

# 令和4年度入学試験問題

## 理 科

	ページ
物 理	1～16
化 学	17～31
生 物	32～49
地 学	50～60

### 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，なめらかな斜面上の水平面からの高さ  $h_0$  [m] の位置に質量  $m$  [kg] の小球 A を手で押さえて静止させ，なめらかな水平面上に置かれた軽いばねを自然長  $x_0$  [m] から  $x$  [m] ( $x < x_0$ ) だけ縮めた位置で，質量  $m$  [kg] の小球 B を手で押さえて静止させている。ばねの右端は壁に固定され，左端には軽い板がつながっており，小球 B は板から離れることができる。それぞれ静かに手をはなしたところ小球 A は斜面を動き始め，小球 B は板を離れて移動し，水平面上で2つの小球が衝突した。なお，ばねのばね定数を  $k$  [N/m]，重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし，2つの小球の反発係数（はねかえり係数）を  $e$  ( $0 < e < 1$ ) とする。水平面上での速度の向きは，すべて図1の右向きを正とする。

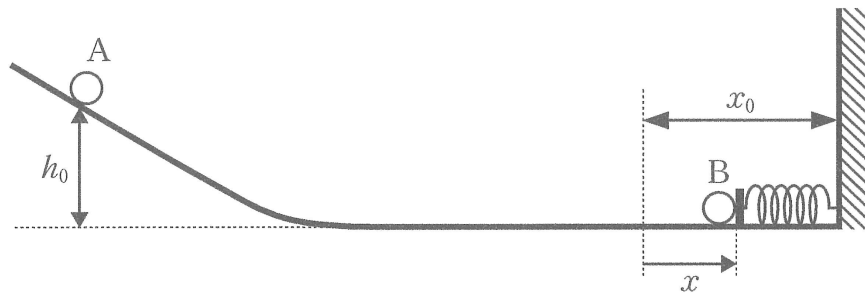


図1

(1) A と B が衝突する直前の A の速度  $v_{A1}$  [m/s] を,  $m, h_0, g$  のうち, 必要なものを用いて表せ。

(2) A と B が衝突する直前の B の速度  $v_{B1}$  [m/s] を,  $m, k, x_0, x, g$  のうち, 必要なものを用いて表せ。

A と B が衝突した直後, A の速度が  $v_{A1}$  から  $v_{A2}$  [m/s] に, B の速度が  $v_{B1}$  から  $v_{B2}$  [m/s] に変化した。

(3)  $v_{A2}$  と  $v_{B2}$  を, それぞれ,  $v_{A1}, v_{B1}, e$  を用いて表せ。

(4) 衝突後の A と B が互いに逆向きに移動するための  $x$  の範囲を,  $m, h_0, k, x_0, g, e$  のうち, 必要なものを用いて表せ。

A と B の衝突後, A が斜面に向かって移動し, 水平面からの高さ  $h_1$  [m] まで到達した。

(5)  $h_1 > h_0$  となる  $x$  の条件を,  $m, h_0, k, x_0, g, e$  のうち, 必要なものを用いて, 不等式で表せ。

II 図2のように、質量  $m$  [kg] の自動車がある。地面から重心  $G$  までの高さを  $H$  [m]、左右のタイヤの間隔を  $L$  [m]、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。ただし、自動車は剛体でタイヤの幅は無視できるほど小さい。

(6) この自動車を図3のように傾斜角  $\theta$  [rad] の平らで粗い斜面上に置いた。自動車のタイヤは摩擦が十分に大きく、滑らない。このとき、A 点を中心に自動車が横転を始めるときの  $\tan \theta$  の条件を、 $m$ 、 $H$ 、 $L$  のうち必要なものを用いて、不等式で示せ。

