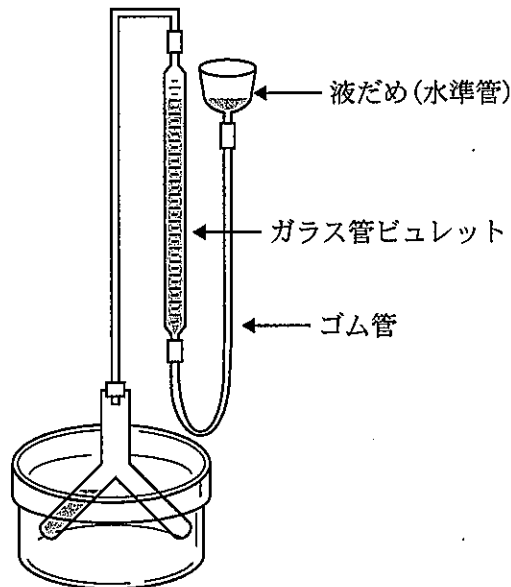


図1 気体発生量を測定する装置

表1 気体の発生量と発生に要した時間

発生体積[mL]	0	20	40	60	80
発生に要した時間[s]	0	27	60	105	175
過酸化水素のモル濃度[mol/L]	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	0.18
過酸化水素の平均のモル濃度[mol/L]					
過酸化水素の減少モル濃度[mol/L]					
過酸化水素の減少にかかった時間[s]					
過酸化水素の平均の反応速度 [ $\times 10^{-3}$ mol/L $\cdot$ s]	(オ)	(カ)	(キ)	(ク)	

以下は、AさんとBさんの会話である。

A：実験は、上手く行ったみたいだね。鉄ミョウバンは、ちゃんと溶けて溶液全体にわたって触媒の役割を果たしてくれたようだね。<sup>①</sup>

B：そうね。20℃というそれほど高い温度でなくても比較的短い時間で反応が進んだみたいね。よかったわ。<sup>②</sup>

A：それに先生が貸してくれた気体発生量を測定する装置は便利だね。ガラス管ピュレットの値の変化が発生した気体の体積として直接読み取れるからね。

B：そうね。でも、この装置の扱いで1つだけ注意しなければならないことがあったわ。<sup>③</sup>

A：仕方ないさ。大気圧下での正確な気体の発生量を知るためだからね。さて、記録した測定結果から、過酸化水素のモル濃度が時間の変化にともなってどのように変化したのか調べてみよう。

B：それなら、まず両液を混合した直後のモル濃度(ア)を私が計算してみるわ。<sup>④</sup>

Aさんは、気体が20 mL発生した毎のモル濃度を計算してみて。気体の体積は、温度で変化するから気をつけてね。

A：了解。

A：僕のほうは、(イ)～(エ)と最後は0.18 mol/Lになったよ。

B：この結果を見ると、過酸化水素のモル濃度の減少にともなって気体が<sup>⑤</sup>  
(問題は、次ページに続く。)

20 mL 発生するのにかかる時間がだんだん長くなっているわね。

A：そうだね。それなら、反応物のモル濃度の減少量をその反応時間で割って単位時間あたりの反応の速さ、つまり過酸化水素の分解速度を求めてみよう。

B：そうね。各時間の過酸化水素のモル濃度はわかっているから、例えば(イ)と(ウ)の濃度の差をかかった時間で割ればいいわね。簡単だから、私が計算するわ。

A：ありがとう。それなら僕は、そのかかった時間における過酸化水素の平均のモル濃度を求めるよ。この過酸化水素の平均のモル濃度に対して過酸化水素の平均の反応速度をグラフにすれば、<sup>⑥</sup>反応物の濃度と反応速度の関係を表した反応速度式を導くことができるね。 (会話は以上)

問 1 文章の下線部①のように溶液に溶けてはたらく触媒を何触媒と呼ぶか。名称を答えよ。

問 2 鉄ミョウバンは触媒としてはたらくが、触媒を加えるとなぜ下線部②のように反応が速く進行するのか。その理由を 25 字以内で記せ。

問 3 文章の下線部③のように B さんが捕集した気体の体積として正確性を保持するために注意して行わなければならなかったことは、ガラス管ビュレットの液面と液だめ(水準管)の液面とを常に一致させておくことであった。もし、B さんが液だめを気体の発生量に応じて動かさず、ガラス管ビュレットの液面より常に高い位置に液だめの液面を保持していたら、発生した気体の体積に対してどのような影響を与えることになるか。与える影響とその理由を記した次の(a)~(e)の記述のうち最も適切なものを 1 つ選び記号で答えよ。

(a) 大気圧下で行われた実験なので発生した気体の体積にあまり影響はない。

(b) ガラス管ビュレットの液面より液だめの液面が高い位置にあると、大気圧に加えてその液面差分の水圧がかかることになるので、正味の体積より大きな値を示すことになる。

(c) ガラス管ビュレットの液面より液だめの液面が高い位置にあると、大気圧からその液面差分の水圧が除かれることになるので、正味の体積より小

小さな値を示すことになる。

(d) ガラス管ビュレットの液面より液だめの液面が高い位置にあると、大気圧に加えてその液面差分の水圧がかかることになるので、正味の体積より小さな値を示すことになる。

(e) ガラス管ビュレットの液面より液だめの液面が高い位置にあると、大気圧からその液面差分の水圧が除かれることになるので、正味の体積より大きな値を示すことになる。

問 4 文章の下線部④の両液を混合した直後のモル濃度(ア)の値を求めよ。解答にあたっては、小数点以下第3位を四捨五入して、小数点以下第2位まで示せ。

問 5 文章の下線部⑤にあるように、過酸化水素のモル濃度が減少すると酸素が発生するのに時間がだんだん長くかかるようになることを説明した下記の文章中の(ケ)～(サ)に最も適する語を下記の語群(a)～(i)から選び、それぞれ記号で答えよ。ただし、同じ語を複数回選択してはいけない。

(説明文)

過酸化水素のモル濃度が減少するということは、(ケ)中の過酸化水素の分子数が減少することを示している。その結果、(コ)あたりの(サ)が減少するため反応速度が小さくなり、同じ発生量に達するのに時間がだんだん長くかかるようになる。

(語群)

(a) 単位面積 (b) 単位体積 (c) 単位時間 (d) 単位長さ (e) 単位質量  
(f) 溶質 (g) 1 mol (h) 衝突回数 (i) 分子数

問 6 文章の下線部⑥のグラフを描くために、解答欄の(オ)～(ク)に過酸化水素の平均の反応速度[ $\times 10^{-3}$  mol/L·s]を計算し、有効数字2桁で示せ。次に、過酸化水素の平均のモル濃度の値に対する過酸化水素の平均の反応速度の値を解答欄のグラフ上にプロットし、点と点の間の関係がわかるようにフリーハンドで構わないので線を引くこと。

3 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

化学反応には、反応に関わる原子の電子密度が大きく変化するものとそうでないものがある。この電子密度の変化をわかりやすく理解するために、酸化数という指標が考案された。

化学反応には、酸と塩基の中和反応のように反応する物質に含まれる原子の酸化数が変化しない反応と、窒素ガスと水素ガスを反応させアンモニアを合成する<sup>①</sup>反応のように反応する物質に含まれる原子の酸化数が変化する反応がある。酸化数が変化する反応では、分子間または同一の分子に含まれる原子間で電子の授受が起きる。電子の授受をともなう酸化と還元は必ず同時に起こり、このような反応を酸化還元反応とよぶ。反応に関わる原子の酸化数の変化から、その原子がどのような化学反応を行うか推察できる場合もある。

実験室で気体を発生させる場合も、反応する物質の間で電子の授受をともなう場合とそうでない場合がある。たとえば、酸化マンガン(IV)などの触媒存在下で過酸化水素から酸素ガスが生じる反応では、一方の過酸化水素の酸素が還元剤としてはたらし、もう一方の過酸化水素の酸素が酸化剤としてはたらくと考えることができる。

冷やした水酸化ナトリウム水溶液に塩素ガスを通じると化合物Aが生成する。<sup>②</sup>化合物Aは、漂白剤や殺菌剤として広く利用されている。化合物Aが生成する反応では、塩素分子の一方の塩素原子は酸化され、もう一方の塩素原子は還元されると考えることができる。

問1 下線部①の反応を化学反応式で記せ。

問2 実験室で気体を発生させる次の(a)～(d)の反応を化学反応式で記せ。

- (a) 塩化ナトリウムに濃硫酸を加え加熱する。
- (b) 銅に濃硫酸を加え加熱する。
- (c) 亜鉛に希硫酸を加える。
- (d) 炭酸水素ナトリウム(重曹)に希塩酸を加える。

問 3 問 2 の反応(a)~(d)の中から，反応する物質の酸化還元をともなう反応をすべて選び，記号で答えよ。

問 4 過酸化水素中の酸素原子と酸素ガス中の酸素原子の酸化数をそれぞれ記せ。

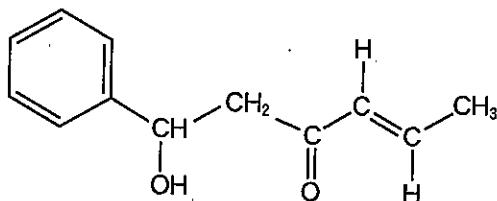
問 5 下線部②の化合物 A が生成する反応を化学反応式で記せ。さらに，化合物 A の名称と化合物 A に含まれる塩素原子の酸化数を記せ。

問 6 化合物 A が漂白剤や殺菌剤として用いられる理由を 20 字以内で記せ。



- 4 次の文章Ⅰおよび文章Ⅱを読み、問1～問5に答えよ。解答を構造式で示す場合には例にならって記せ。

(例)



(文章Ⅰ)