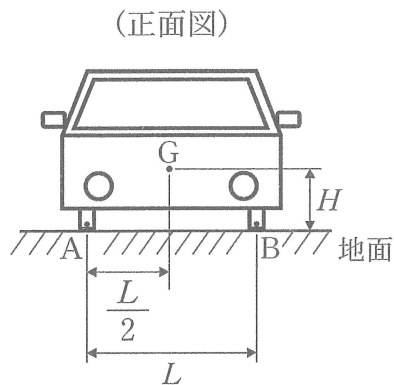


図2

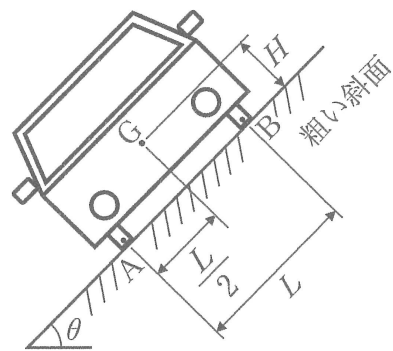


図3

(7) 2016年の熊本地震では水平方向と鉛直方向で大きな加速度が生じ、転倒している自動車が多数見られた。ここでは、地震時の地盤の揺れによって図4のように水平方向のみにはたらく一定の加速度（水平加速度）が自動車に生じるものとして考える。水平加速度の大きさを  $a$  [m/s<sup>2</sup>] とする。 $a$  がある値  $a_{\min}$  を超えると自動車が横転を始める。このときの  $a_{\min}$  を求めよ。ただし、自動車が滑らずに A 点を中心に横転するものとする。

(8) 前問(7)で、重心  $G$  の位置が中心ではなく、図 5 に示すように、中心から水平方向に  $x$  [m] の距離だけ左にずれた場合について考える。このときに、重心の水平方向のずれが自動車の横転にどのように影響するのかを考える。次の事項について答えよ。なお、水平加速度の方向は、右または左のいずれの向きにも生じるものとする。

(i) 自動車が反時計回りに横転を始めるときの最小の水平加速度の大きさ  $a_L$  と、時計回りに横転を始めるときの最小の水平加速度の大きさ  $a_R$  の比  $\frac{a_L}{a_R}$  を、 $x$  の関数として表せ。

(ii) 自動車が最も横転しにくくなる  $x$  の条件とその根拠を答えよ。

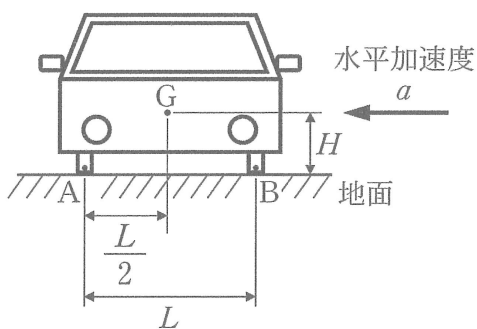


図 4

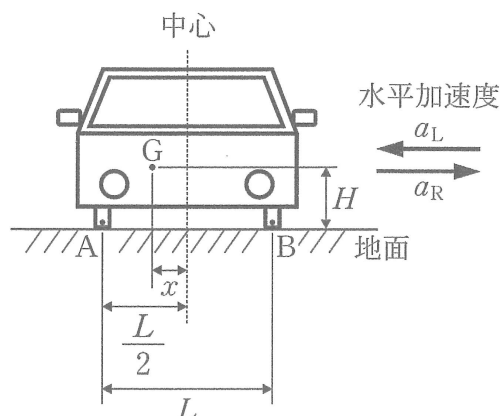


図 5

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12 Vの電池Eと、抵抗値がそれぞれ、 $6.0\ \Omega$ 、 $6.0\ \Omega$ 、 $3.0\ \Omega$ である抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ と、抵抗値が0ではない抵抗 $R_x$ と、ダイオードDからなる回路がある。電位は高い方を正とし、電流は図に示した矢印の方向を正とする。ダイオードは、順方向に電圧が加わったとき電流を流し、そのときの抵抗値は0である。また、逆方向の電圧に対してはまったく電流を流さないものとする。なお、解答の数値は有効数字2桁で示せ。