アルコールの分子内脱水反応においては、一般にヒドロキシ基(-OH)が結合している炭素原子の隣の炭素原子のうち、結合している水素原子の数がより少ない炭素原子から水素原子が失われたアルケンの方が生成しやすい。このような経験則をザイツェフの法則という。たとえば、図1に示すように、2-ブタノールの分子内脱水反応では、1番目の炭素原子から水素原子が失われた1-ブテンよりも、3番目の炭素原子から水素原子が失われた2-ブテンの方がより多く生じる。

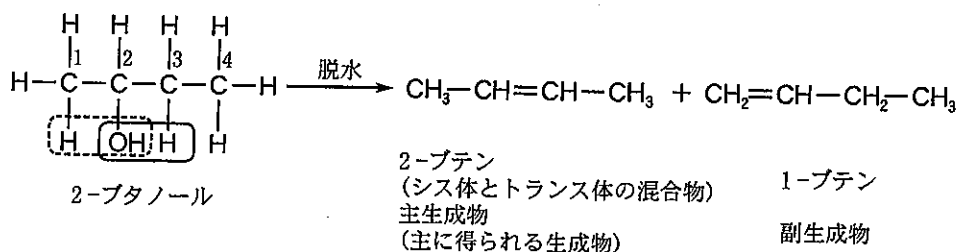


図1 2-ブタノールの分子内脱水反応

化合物A～Dは、いずれもC<sub>5</sub>H<sub>12</sub>Oの分子式をもつ構造異性体の関係にあるアルコールで、これらの化合物の中で化合物AとBだけが、不斉炭素原子をもっている。化合物A～Dそれぞれを酸化した。化合物Dは酸化されにくかった。化合物Aからは、化合物Eが得られ、さらに酸化を続けると、水中で弱酸性を示す化合物に変化した。化合物Eをフェーリング液に加えて加熱すると赤色沈殿を生じた。化合物BとCの酸化により得られた化合物は、いずれもフェーリング液と反応しなかった。次に、化合物B、CおよびDそれぞれに濃硫酸を加えて加熱す

ることにより分子内脱水反応を行った。化合物 B と D からは、主生成物として同じ化合物 F が得られた。一方、化合物 C の分子内脱水反応では、互いにシーストランス異性体(幾何異性体)の関係にある化合物 G と H が生じた。化合物 G の二重結合に対する置換基の配置(空間配置)は、フマル酸の配置と同じであった。

(文章 II)

アニリンは、代表的な芳香族アミンである。ニトロベンゼンにスズと濃塩酸を加えて還元すると、アニリン塩酸塩が生じる。<sup>②</sup>アニリン塩酸塩の水溶液に水酸化ナトリウムの水溶液を加えると、油状のアニリンが遊離する。アニリンに無水酢酸を作用させて **ア** 化すると、かつて解熱剤として使用されていた **イ** が生じる。アニリンは酸化されやすい物質であり、**ウ** の水溶液を加えると、赤紫色を呈し、ニクロム酸カリウム硫酸酸性溶液を加えると、**エ** とよばれる水に溶けにくい染料に変化する。

アニリンの希塩酸溶液に 0～5℃で亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、**オ** が生じる。**オ** の水溶液にナトリウムフェノキシドを加えると、橙赤色のアゾ化合物の一種を生じる。<sup>③</sup>芳香族アゾ化合物は、黄色や橙色、赤色の化合物であり、染料や顔料として用いられる。

問 1 文章 I に関して、 $C_5H_{12}O$  の分子式をもつアルコールには、全部で 8 種類の構造異性体がある。化合物 A～G の構造式を示せ。ただし、ヒドロキシ基をもつ化合物の脱水反応はすべてザイツェフの法則に従うものとする。なお、鏡像異性体(光学異性体)は区別する必要はない。

問 2 文章 I 中の下線部①の赤色沈殿の化合物を化学式で記せ。

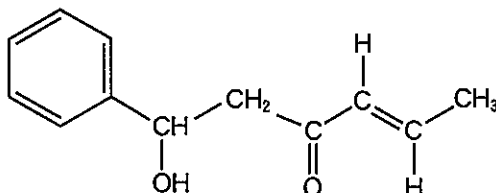
問 3 文章 II 中の **ア** ～ **オ** に入る適切な語句を記せ。

問 4 文章 II 中の下線部②の反応式を記せ。

問 5 文章 II 中の下線部③の反応式を記せ。

- 5 次の文章Ⅰおよび文章Ⅱを読み、問1～問6に答えよ。解答で構造式を示す場合には例にならって記せ。

(例)



(文章Ⅰ)


ゴムノキの樹皮を傷つけると、ア とよばれる乳白色の粘性のある樹液が採取される。このア にギ酸や酢酸などの有機酸を加えて凝固させ、乾燥させることで天然ゴムが得られる。天然ゴムの主成分はイ が付加重合したシス形ポリイ であり、特有の弾性を示す。天然ゴムに硫黄を加えて加熱すると、ゴム分子どうしを結びつけた構造(架橋構造)を形成し、弾性が大きくなり、化学的にも機械的にも強くなる。この操作をウ といい、生じたゴムを弾性ゴムという。

一方、イ やそれに似た分子構造をもつ化合物を付加重合させると合成ゴムが得られる。例えば、2-クロロ-1,3-ブタジエン(クロロプレン)を付加重合させるとポリクロロプレン(クロロプレンゴム)が得られる。また、共重合で生じるものもあり、スチレンとブタジエンを共重合させると、スチレン-ブタジエン<sup>①</sup>ゴム(SBR)が得られる。

(文章Ⅱ)

表1に示す6個の異なるアミノ酸を構成成分とする直鎖状のペプチドXがある。ペプチドXをある酵素で加水分解すると、鏡像異性体(光学異性体)を持たないアミノ酸A、ジペプチドB、トリペプチドCが生じた。ジペプチドBは塩基性アミノ酸を含んでいた。また、ジペプチドBはキサントプロテイン反応<sup>②</sup>を示した。トリペプチドCに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、酢酸で中和後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿<sup>③</sup>を生じた。

表1 ペプチドXを構成するアミノ酸の名称、分子量、等電点および側鎖の構造式

アミノ酸名	分子量	等電点	側鎖 <sup>注)</sup> の構造式
グリシン	75	6.0	H-
アラニン	89	6.0	H <sub>3</sub> C-
チロシン	181	5.7	HO-  -CH <sub>2</sub> -
システイン	121	5.1	HS-CH <sub>2</sub> -
リシン	146	9.7	H <sub>2</sub> N-(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> -
グルタミン酸	147	3.2	HOOC-(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> -

注) 側鎖は、アミノ酸を一般式 R-CH(NH<sub>2</sub>)COOH で表したときの R に相当する。

問1 文章I中の ア ~ ウ に入る適切な語句を記せ。

問2 下線部①で得られたSBRのスチレンとブタジエンの構成単位数の比が1:4であるとき、4.0gのSBRを臭素と完全に反応させると、何gの臭素が消費されるか。ブタジエンの分子量を54、スチレンの分子量を104として計算せよ。ただし、臭素はベンゼン環とは反応せず、また、置換反応も起こらないものとする。解答欄には計算の過程を含めて記入し、有効数字2桁で示せ。

問3 アミノ酸Aについて、次の(1)と(2)に答えよ。

- (1) アミノ酸Aの名称を答えよ。
- (2) アミノ酸Aの水溶液のpHが13のとき、最も多いアミノ酸Aイオンの構造式をアミノ酸の電離状態がわかるように記せ。

問4 ジペプチドBが下線部②の反応を示したのは、あるアミノ酸が含まれているからである。そのアミノ酸の名称を答えよ。

問5 下線部③について、黒色沈殿の化合物を化学式で記せ。

(問題は、次ページに続く。)

問 6 トリペプチド C について、次の(1)と(2)に答えよ。

- (1) トリペプチド C に含まれているすべてのアミノ酸の名称を答えよ。
- (2) 32.1 g のトリペプチド C をエタノールで完全にエステル化したとき何 g の化合物が生じるか答えよ。解答欄には計算の過程を含めて記入し、有効数字 3 桁で示せ。

# 生 物

1 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

ヒトの体は数十兆個の細胞よりできており、上皮細胞、神経細胞、筋細胞など、その種類は  種類にもなるといわれている。細胞には役割に応じてさまざまな形や大きさがある。<sup>①</sup>

生体膜は、 とタンパク質を主成分とする膜であり、核膜や細胞膜をはじめ、多くの細胞小器官に存在する。<sup>②</sup>細胞は、細胞膜によって外界と仕切られており、細胞外から必要な物質を取り込んだり、細胞内の不要な物質を排出したりして、物質の出入りを調節している。<sup>③</sup>細胞膜の二重層は、イオンや親水性の分子などを通過させにくい性質をもっている。これらの物質は、細胞膜に存在する膜タンパク質、チャンネルやポンプを介して細胞に出入りする。

ヒトの細胞を構成する物質の割合としては水が最も多く、水分子は細胞膜の二重層を通過しにくい。そこで、水分子の大部分は、 とよばれるチャンネルの一種を通して細胞膜を通過している。異なる濃度の溶液に細胞を浸すと、水が細胞膜を介して細胞内外を移動し細胞の体積が変化する。ある溶液に細胞を浸した時、水の移動がなく、細胞の体積に変化がみられない場合、その溶液は細胞内液に対して  であるといい、その溶液を  液という。細胞内液と  な食塩水は  とよばれる。ヒトの赤血球を蒸留水に浸すと吸水して赤血球の体積が増し、ついには細胞膜が破れ、ヘモグロビンが放出される。この現象を  という。

細菌などの異物や高分子は、細胞膜が内部に陥入することによって、細胞内に取り込まれる。一方、細胞内の小胞の内容物は、小胞が細胞膜と融合することにより細胞外に放出される。<sup>④</sup>このように、細胞膜の二重層や膜タンパク質を通過できない高分子は、細胞膜の陥入や融合などを介した方法で輸送される。