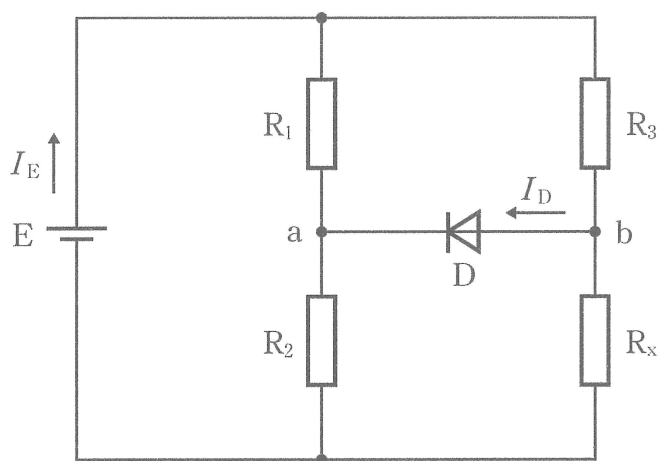


図1

$R_x$  の抵抗値が  $1.0 \Omega$  であったとき,

(ア) a 点を基準とした b 点の電位  $V[V]$  を, 符号も考慮して求めよ。

(イ) 電池 E から流れ出る電流  $I_E[A]$  を求めよ。

$R_x$  の抵抗値が可変であったとき,

(ウ)  $R_x$  の抵抗値を  $r[\Omega]$  として, D に電流が流れない  $r$  の範囲を示せ。

$R_x$  の抵抗値が  $12 \Omega$  であったとき,

(エ) D に流れる電流  $I_D[A]$  を求めよ。

II 図2のように、一辺の長さが  $L$  [m] の正方形の回路が  $xy$  平面上に配置してあり、その回路は抵抗値が  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗  $R$  と導線から構成されている。 $x$  が正の領域（斜線の領域）には、磁束密度  $B$  [T] の磁場（磁界）が一様に存在しており、その向きは  $z$  軸の正の向きである。この正方形の回路を一定の速さ  $v$  [m/s] で  $x$  軸の正の向きに移動させる。時刻を  $t$  [s] とし、回路の辺  $bc$  が  $y$  軸（ $x = 0$ ）に到達した時刻を  $t = 0$  とする。また、誘導電流により発生する磁場は、磁束密度  $B$  の磁場と比べて十分小さいものとする。

以降の問に  $L$ ,  $v$ ,  $R$ ,  $C$ ,  $B$  のうち、必要なものを用いて答えよ。

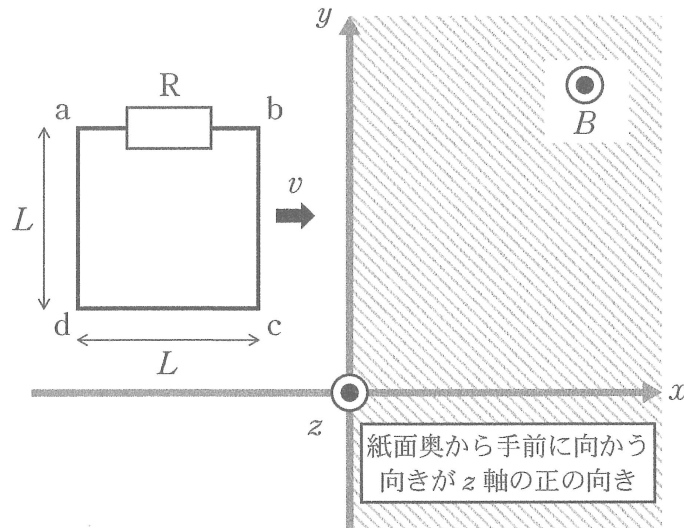


図2



(オ)  $0 < t < \frac{L}{v}$  の間に R を流れる誘導電流の大きさと、その向きを答えよ。

(カ) 誘導電流が流れると回路は磁場から力を受ける。 $0 < t < \frac{L}{v}$  の間に、辺 bc が磁束密度  $B$  の磁場から受ける力の大きさと、その向きを答えよ。

次に、図 3 のように、回路の辺 cd の間に電気容量  $C$  [F] のコンデンサー C を加え、図 2 のときと同様に回路を一定の速さ  $v$  [m/s] で  $x$  軸の正の向きに移動させた。

(キ) 回路の辺 bc が  $y$  軸に到達した時刻 ( $t = 0$ ) から  $t_1$  [s] 経過後、回路を流れる電流の時間変化がなくなった。このとき、R を流れる電流の大きさを答えよ。ただし、 $0 < t_1 < \frac{L}{v}$  である。

(ク)  $t = \frac{L}{v}$  に回路の辺 ad が  $y$  軸に到達した後も、そのまま回路の移動を十分な時間続けた。 $t = \frac{L}{v}$  以降に R で発生したジュール熱を答えよ。

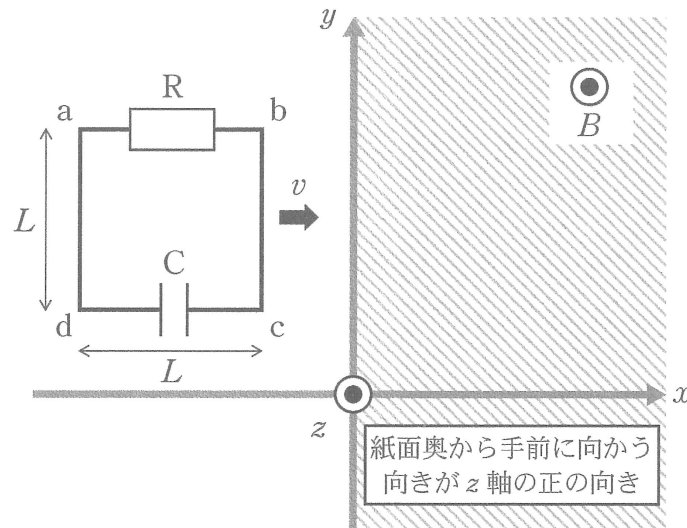


図 3

3

次の文章を読み、以下の各問に答えよ。

- I 図1に示すように、真っすぐな道路上を、音源を備えた車Aと、車Bが、それぞれ、一定の速さで近づき、真横ですれ違い、遠ざかる。車Aと車Bは、一直線上を進んでいると見なせるものとする。車Aは、周波数 $f$ [Hz]の警笛を鳴らしながら、速さ $v_A$ [m/s]で進んでいる。車Bは、速さ $v_B$ [m/s]で進んでいる。音速を $V$ [m/s]とし、 $v_A$ および $v_B$ は $V$ よりも小さく、風は吹いていないものとする。

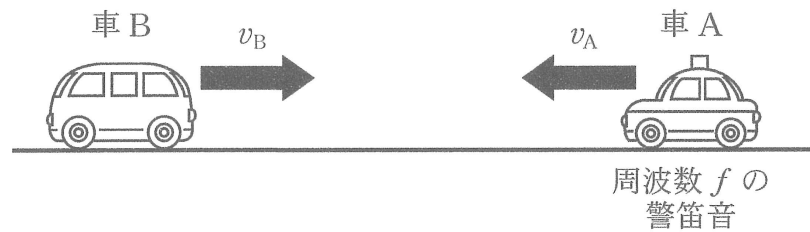


図1

- (a) 音源から発せられた警笛音を、車Aに乗った運転手が観測する場合の、警笛音の波長 $\lambda$ [m]を、 $f$ 、 $v_A$ 、 $v_B$ 、 $V$ のうち、必要なものを用いて表せ。

以降の問題では、車の大きさは考えないものとする。

- (b) 車Aと車Bがすれ違う前に、車Bに乗った運転手が観測する警笛音の周波数 $f_{\text{前}}$ [Hz]を、 $f$ 、 $v_A$ 、 $v_B$ 、 $V$ のうち、必要なものを用いて表せ。
- (c) 車Aと車Bがすれ違った後に、車Bに乗った運転手が観測する警笛音の周波数 $f_{\text{後}}$ [Hz]を、 $f$ 、 $v_A$ 、 $v_B$ 、 $V$ のうち、必要なものを用いて表せ。

つぎに、図2に示すように、車Bを静止させて、車Bに音の反射板を設置した。車Aは警笛を鳴らすのをやめて、一定の速さ $v_A$ で車Bから遠ざかっている。ある時刻 $t_1$ [s]に、車Aの警笛を一瞬だけ鳴らしたところ、その警笛音は車Bの反射板で反射して、時刻 $t_2$ [s]に車Aへ戻ってきた。