多細胞生物の細胞は、細胞どうしの直接結合や、細胞と細胞外基質との結合により器官や組織などの構造が形成されるため、細胞接着機構は多細胞体制を形成・維持するうえで欠かせない。<sup>⑤</sup>

問 1 文章中の 1 に最も適当な数字を以下の(ア)~(オ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 20      (イ) 200      (ウ) 2,000      (エ) 20,000      (オ) 200,000

問 2 文章中の 2 ~ 6 に最も適当な語句を記せ。

問 3 下線部①について、以下の図 1 における A ~ D の大きさに最も近い細胞などを、以下の(ア)~(カ)から 1 つ選び、それぞれ記号で答えよ。

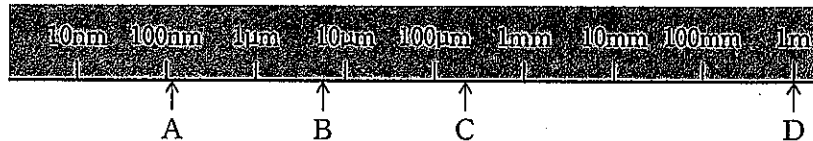


図 1 細胞などの大きさ

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| (ア) インフルエンザウイルス | (イ) ゾウリムシ      |
| (ウ) ダチョウの卵(卵黄)  | (エ) ニワトリの卵(卵黄) |
| (オ) ヒト坐骨神経の神経細胞 | (カ) ヒトの赤血球     |

問 4 下線部②について、以下の問に答えよ。

- (1) 核の外膜表面に多数存在し、核内と細胞質を連絡する穴は何か、その名称を記せ。
- (2) 核の外膜の一部とつながった袋状、管状の構造をもつ細胞小器官は何か、その名称を記せ。

問 5 下線部③について、動物細胞になく植物細胞にみられる、二重の生体膜からなる細胞小器官は何か、その名称を記せ。

問 6 下線部④について、消化酵素やホルモン等の細胞外への分泌に利用されるこの現象は何とよばれているか、その名称を記せ。

問 7 下線部⑤について、以下の問に答えよ。

(1) 細胞接着タンパク質として、カドヘリンが知られている。カドヘリンの機能を調べるために次の実験を行った。複数の組織の細胞を個々の細胞にまで互いに解離させた。その後、複数の組織由来の細胞を混ぜ培養を行った。その結果、同じ組織由来の細胞どうしは接着し、異なる組織由来の細胞どうしは接着しなかった。このような現象が生じた理由を「カドヘリン」と「細胞膜」という2つの語句を用いて、50字以内で説明せよ。

(2) カドヘリン以外の細胞接着タンパク質として、最も適当なものを以下の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えよ。

(ア) ケラチン

(イ) インテグリン

(ウ) クリスタリン

(エ) ミオシン



2 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

近年、遺伝子操作技術の進歩により、目的に応じた遺伝子を細胞や個体に導入することが可能となっている。この遺伝子導入の際、外来の遺伝子を細胞に運ぶ役割を担うものを [ 1 ] とよぶ。[ 1 ] は、遺伝子治療や遺伝子組換え生物の作製に利用される。例えば、アグロバクテリウムやバクテリオファージなどは遺伝子組換え生物の作製に<sup>①</sup>使用される。また、遺伝子組換え技術の発展には、様々な生物の遺伝情報を解読することが重要である。生物のもつ全遺伝情報をゲノムとよぶ。ヒトゲノム計画により、ヒトの染色体中の約30億塩基対にもなるゲノム配列情報の<sup>②</sup>解読が完了した。多くのヒトのゲノム配列情報を解読した結果、同じヒトという種の中でも、個体間でゲノム配列に一定の割合で違いがあることが分かった。このうち、ある一定の範囲の塩基配列中で、一塩基のみに違いがあることを [ 2 ] とよぶ。この状態は、ある生物集団の多数のゲノム配列を調べて、その生物集団全体の中で1%よりも多い割合でそれをもっているという定義により、突然変異とは区別される。

ある種のタンパク質を産生するための遺伝子に突然変異をもち、そのタンパク質が正常に産生されないことで引き起こされる遺伝病の場合、その患者を根本的に治すためには遺伝子治療が有効となる。ADA(adenosine deaminase)欠損症<sup>③</sup>は、リンパ球の発達や生存能力に障害が出ることで免疫不全を引き起こす遺伝病である。1990年の米国において、世界初のレトロウイルス [ 1 ] を利用した遺伝子治療がこのADA欠損症の患者を対象に試みられた。レトロウイルスはRNAをゲノムとしてもつウイルスの1群である。レトロウイルスは、逆転写酵素によってRNAからDNAを合成して宿主のゲノムDNAに遺伝子を組み込むことができる。したがって、レトロウイルスは [ 3 ] の概念にあてはまらない遺伝情報の流れをつくる。患者の血液からリンパ球を取り出し、レトロウイルス [ 1 ] を利用して正常なADA遺伝子をこのリンパ球の核DNAに組み込んだ後、患者の体内に戻した。その結果、患者のリンパ球では正常なADAタンパク質が産生され、患者の免疫機能が回復した。

問 1 文章中の 1 ～ 3 にあてはまる語句を記せ。

問 2 下線部①について、以下の問に答えよ。

(1) 遺伝子組換え植物の作製には、アグロバクテリウムという植物の病原菌が主に利用されている。アグロバクテリウムはプラスミドをもち、そのプラスミドを利用して植物細胞に目的遺伝子を組み込むことができる。この遺伝子導入過程について、「プラスミド」と「目的遺伝子」という 2 つの語句を用いて、50 字以内で説明せよ。

(2) バクテリオファージに関する説明で適当なものを以下の(ア)～(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

(ア) バクテリオファージはウイルスである。

(イ) バクテリオファージは大腸菌に感染する。

(ウ) バクテリオファージはヒト細胞に遺伝子導入できる。

(エ) バクテリオファージの感染様式はトランスジェニックマウスの作製に利用されている。

(オ) バクテリオファージの感染様式は除草剤耐性遺伝子をもつ農作物の作製に利用されている。

問 3 下線部②について、以下の間に答えよ。

(1) ヒトのゲノム中にはタンパク質の情報を含んだ遺伝子はどのくらいあるか、現在分かっているおおよその数を以下の(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 約 5,000                      (イ) 約 20,000                      (ウ) 約 80,000  
(エ) 約 320,000                      (オ) 約 1,280,000

(2) ヒトの細胞は、核以外のある細胞小器官にも DNA を含んでおり、そのゲノム配列情報の解読も既に完了している。その細胞小器官の名称を答えよ。

問 4 遺伝子の DNA 配列情報をもとにしてタンパク質が産生される一連の過程を遺伝子発現という。この遺伝子発現の過程について、以下の間に答えよ。  
なお、mRNA は伝令 RNA を、tRNA は転移 RNA をそれぞれ表す。

(1) 細胞内において、mRNA に結合したリボソームにアミノ酸を運ぶのは tRNA である。この tRNA に含まれている mRNA のコドンに相補的な塩基 3 つの配列を何とよぶか、その名称を答えよ。

(2) 真核生物は、その生物がもつ遺伝子の総数よりも多くの種類の mRNA を合成する。その理由を、「mRNA 前駆体」と「エキソン」という 2 つの語句を用いて、45 字以内で説明せよ。

(3) 転写において、RNA の鋳型として使われる DNA 鎖をアンチセンス鎖、鋳型として使われない DNA 鎖をセンス鎖という。ある RNA 配列の一部が 5' -AUGC-3' であった場合、これに対するアンチセンス鎖とセンス鎖の塩基配列をそれぞれ 5' 末端から記せ。

問 5 下線部③について、以下の問に答えよ。

- (1) ADA 欠損症は常染色体劣性遺伝形式をとる。ADA 遺伝子突然変異をもっているが ADA 欠損症を発症していない両親から生まれた子供は、ある一定の確率で ADA 欠損症を発症することがわかった。その確率を%で答えよ。
  
- (2) mRNA のうち、タンパク質を合成するための開始コドンから終止コドンまでの塩基配列をコード領域とよぶ。遺伝子組換え技術により正常 ADA 遺伝子の mRNA からタンパク質を合成して解析したところ、363 個のアミノ酸から構成されていることがわかった。この正常 ADA 遺伝子の mRNA におけるコード領域の総塩基数はいくつか、その数を記せ。

問 6 遺伝子の突然変異は、タンパク質への翻訳に様々な影響を与える。図 1 は、ある遺伝子の mRNA のうち開始コドンから 21 塩基分の配列を示している。この図 1 の配列に、一塩基置換が起こった結果、以下の(A), (B)のような変化が起こった。それぞれの条件を満たす一塩基置換の場所を図 1 中に記載されている塩基配列上の番号で記せ。その際、表 1 の遺伝暗号表を参考にせよ。

- (A) 図 1 の mRNA 配列に対応する 7 個のアミノ酸配列に、グルタミン酸が含まれるようになった。
- (B) 図 1 の mRNA 配列に終止コドンが生じた。

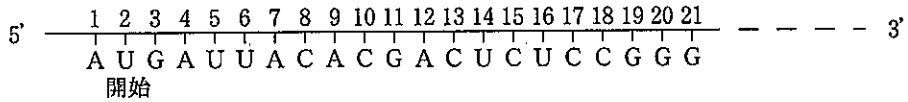


図 1

表 1 遺伝暗号表

1つ目の塩基	2つ目の塩基				3つ目の塩基				
	U	C	A	G					
U	UUU } フェニル UUC } アラニン	UCU } UCC } セリン UCA } UCG }	UAU } チロシン UAC }	UGU } システイン UGC } UGA } 終止 UGG } トリプトファン	U C A G				
	UUA } ロイシン UUG }		UAA } 終止 UAG }						
	C		CUU } CUC } ロイシン CUA } CUG }			CCU } CCC } プロリン CCA } CCG }	CAU } ヒスチジン CAC }	CGU } CGC } アルギニン CGA } CGG }	U C A G
			CAA } グルタミン CAG }						
A		AAU } AUC } イソロイシン AUA } AUG } メチオニン (開始)	ACU } ACC } トレオニン ACA } ACG }	AAU } アスパラギン AAC }	AGU } セリン AGC } AGA } アルギニン AGG }		U C A G		
		AAA } リシン AAG }							
	G	GUU } GUC } バリン GUA } GUG }		GCU } GCC } アラニン GCA } GCG }		GAU } アスパラギン酸 GAC }		GGU } GGC } グリシン GGA } GGG }	U C A G
		GAA } グルタミン酸 GAG }							