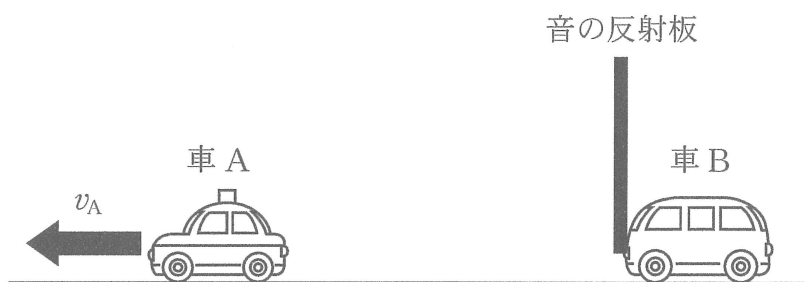


図2

- (d) 時刻 $t_2$ における車Aと車Bの間の距離 $L$ [m]を、 $t_1$ ,  $t_2$ ,  $v_A$ ,  $V$ のうち、必要なものを用いて表せ。

II 図3はケプラー式望遠鏡を模式的に表したものである。この望遠鏡が遠方の物体を拡大する仕組みについて段階的に考えよう。

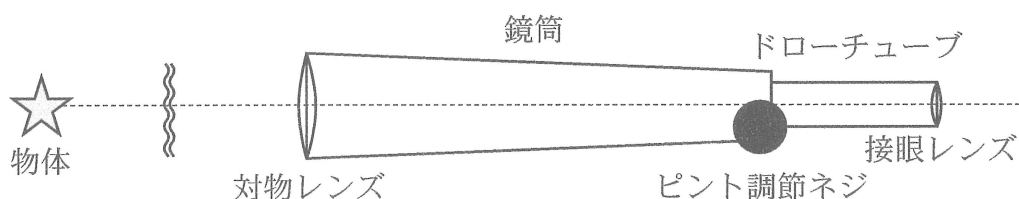


図3

ケプラー式望遠鏡は2つの凸レンズを組み合わせた構造をしている。鏡筒の先端に対物レンズが取り付けられており、ドロートチューブには接眼レンズが取り付けられている。ピント調節ネジを回すとドロートチューブが前後に移動し、対物レンズと接眼レンズの間の距離が変化する。

最初に1枚の凸レンズの役割を考えるため、図4のように、焦点距離  $f_A$  [m] の凸レンズ  $L_A$  の前方  $a$  [m] の位置に物体 X を置いた。なお、物体 X がある側をレンズの前方とし、図中の  $F_A$  はレンズ  $L_A$  の焦点の位置を示す。

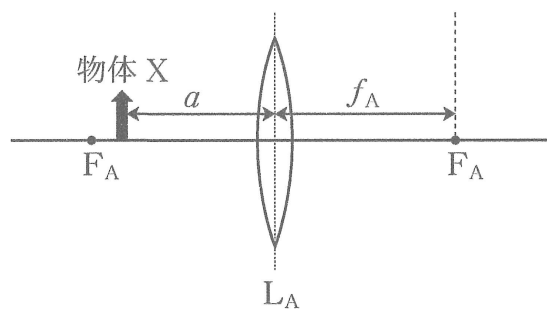


図4

(e)  $0 < a < f_A$  のとき、凸レンズ  $L_A$  の前方には虚像 X が観測される。虚像の倍率を  $M$  としたとき、 $M$  を  $a$  と  $f_A$  を用いて表し、 $a$  と  $M$  の関係をグラフに書け。その際、グラフの形状に留意の上、 $a = \frac{f_A}{2}$  の時の  $M$  の値を書き入れること。

(f)  $f_A < a$  のとき、凸レンズ  $L_A$  の後方に実像  $X'$  が観測される。凸レンズ  $L_A$  から実像  $X'$  までの距離を  $b$  [m] としたとき、 $b$  を  $a$  と  $f_A$  を用いて表せ。

(g) 次の文章の①および②に当てはまる適切な語もしくは語句を記せ。

$a$  が  $f_A$  に対し十分に大きい場合、実像  $X'$  のできる位置は ( ① ) に限りなく近くなり、その大きさは限りなく ( ② ) 。

次に 2 枚の凸レンズを組み合わせたときに起こる現象について考えるため、焦点距離  $f_A$  [m] の凸レンズ  $L_A$  の後方  $l$  [m] の位置に、焦点距離  $f_B$  [m] の凸レンズ  $L_B$  を光軸が一致するように置いた。なお、物体  $X$  は凸レンズ  $L_A$  の前方  $a$  [m] ( $f_A < a$ ) の位置にあるものとする。

(h) 凸レンズ  $L_A$  の後方には物体  $X$  の実像  $X'$  ができる。実像  $X'$  の虚像  $X''$  が凸レンズ  $L_B$  の後方から観察されるための  $l$  の条件を  $a$ ,  $f_A$ ,  $f_B$  を用いて表せ。

(i) 物体  $X$  からの光が図 5 のように凸レンズ  $L_A$  に入射し、実像  $X'$  ができた。図中の  $F_A$ ,  $F_B$  は、それぞれ、レンズ  $L_A$ ,  $L_B$  の焦点の位置を示す。凸レンズ  $L_B$  の後方から観測される虚像  $X''$  を作図せよ。作図はフリーハンドで構わないが、光路の通過点を明示すること。

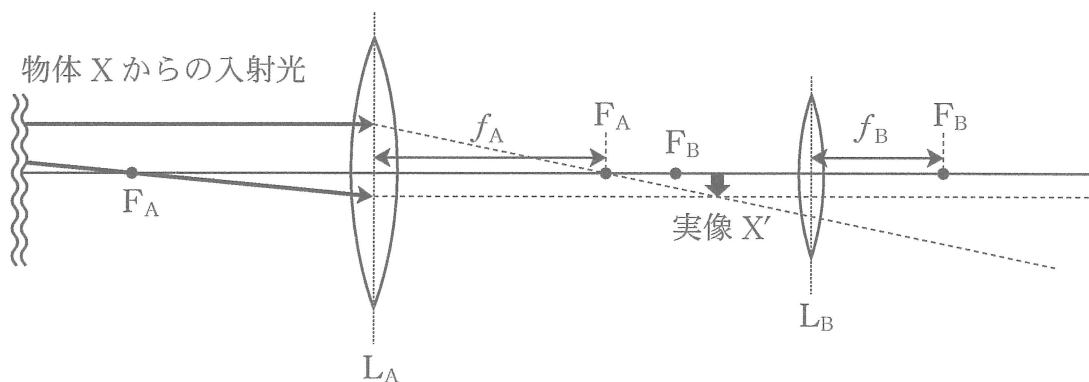


図 5

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  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$  の順序で、1 サイクルの変化をさせた。1  $\rightarrow$  2 では定積変化により、圧力が  $p_1$  [Pa]、温度が  $T_C$  [K] から、それぞれ、 $p_2$  [Pa]、 $T_H$  [K] に変化した。2  $\rightarrow$  3 では温度  $T_H$  [K] の下での等温膨張により、圧力が  $p_2$  [Pa]、体積が  $V_2$  [m<sup>3</sup>] から、それぞれ、 $p_3$  [Pa]、 $V_3$  [m<sup>3</sup>] に変化した。3  $\rightarrow$  4 では定積変化により、圧力が  $p_3$  [Pa]、温度が  $T_H$  [K] から、それぞれ、 $p_4$  [Pa]、 $T_C$  [K] に変化した。4  $\rightarrow$  1 では温度  $T_C$  [K] の下での等温圧縮により、圧力が  $p_4$  [Pa]、体積が  $V_4$  [m<sup>3</sup>] から、それぞれ、 $p_1$  [Pa]、 $V_1$  [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。

(a) 状態1から状態2に変化する間に気体が外部から吸収する熱量  $Q_{12}$  [J]、および、このとき気体が外部にする仕事  $W_{12}$  [J] を、それぞれ、 $n$ 、 $T_C$ 、 $T_H$ 、 $V_1$ 、 $C_V$  のうち、必要なものを用いて表せ。