3 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

動物の卵は、受精すると活発な細胞分裂をはじめ、発生を開始する。動物の発生初期にみられる体細胞分裂を卵割という。動物の卵では [ 1 ] の生じる側を動物極、反対側を植物極という。ウニや哺乳類などの卵は、卵黄が卵全体に均一に分布することから等黄卵とよばれる。等黄卵では、8細胞期まではほぼ等しい割球を生じる等割がみられる。両生類の卵では、8細胞期になるときに植物極側の割球が動物極側に比べて大きくなる不等割がみられる。

カエルの卵は、卵割が進むと桑実胚を経て胞胚になる。胞胚腔は、動物極に偏った位置に生じる。胞胚期を過ぎると、灰色三日月環の植物極側に [ 2 ] が形成され、そこから陥入が始まり、原腸胚となる。 [ 2 ] によって囲まれた植物極の部分を卵黄栓という。原腸胚期には胚を構成する細胞群が外胚葉、中胚葉、内胚葉の3つの胚葉に分かれる。原腸胚後、 [ 3 ]、尾芽胚を経て幼生(オタマジャクシ)となる。

発生の段階では、細胞の分化だけでなく、特定の時期にある細胞群が自発的に死んでいくことによって器官が形成されることがわかっている。発生段階において、ある段階であらかじめ死ぬように決められている細胞死を [ 4 ] という。たとえば、カエルの変態における尾の衰退も、 [ 4 ] によって引き起こされる生命現象の一つである。 [ 4 ] のうち、アポトーシスとよばれる細胞死は、発生過程や、すでに形成された組織の恒常性の維持に関与している。

このような細胞の増殖と分化のメカニズムは近年、再生医療へと応用されている。通常は、ある器官から取り出した細胞は増殖後もその器官の細胞のままである。しかし、より未分化な細胞はより多様に分化する能力がある。そのような能力に着目して人工的に作製した細胞として、ES細胞やiPS細胞が知られている。

問1 文章中の [ 1 ] ～ [ 4 ] にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問 2 カエルと同じ動物(門)に分類される生物はどれか、以下の(ア)~(ク)からすべてを選び、記号で答えよ。

- (ア) バフンウニ            (イ) ムラサキカイメン    (ウ) センチュウ  
(エ) メダカ                (オ) マダコ                (カ) マウス  
(キ) プラナリア            (ク) イソギンチャク

問 3 下線部①について、カエル卵の不等割が生じる理由について最も適当なものはどれか、以下の(ア)~(エ)から 1 つを選び、記号で答えよ。

- (ア) 卵の植物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。  
(イ) 卵の動物極側に、卵割を妨げる卵黄が多く含まれているため。  
(ウ) 卵の植物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。  
(エ) 卵の動物極側に、卵割を促進する卵黄が多く含まれているため。

問 4 下線部②について、胚葉の形成機構を調べるために、以下に示すような実験をおこなった。アフリカツメガエルの胞胚から動物極側の領域 A と植物極側の領域 B をそれぞれ点線に沿って切り出し、(a)~(d)の異なる条件で培養した。(a)は領域 A のみを培養し、(b)は領域 A と B を接着させ培養した。(c)は領域 A と B の間に薄いビニールシートを挟んで培養し、(d)は領域 A と B の間に「小さな穴の開いたフィルター」を挟んで培養した。領域 A からどのような組織が分化するか観察したところ、図 1 の矢印の下に示した結果を得た。

(1) 図 1 の(a)~(d)の実験結果からわかることを、「分泌」と「低分子」という 2 つの語句を用いて、50 字以内で説明せよ。ここで、「低分子」とは図 1 (d)で用いた「小さな穴の開いたフィルター」を通過することができるサイズの分子のことを指す。

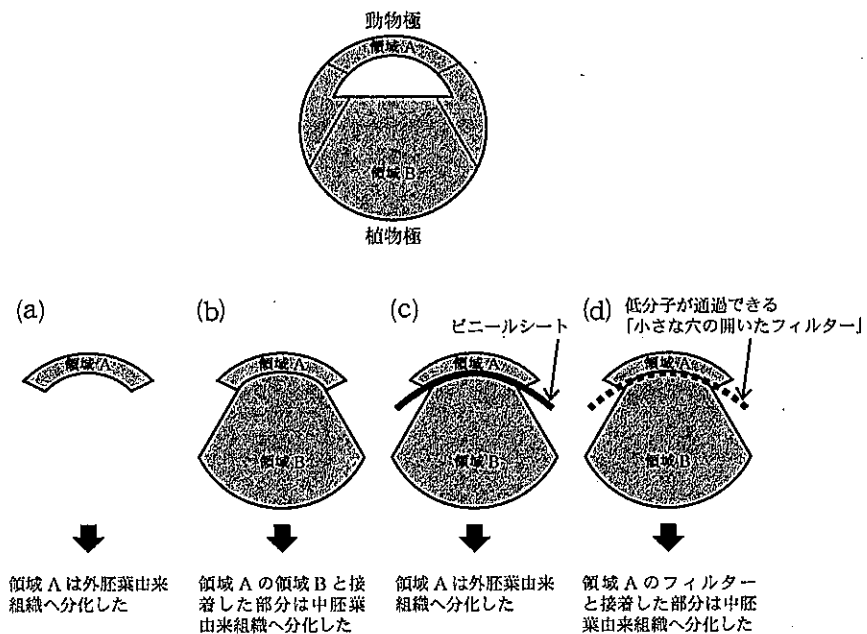


図 1



(2) 領域 B のみを単独で培養すると、領域 B はどのように変化するか、最も適当なものを以下の(ア)~(カ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 領域 B から外胚葉由来組織が分化する。
- (イ) 領域 B から中胚葉由来組織が分化する。
- (ウ) 領域 B から内胚葉由来組織が分化する。
- (エ) 領域 B から外胚葉由来と中胚葉由来組織の両者が分化する。
- (オ) 領域 B から外胚葉由来と内胚葉由来組織の両者が分化する。
- (カ) 領域 B から中胚葉由来と内胚葉由来組織の両者が分化する。

(3) 図 1 (a) に示すように、領域 A を単独培養すると外胚葉由来組織が分化してくる。

この領域 A にヒトのがん細胞の培養液から抽出されたタンパク質 P を加えて培養したところ、領域 A は筋肉、心臓などに分化した。一方、領域 B にタンパク質 P を加えて培養すると、領域 B を単独培養した際と同じ組織が分化した。

このタンパク質 P の作用として、最も適当なものを以下の(ア)~(カ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 領域 A に作用し、外胚葉性の組織や器官への分化を誘導する。
- (イ) 領域 B に作用し、中胚葉性の組織や器官への分化を誘導する。
- (ウ) 領域 A に作用し、内胚葉性の組織や器官への分化を誘導する。
- (エ) 領域 B に作用し、外胚葉性の組織や器官への分化を誘導する。
- (オ) 領域 A に作用し、中胚葉性の組織や器官への分化を誘導する。
- (カ) 領域 B に作用し、内胚葉性の組織や器官への分化を誘導する。

問 5 下線部③について、カエルの尾芽胚の横断面を図 2 に示す。以下の問に答えよ。

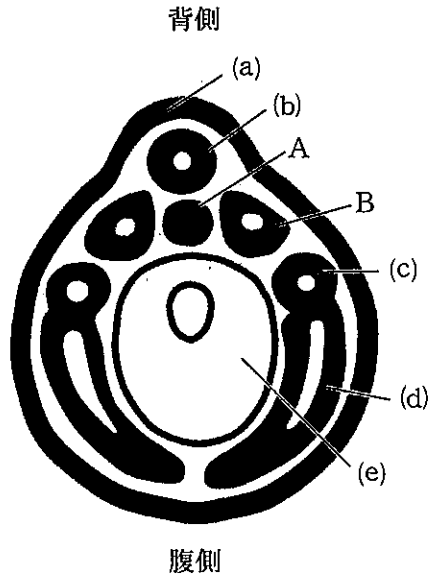


図 2

(1) 図 2 の(a)~(e)の各構造から形成される組織・器官について、最も適切な組み合わせを以下の(ア)~(カ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

図 2 記号	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
(ア)	網膜	脳	肝臓	心臓	すい臓
(イ)	角膜	真皮	腎臓	血管	肝臓
(ウ)	つめ	脊髄	肝臓	血管	腎臓
(エ)	網膜	真皮	腎臓	心臓	すい臓
(オ)	つめ	脳	腎臓	血管	すい臓
(カ)	角膜	脊髄	肝臓	真皮	腎臓

(2) 図 2 の A および B はそれぞれ何か、名称を記せ。

問 6 下線部④について、以下の問に答えよ。

(1) アポトーシスにおける細胞の状態を示すものはどれか、最も適当なものを以下の(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 細胞膜の物理的損傷による破裂 (イ) DNA の修復  
(ウ) 細胞分裂の促進 (エ) 小胞体とゴルジ体の膨張  
(オ) DNA の断片化

(2) アポトーシスを起こした細胞は何によって取り込まれ貪食されるのか、最も適当なものを以下の(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 赤血球 (イ) リンパ球 (ウ) 血しょう  
(エ) マクロファージ (オ) 血小板

問 7 下線部⑤について、iPS細胞の説明として適当なものはどれか、以下の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 体細胞に4種類の遺伝子を導入して作製された。  
(イ) 哺乳類の初期胚内部にある細胞塊より作製された。  
(ウ) がん化する可能性があるため、安全性の確認が課題である。  
(エ) シュペーマンによりイモリ初期原腸胚の実験から発見された。  
(オ) ある個体から取り出した核を、核を除去した未受精卵に移植して作製された。

4 次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

動物は環境から情報を集め、情報に応じた反応をするためのしくみをもっている。情報を刺激として感知するしくみは、眼や耳や鼻などの [ 1 ] が担い、<sup>①</sup> 応答するしくみは筋肉などの [ 2 ] が担う。

<sup>②</sup> ヒトの眼は、角膜、水晶体、ガラス体、網膜などから構成され、単に光の明暗を感じるだけではなく、物体の形や色を感じることができる。網膜に光が当たると、まず網膜に存在する視細胞で電気信号が生じる。この信号は、網膜にある別の神経細胞を介して視神経細胞に受け渡される。視神経細胞から出る軸索は、網膜上の [ 3 ] に集まり、ここで網膜を内から外へと貫いて視神経とよばれる軸索の束になり、視覚的な信号を視覚中枢へ向かって送る。

<sup>③</sup> 眼に入る光の量は虹彩によって調節される。この機能は、虹彩に存在する2種類の筋肉のはたらきによる。輪状に走る筋肉が収縮すると、[ 4 ] が狭くなり、眼に入る光量は減少する。放射状に走る筋肉が収縮すると [ 4 ] が広がり、眼に入る光量は増大する。これにより視細胞が適切に反応できるように光量が調節される。

<sup>④</sup> 眼には水晶体の厚みを変えるしくみがある。水晶体の周囲には [ 5 ] という輪状の筋肉があり、これは [ 6 ] という放射状の構造を介して水晶体を引っ張るようにつながっている。[ 5 ] が弛緩すると、水晶体が [ 6 ] により引っ張られることで薄くなり、[ 5 ] が収縮すると、[ 6 ] は緩み、水晶体は自らの弾性により厚くなる。

網膜に存在する視細胞には、光を効率よく吸収できるようにする視物質が含まれる。視細胞のはたらきにより、網膜の中央部にある黄斑では外界の像の主要部分を捉え、認識することができる。<sup>⑤</sup> さらに、明るい場所から暗い場所へ急に移動すると、最初は何も見えないがやがて見えるようになることができる暗順応とい<sup>⑥</sup>う現象がみられる。

問 1 文章中の 1 と 2 にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問 2 文章中の 3 ~ 6 にあてはまる最も適切な語句を、以下の(ア)~(カ)からそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 視索      (イ) 瞳孔      (ウ) 脈絡膜      (エ) 毛様筋  
(オ) 結膜      (カ) 盲斑      (キ) チン小帯      (ク) 強膜

問 3 下線部①について、眼や耳や鼻などはそれぞれ特定の刺激に対して反応する。この特定の刺激を何とよぶか。その名称を記せ。

問 4 下線部②について、ヒトの眼はカメラに似た構造をとる。カメラのレンズ、フィルムやイメージセンサー、絞りに相当するヒトの視覚器の部位について最も適切な組み合わせを以下の(ア)~(カ)から1つ選び、記号で答えよ。

	レンズ	フィルムや イメージセンサー	絞り
(ア)	ガラス体	虹彩	網膜
(イ)	ガラス体	角膜	虹彩
(ウ)	角膜	網膜	水晶体
(エ)	角膜	虹彩	水晶体
(オ)	水晶体	網膜	虹彩
(カ)	水晶体	角膜	網膜

問 5 下線部③について、図1はヒトの脳の側面を表す。視覚中枢のはたらきを示す部位として、図1の(ア)～(オ)から最も適当なものを1つ選び、記号で答えよ。

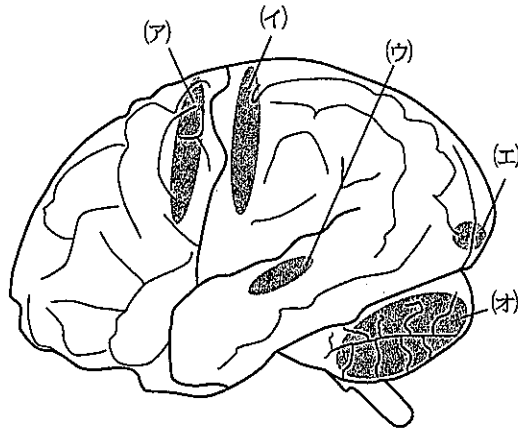


図1

問 6 下線部④について、以下の文を読み、水晶体のしくみについて答えよ。

建造物 10 階(高さ約 30 メートル)の一室で講演会が開催されており、ある 20 歳代青年が、講師の 3 メートル後方で会に参加した。講演会中に、その参加者は自身の講演会資料を熟読した。また講演会終了後には部屋の窓からわずかに小さく見える山(標高約 500 メートル)を眺望した。その参加者の眼の水晶体の厚みは、講演会中の講師を見ていたときの厚さに比べて、講演会資料を熟読したとき(近くを見るとき)と、山を眺望したとき(遠くを見るとき)で、それぞれどのようになるか。最も適当な組み合わせを次ページの(ア)～(キ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

ただし、講演会参加者 20 歳代青年の眼の機能に異常が無いことは確認されている。

	近くを見るとき	遠くを見るとき
(ア)	厚くなる	厚くなる
(イ)	厚くなる	薄くなる
(ウ)	厚くなる	変化しない
(エ)	薄くなる	厚くなる
(オ)	薄くなる	薄くなる
(カ)	薄くなる	変化しない
(キ)	変化しない	変化しない

問 7 下線部⑤について、網膜上の黄斑の部位は、他の部位と比べて物体の細かい形や色彩がより良く見える、という特徴がある。この特徴が生じる理由を、25字以内で説明せよ。

問 8 下線部⑥について、暗順応について眼のはたらきを調べるために、ヒトが明るい場所(明所)から暗い場所(暗所)に移動したときの眼における光の感受性について調べた。図 2 は、ヒトが明所から暗所に移動後、眼に光を当てて、感知できる光の強さについて測定し、ヒトにおける暗順応での網膜の感度変化を示したグラフである。以下の問に答えよ。

- (1) 図 2 の曲線上の点 B から点 C では、暗所での時間経過に依存して、より弱い光でも見えるようになる。この理由について、関与する視細胞名および視物質名をそれぞれ 1 つずつ含め、35 字以内で説明せよ。
- (2) 明所から暗所に移動してから 25 分後、暗順応によって、ヒトの眼が光を感知できる能力は何倍に増加したか、最も適当な数値を以下の(ア)~(オ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

(ア) 1      (イ) 10      (ウ) 100      (エ) 1,000      (オ) 10,000

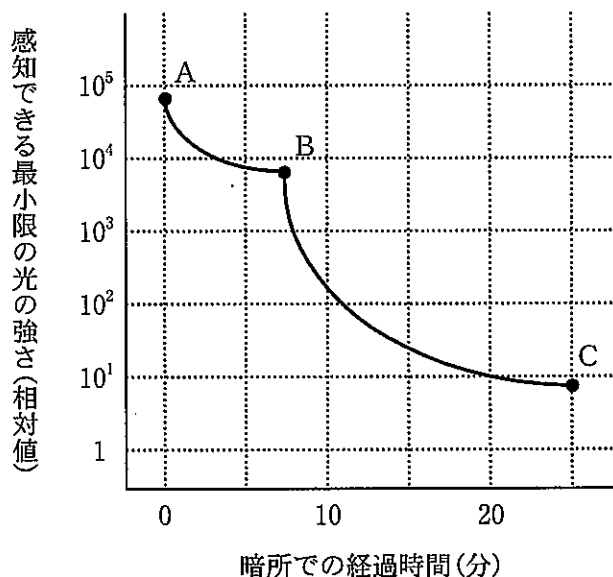


図 2



(3) 明所から暗所に移動したヒトの黄斑にだけ光を当てて、暗順応での網膜の感度変化を調べた。その結果を表す曲線あるいは直線(実線)について、最も適当なグラフを図3の(ア)~(カ)から1つ選び、記号で答えよ。ただし、グラフ中の点線は明所から暗所に移動したヒトの眼全体に光を当てたときの図2と同じ結果を表す。また、測定に用いた光の種類とその強さは、図2と同じである。

感知できる最小限の光の強さ(相対値)