(i) 状態2から状態3に変化する間に気体が外部から吸収する熱量  $Q_{23}$  [J]、および、このとき気体が外部にする仕事  $W_{23}$  [J] を、それぞれ、 $n$ 、 $T_H$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $C_p$ 、 $R$  のうち、必要なものを用いて表せ。ただし、図1の曲線2-3と  $V$  軸 ( $p = 0$ ) 上の線分  $V_2$ - $V_3$  との間の面積は、無理数  $e = 2.718\cdots$  を用いて、 $nRT_H \log_e \frac{V_3}{V_2}$  で表される。

(う) 状態 4 から状態 1 に変化する間に気体が外部から吸収する熱量  $Q_{41}$  [J], および気体が外部へする仕事  $W_{41}$  [J] を, それぞれ,  $n, T_C, V_1, V_4, C_p, R$  のうち, 必要なものを用いて表せ。

(え) この 1 サイクルの状態の変化を熱機関と考え, その熱機関の熱効率  $\eta$  を,  $W_{12}, W_{23}, W_{41}, Q_{12}, Q_{23}, Q_{41}$  のうち, 必要なものを用いて表せ。

(お) この熱機関において, 状態 3 から状態 4 に変化する間に気体が外部に放出する熱量を回収してすべて再利用できるとすれば, 1 サイクルあたりに外部から供給される熱量をその分だけ節約することができる。このときの熱効率  $\eta'$  を,  $T_C, T_H, C_v, R$  のうち, 必要なものを用いて表せ。

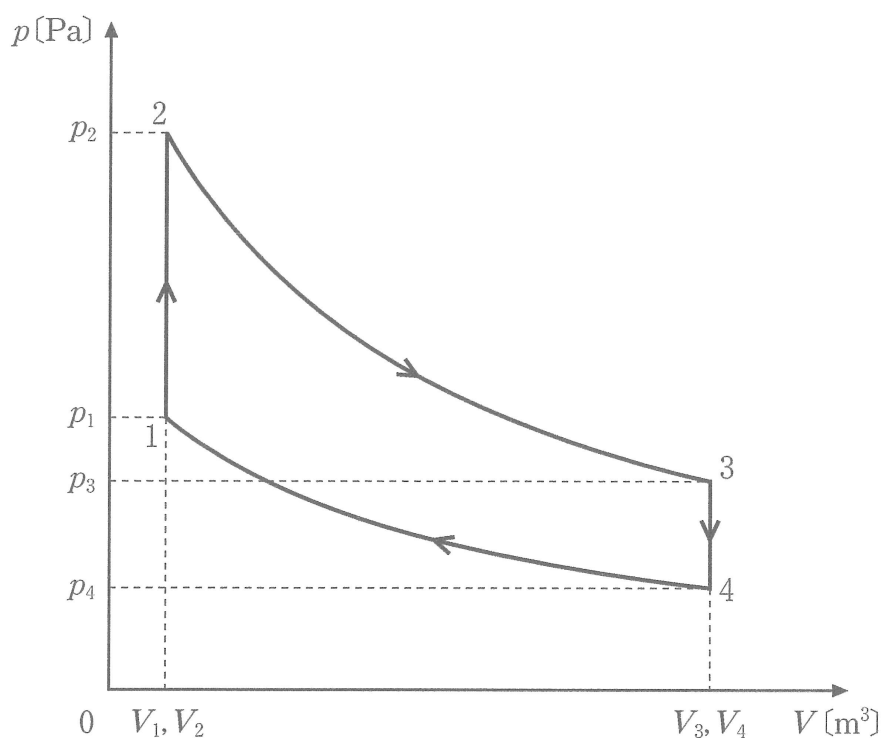


図 1

Ⅱ 放射性崩壊とは、不安定な放射性同位体の原子核（放射性原子核）が放射線を放出して別の原子核に変化する現象である。天然に存在するウランには、 $^{234}\text{U}$ 、 $^{235}\text{U}$ 、 $^{238}\text{U}$  の 3 種類の同位体がある。これらはすべて放射性同位体であり、正電荷の放射線を放出する放射性崩壊(ア) および負電荷の放射線を放出する放射性崩壊(イ) 等を繰り返し、いずれも最終的には安定した鉛の同位体になる。