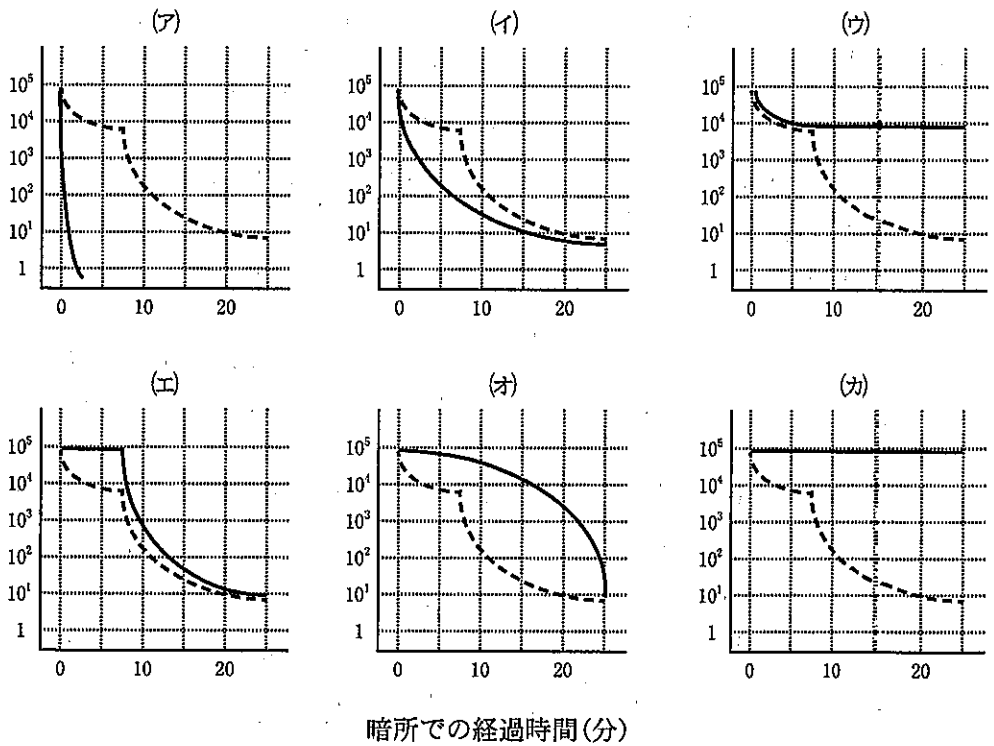


図3

5 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

動物は、同種他個体と集合して、相互に影響を与えながら生活することがある。このような集団を群れとよぶ。シマウマやジュズカケバトなどでみられる群れ<sup>①</sup>での生活は、群れの参加者に様々な利益をもたらすことがある。一方で、同じ資源を消費する個体が集まっているため、が生じることがある。また、群れの個体群密度によってバツタなどは個体の特徴を大きく変化させることがあり、これをとよぶ。例えば、トノサマバツタは個体群密度が低いときには後脚が長く、体長に対し前翅<sup>まえばね</sup>の短いとよばれる飛び跳ねることに適した成虫に成長する。一方で、個体群密度が高くなると、体長に対し前翅が長く体内に多くの脂肪を蓄えた飛翔能力に優れたとよばれる成虫に成長する。

トノサマバツタに限らず様々な昆虫で、多数の個体が集まって共同で生活している場合がある。これらの昆虫の中で、分業がみられるものは社会性昆虫と定義されており、この中で子供を生むメス個体は一般にとよばれている。一方で、や自身の兄弟姉妹の世話、外敵からの防衛を行なう個体は一般にとよばれている。同じような他の個体の繁殖を助けるような行動は、一夫一妻制の鳥類でもみられる。例えば、シジュウカラは前年に生まれた個体が自身の妹や弟の世話をすることがあり、このような利他的な行動をする個体はとよばれている。これらの分業や利他的な行動が進化してきた背景として、共同で暮らしている個体間の遺伝子の共有度合いを示す血縁度<sup>③</sup>の高さが関係しているということが考えられている。これは、一緒に暮らす個体間の血縁度<sup>④</sup>が高く、自身で子供を産まなくても血縁個体の繁殖の手助けを通じて自身の遺伝子を増やすことに成功しているという考えにもとづいている。

問1 文章中の～にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問2 下線部①について、群れに参加することで得られる利益を個体の適応度の観点から2つ、それぞれ15字以内で具体的に述べよ。

問 3 下線部②について、以下の間に答えよ。

(1) 社会性昆虫を以下の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) イエシロアリ      (イ) イナゴ      (ウ) セイヨウミツバチ  
 (エ) モンシロチョウ      (オ) クロオオアリ

(2) 図1は、ある半倍数性を示す社会性昆虫における染色体の遺伝様式を示している。この社会性昆虫においてメス(母親)はオス(父親)の精子を使わずにオス(息子)を産むことができる。そのため、オスが一倍体となる半倍数性を示し、メス(母親)の産んだオス(息子)はメス(母親)がもつ2本の染色体のうちどちらか一方のみを1本だけ受け継いで生まれてくる。また、メス(母親)の産んだ次世代のメス(娘)はメス(母親)がもつ2本の染色体のうちどちらか一方とオス(父親)がもつ1本の染色体を受け継いで生まれてくることになる。

このような社会性昆虫における姉妹間、兄弟間、息子から見た場合の母息子間の血縁度を小数第2位まで記せ。ただし、図1にあるオス(息子)とメス(娘)に受け継がれている染色体では、組換えや突然変異が生じないものとする。また、必ずしも図1にあるような組み合わせになるとは限らない。

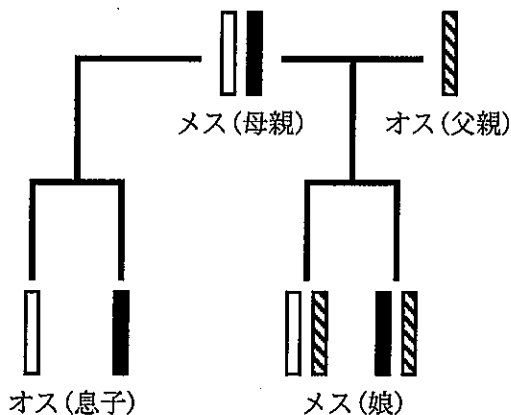


図1 半倍数性を示す社会性昆虫における染色体の遺伝様式

問 4 下線部③について、半倍数性を示す社会性昆虫における母と娘間の血縁度と等しい血縁度を以下の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ライオンの兄弟間の血縁度
- (イ) イヌの祖母と孫間の血縁度
- (ウ) ヒトのいとこ間の血縁度
- (エ) ネコの母子間の血縁度
- (オ) ヒトの姉妹間の血縁度

問 5 下線部④について、自分の子供をどれだけ残せたかではなく、遺伝子をどれだけ残せたかに注目した尺度として最も適当なものを、以下の(ア)~(オ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 遺伝子頻度                      (イ) 類似度                      (ウ) 進化速度
- (エ) 包括適応度                      (オ) 被度

6 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

タンパク質のアミノ酸配列やDNAの塩基配列には、生物の進化の痕跡が残っている。例えば、あるタンパク質のアミノ酸配列を種間で比較すると、近縁種間ではアミノ酸配列の違いが少ないのに対して、類縁関係の遠い種間ではアミノ酸配列の違いが多くなる。これはタンパク質には、種が分かれてからの時間に比例してアミノ酸の置換を蓄積するという性質があるからである。このように、タンパク質やDNAなどの分子に生じる変化は時を刻む時計のように一定の速さで起こることから、分子時計という概念が生まれた。

① ウーズらは分子時計の概念に従って、すべての生物がもつ  の塩基配列を解析することで、生物を  ,  , 真核生物の3つのグループに分けることを提唱した。② 三者は共通の祖先をもち、約38億年前に  は  ・真核生物と分岐し、さらに約24億年前に  と真核生物が分岐した。

の提唱した五界説では、真核生物は  界、植物界、菌界、動物界に分類される。  界は、単細胞生物やからだの構造が簡単な多細胞生物が含まれ、多様性の高い分類群である。その一群である藻類は、③ 光合成をおこなう独立栄養生物のうち、植物を除く真核生物の総称である。動物界には、多細胞で運動性のある従属栄養生物が含まれ、胚葉の分化の違いにより、海綿動物(側生動物)、二胚葉動物、  動物に大別される。このうち  動物には、旧口動物と新口動物の系統がある。

④

問 1 下線部①について、分子時計の概念で説明できる最も適当なものを以下の(ア)～(オ)から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) シロイヌナズナの葉緑体に含まれる DNA 上の遺伝子 A と、シアノバクテリアのゲノム DNA 上の遺伝子 A の塩基配列は類似している。
- (イ) ヒトとウシとサメのヘモグロビン $\alpha$ 鎖のアミノ酸配列を比較すると、ヒトとウシとの間よりもヒトとサメとの間の方が異なるアミノ酸が多い。
- (ウ) ヒト赤血球中のヘモグロビン $\beta$ 鎖のアミノ酸配列は、健常者と鎌状赤血球貧血症患者との間で1箇所異なる。
- (エ) 染色体を構成する DNA の塩基対数は、ヒトとハツカネズミとは異なる。
- (オ) ナメクジウオではホメオティック遺伝子群を1群もつのに対して、マウスでは4群もつ。

問 2 文章中の  ～  にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問 3 下線部②のグループとは、界よりも上位に位置する生物の分類階級のことである。その名称を答えよ。

問 4 文章中の  にあてはまる最も適当な人物名を以下の(ア)～(カ)から選び、記号で答えよ。

- (ア) 下村脩                      (イ) パスツール                      (ウ) マーグリス
- (エ) マリス                      (オ) メセルソン                      (カ) 岡崎令治

問 5 下線部③の藻類を祖先として進化した植物の系統について図1に示す。図1中の(a)~(c)にあてはまる形質として最も適当なものを以下の(ア)~(キ)からそれぞれ選び、記号で答えよ。

- (ア) 葉緑体をもつ
- (イ) 発達した維管束をもつ
- (ウ) クチクラ層をもつ
- (エ) 気孔をもつ
- (オ) 子房を形成する
- (カ) 種子を形成する
- (キ) 遊走子を形成する

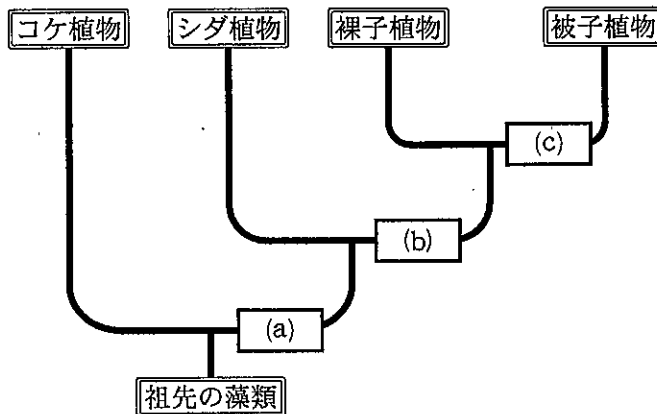


図1 植物の系統

問 6 3種の光合成生物の系統関係を調べるために、光合成色素を薄層クロマトグラフィー(TLC)により分離する以下の実験をおこなった。以下の問に答えよ。

ホウレンソウ、ワカメ、アナアオサを試料として、それぞれ乳鉢に入れ、粉末シリカゲルを加えてすりつぶした。すりつぶした各試料をマイクロチューブに少量とり、0.5 mL のジエチルエーテルを加えてよく振って混合した後、静置した。得られた上澄みを試料抽出液として、毛細管に取り、長さ 10 cm の TLC シートの下端から約 2 cm の位置につけて原点とした。各試料をつけた TLC シートを、下端 1 cm が展開液(石油エーテル：アセトン = 7 : 3)に浸るようにそれぞれ試験管に入れ、ゴム栓をした。展開後、直ちに試験管から TLC シートを取り出したところ、図 2 のような結果が得られた。ただし、展開液、TLC シート、温度はすべて一定の条件下でおこなった。

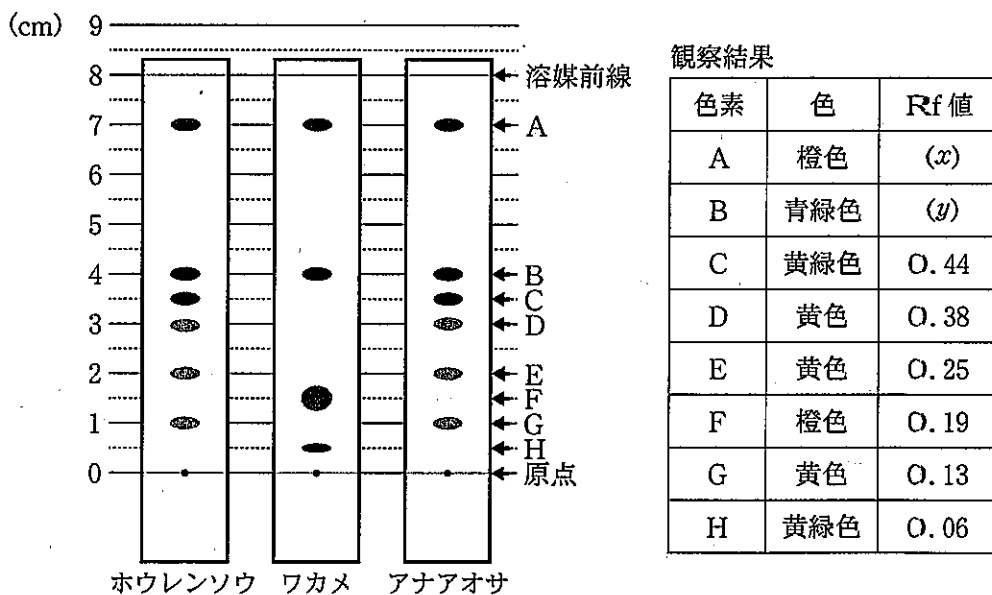


図 2 薄層クロマトグラフィーによる光合成色素の分離と観察結果



(1) 図2の観察結果中の(x)および(y)にあてはまる数値をそれぞれ算出せよ。数値は四捨五入して小数第2位まで記せ。

(2) 試料3種のうちワカメのみに含まれていた光合成色素Fとは何か。その名称を答えよ。ただし、光合成色素Fはキサントフィルの一種である。

(3) アナアオサは以下の(ア)~(オ)のうちどのグループに属するか。最も適切なものを1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) 褐藻類                      (イ) 紅藻類                      (ウ) 緑藻類  
(エ) 渦べん毛藻類              (オ) ケイ藻類

(4) 図2の実験結果からハウレンソウとアナアオサは近縁であると推察されるが、それはなぜか。その理由として最も適当なものを以下の(ア)~(オ)の中から1つ選び、記号で答えよ。

- (ア) カロテンを共にもつから  
(イ) ルテインを共にもたないから  
(ウ) クロロフィルaを共にもたないから  
(エ) クロロフィルbを共にもつから  
(オ) クロロフィルcを共にもつから

問7 下線部④について、新口動物に含まれる種を以下の(ア)~(ク)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) クロイソカイメン    (イ) マボヤ                      (ウ) オワンクラゲ  
(エ) エゾリス              (オ) ミヤマクワガタ    (カ) センチュウ  
(キ) シーラカンス        (ク) アオウミウシ

## 地 学

1 次の文章を読み、下の各問に答えよ。

図1は春のある日の日本付近の地上天気図を示している。図中のLは低気圧、Hは高気圧を意味する。東北地方の東の海上にある低気圧の中心付近に **A** 前線が見られ、その前線から①温暖前線と寒冷前線がそれぞれ南東方向、南西方向に延びている。この時期の日本周辺の天気は、②高気圧と低気圧が交互に通過することで③周期的に変わることが知られている。

④上空の低気圧や高気圧のような渦の周囲を吹く風を **B** 風と呼ぶ。この風は渦の中心と周辺との気圧の差によって生じる **C** 力と地球の自転が影響してはたらく **D** 力と円運動による遠心力がつりあって吹いている。一方、地上では **E** のために低気圧では中心に吹き込むような風向きに、高気圧では中心から吹き出るような風向きになる。

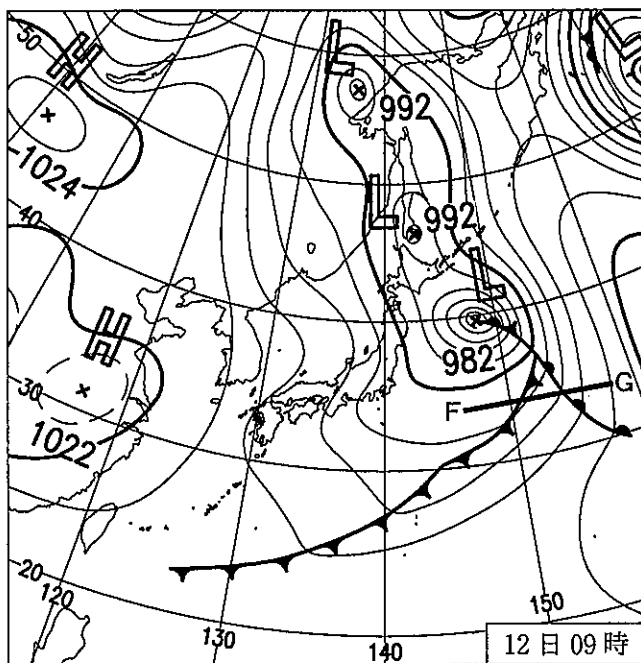


図1

問 1 文中の **A** ～ **E** に適当な語句を入れよ。

問 2 図 1 の F から G への線上での地表から上空までの状況を南側から見てみよう。温暖前線と寒冷前線の高度方向の特徴に注意して、その断面の様子を解答欄に記入せよ。前線名を明記すること。またこれらの前線によって分けられた領域の気温について、相対的に高い領域には「暖」、低い領域には「寒」と記入せよ。

問 3 下線部①に関して、通過前後に激しい雨や雷雨をもたらす可能性が高い前線を答えよ。

問 4 下線部②に関して、図 1 に示されているような高気圧と低気圧の名称を答えよ。

問 5 下線部③に関して、最もふさわしい期間を、次の a～e から 1 つ選び、記号で答えよ。

- a 1～2日      b 4～5日      c 8～10日  
d 12～15日    e 18～20日

問 6 下線部④に関して、北半球における **C** 力と **D** 力と風の向きとして正しいものを図 2 のア～エからそれぞれ 1 つ選び、記号で答えよ。

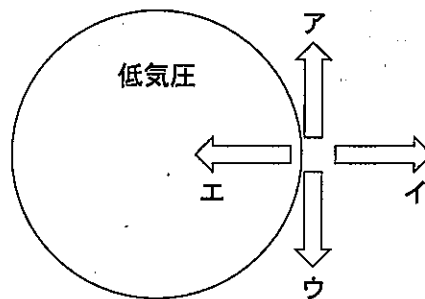
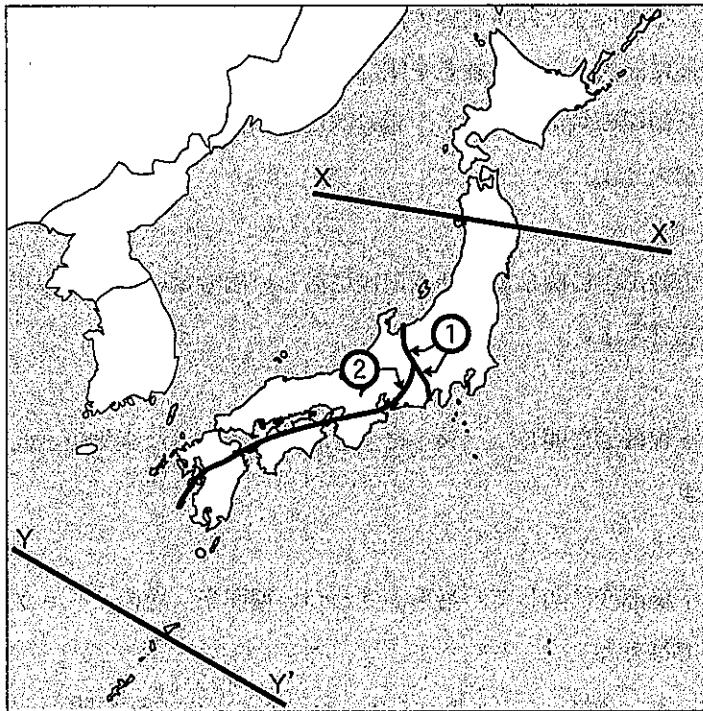


図 2

2

図は日本列島とその周辺の大まかな地質構造を説明するためのものである。この図に関連して、下の各問に答えよ。



問 1 図中の①は東北日本と西南日本を分ける断層である。これに関して、次の各問に答えよ。

- (1) この断層の名称を答えよ。
- (2) 説明文『この断層の東側一帯は規模の大きな地溝帯になっており、周りに比べて  地層が厚く堆積している。』について、次の各問に答えよ。
  - (i) この地溝帯の名称を答えよ。
  - (ii) 空欄に入る最も適切な言葉を次から1つ選び、記号で答えよ。
    - a 新しい時代の
    - b 古い時代の
    - c 石炭を多く含む
    - d フズリナ化石に富んだ

問 2 図中の②は西南日本の内帯と外帯を分ける断層である。この断層の名称を答えよ。

問 3 線分 X-X' の位置で得られる地形・地質断面の説明として正しくないものを、次の a～d のうちから 1 つ選び、記号で答えよ。

- a 1 億 5000 万年前頃、日本海の拡大に伴ってアジア大陸から分かれ、時計回りに回転しておおよそ現在の位置に移動した。
- b 最大水深で比較すると、日本海は太平洋よりも浅い。
- c 日本海側にもプレート境界が存在する可能性がある。
- d 陸上部分にジュラ紀またはそれよりも古い時代の付加体が残されている。

問 4 線分 Y-Y' の位置で得られる地形・地質断面の説明として正しくないものを、次の a～d のうちから 1 つ選び、記号で答えよ。

- a 火山フロントを横切っている。
- b 南西諸島の南東側の海底には大陸棚が広がっている。
- c 南西諸島には新生代の石灰岩や古い時代の付加体の地層が残されている。
- d 南西諸島の北西側縁辺には北東－南西方向に伸びる水深 1000 ～ 2000 m 程度の溝状地形が存在する。

問 5 次の文章を読んで、下の各問に答えよ。

西南日本の外帯に分布する  は、白亜紀から新第三紀にかけて形成された  である。主に砂岩と泥岩の互層からなり、その多くは  によって堆積した地層、すなわち  と考えられている。従来、 が発生する原因には地震に伴う  が想定されることが多かったが、近年の研究により、津波・嵐・洪水など、発生のプロセスは極めて多様であることが分かってきた。陸上で  が担う侵食・運搬・堆積作用を深海底で担っているのが  に他ならない。陸上では、砂ほこりが舞い上がっても砂粒はすぐに地面に落ちてしまい、短い時間で砂煙

は消えてしまう。それに対して、水中では浮力と水の粘性が働くため、ひとたび海中に砂や泥が充満した懸濁が生じると、堆積粒子はなかなか沈降しない。そして、いったん生じた懸濁液は周囲の流体よりも浮遊している堆積物の分だけ密度が高いため、重力の作用により斜面下方へと流れ始める。このようにして流下し懸濁状態から堆積した **エ** には特徴的な堆積構造が残される。この堆積構造はいわば重力の作用の化石であり、地層の上下判定に用いられることがある。

(1) **ア** と **イ** に入る言葉の組み合わせとして最も適切なものを、次の a～d のうちから 1 つ選び、記号で答えよ。

- a ア 飛驒帯 イ 地溝帯
- b ア 飛驒帯 イ 付加体
- c ア 四万十帯 イ 地溝帯
- d ア 四万十帯 イ 付加体

(2) **ウ** と **エ** に入る言葉の組み合わせとして最も適切なものを、次の a～d のうちから 1 つ選び、記号で答えよ。

- a ウ 混濁流 エ タービダイト
- b ウ 混濁流 エ 三角州
- c ウ 土石流 エ タービダイト
- d ウ 土石流 エ 扇状地

(3) **オ** に入る言葉として最も適切なものを、次の a～d のうちから 1 つ選び、記号で答えよ。

- a 液状化
- b 海底地すべり
- c 逆断層
- d 津波

(4) カに入る言葉として最も適切なものを、次のa～dのうちから1つ選び、記号で答えよ。

a 河川

b 地下水

c 氷河

d V字谷

(5) 下線部㊦に関して、地層の上下判定に利用できる堆積構造の例とそれを用いた判定方法を簡潔に説明せよ。

3

次の文章を読み、下の各問に答えよ。

可視光線でみる太陽の表面を光球という。太陽の光球を観測すると、図1のような **ア** と呼ばれる構造が見られる。その大きさは約 1000 km である。 **ア** は、太陽の内部から **イ** によってエネルギーが運ばれるために生じている。

太陽からの光を分光器に通すと、そのスペクトルには多数の吸収線が見られる。これらの吸収線の波長や強さから、太陽大気元素組成を知ることができる。

光球の外側には彩層やコロナがある。コロナでは磁気エネルギーが突然解放されて起こるフレアという現象が見られる。フレアにより彩層の一部も明るく輝く。また、フレアが発生すると、その1日後から数日後に磁気嵐が生じるなど地球にも影響<sup>②</sup>が及ぶことがある。

太陽は、今から約 46 億年前に原始星として誕生した。現在の太陽は主系列星<sup>③</sup>という段階にあり安定に輝いている。今後、約 50 億年から 60 億年後に、太陽は膨張して巨星（赤色巨星）となり、その後、太陽外層のガスが宇宙空間に放出され、中心部分は白色矮星<sup>わいせい</sup>になると考えられている<sup>④</sup>。

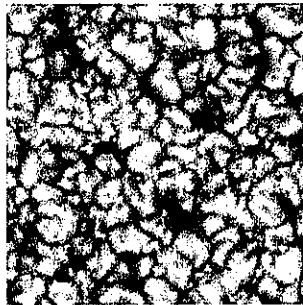


図1 太陽の光球の観測結果

問1 **ア** と **イ** に入る語の組み合わせとして最も適当なものを、次の a～d のうちから1つ選び、記号で答えよ。

	ア	イ
a	黒点	熱伝導
b	黒点	対流
c	粒状斑	熱伝導
d	粒状斑	対流



問 2 下線部①に関して、太陽大気に含まれる元素を原子の数の割合で比較したとき、最も多い元素名と、2番目に多い元素名をそれぞれ答えよ。

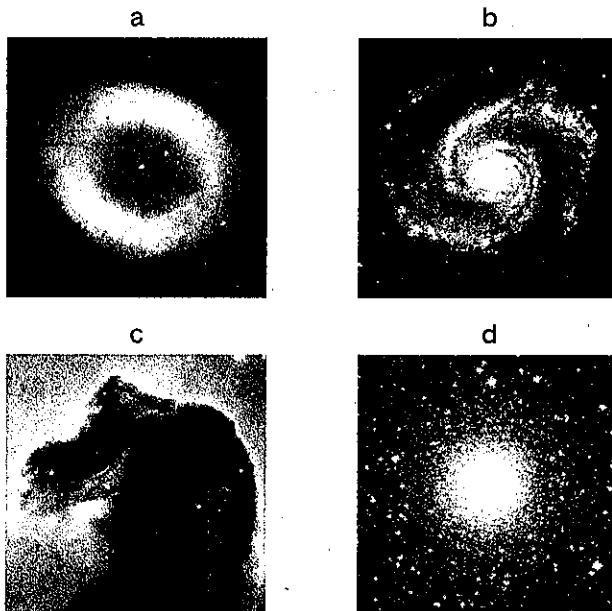
問 3 下線部②に関して、磁気嵐が生じる原因について、フレア発生との関係で述べた文として最も適当なものを、次の a～d のうちから1つ選び、記号で答えよ。

- a フレア発生に伴い、地磁気が逆転した結果生じる。
- b フレア発生に伴い、オーロラが出現した結果生じる。
- c フレア発生に伴い、強い X 線や紫外線が地球に到達した結果生じる。
- d フレア発生に伴い、高速で密度の大きい太陽風が地球に到達した結果生じる。

問 4 下線部③に関連して、現在の太陽を輝かせているエネルギー源は何か。

「1」と「4」という数字を両方含めて30字以内で説明せよ。

問 5 下線部④に関連して、放出された太陽の外層は宇宙空間に広がり惑星状星雲を形成すると考えられている。惑星状星雲の画像として最も適当なものを、次の a～d のうちから1つ選び、記号で答えよ。



4 次の文章を読み、下の各問に答えよ。

地球表面は、プレートと呼ばれる十数枚程度の硬い岩盤の層でおおわれていて、その下の流動しやすい **ア** と呼ばれる層の上を滑るように動いている。プレートはそれぞれ別の方向に移動しているため、様々な現象がプレート境界に沿って発生している。

プレート境界にみられる大地形のうち、プレート拡大（生産）境界には **イ** が、プレート沈みこみ（消費）境界には海溝が形成されている。日本列島はプレート沈みこみ境界の近くに位置しており、東日本では、千島海溝、**ウ** 海溝、伊豆・小笠原海溝に沿って **エ** プレートが、西日本では、**オ** トラフと琉球海溝に沿って **カ** プレートが、それぞれ日本列島の下に沈みこんでいる。

これら2種類のプレート境界付近では、どちらも活発な火山活動が起こっている。このうちプレート拡大境界では、地球内部の高温の固体物質が、**キ** があまり低下せずに上昇し、**ク** が低下することでとける。一方、プレート沈みこみ境界では、沈みこむプレートの上面が海水と接していたことで、含水鉱物などの形で多量の水が地下深部にもたらされ、マグマが発生しやすくなる。

地球上にはまた、プレート境界ではないところでも火山活動の活発な地域が存在する。そのような地域を **ケ** と呼ぶ。その例にあたるのがキラウエア火山のある **コ** 島であるが、その西側には、**コ** 島を起点として列になった島々が存在する。

問1 **ア** ~ **コ** に適切な語句を入れよ。

問2 下線部①に関して、多量の水が地下深部にもたらされることでマグマが発生しやすくなるしくみを60字以内で説明せよ。

問3 下線部②に関して、この列になった島々はどのようにしてできたものか、80字以内で説明せよ。