(か) 文章中の正電荷の放射線を放出する放射性崩壊(ア)、および負電荷の放射線を放出する放射性崩壊(イ) の名称として適切なものを下の【選択肢】の①～③からそれぞれ1つずつ選び記号で答えよ。

【選択肢】 ①  $\alpha$  崩壊      ②  $\beta$  崩壊      ③  $\gamma$  崩壊 ( $\gamma$  線放出)

(き)  $\alpha$  崩壊で放出される  $\alpha$  線、 $\beta$  崩壊で放出される  $\beta$  線、および  $\gamma$  崩壊 ( $\gamma$  線放出) で放出される  $\gamma$  線を比較したとき、電離作用が最も強いのはどれか。また、透過力が最も強いのはどれか。下の【選択肢】の④～⑥からそれぞれ1つずつ選び記号で答えよ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

【選択肢】 ④  $\alpha$  線      ⑤  $\beta$  線      ⑥  $\gamma$  線



- (く)  $^{235}\text{U}$  が放射性崩壊を繰り返し、安定した鉛になる際の鉛の質量数、崩壊(ア) および崩壊(イ) の回数を答えよ。ただし、鉛の質量数については下の【選択肢】から一つ選べ。なお、原子番号はウランが 92、鉛が 82 である。

【選択肢】 204, 205, 206, 207, 208, 209

# 化 学

必要があれば，次の値を用いよ。原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, 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。

化学結合は3種類に分類できる。すなわち，自由電子の共有による金属原子どうしの化学結合である金属結合，陽イオンと陰イオンが互いに引き合って結びついたイオン結合，そして  電子を原子間で互いに共有してつくられる共有結合である。化学結合以外には，水素結合やファンデルワールス力とよばれる分子間力による比較的弱い結合もある。

これらの結合により構成される固体の中には，構成している原子や分子が空間的な規則性をもたずに配列している  とよばれる固体がある。  は結晶とは異なる性質を有し，一定の融点を示さない。

問1  ，  に入る適切な語句を記せ。

問2 次の(あ)～(お)のうち金属結合に関する記述として正しいものを1つ選び，記号で答えよ。

- (あ) ドライアイスは，金属結合から形成された代表的な結晶である。
- (い) 金属結合をもち，常温・常圧で液体である金属は存在しない。
- (う) 金属結合からなるすべての結晶は，強い力を加えると特定の面に沿って割れる。
- (え) 金属結合から形成された結晶は，独特な光沢を示す。また一般的に，電気や熱をよく伝える。
- (お) 金属結合から形成された結晶は，水に溶けて陽イオンおよび陰イオンに分かれる。

問 3 ある金属の結晶は図1に示す立方体の単位格子をもち、その密度は  $8.9 \text{ g/cm}^3$ 、その一辺の長さは  $3.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$  である。この金属の原子量を求めよ。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。ただし、アボガドロ定数は  $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$  とする。

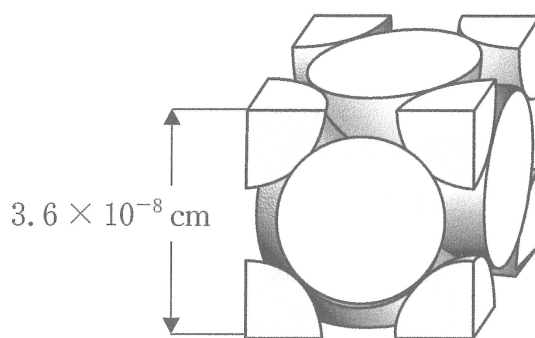


図 1

問 4 共有結合の結晶(共有結合結晶)からなる物質として、ダイヤモンドがある。0℃でダイヤモンドと同じく共有結合の結晶を形成する化合物を次の(あ)~(お)から1つ選び、記号で答えよ。

- |                      |  |         |
|----------------------|--|---------|
| (あ) NaCl             | (い) SiC                                    | (う) ZnS |
| (え) H <sub>2</sub> O | (お) ナフタレン(C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> ) |         |

問 5 ダイヤモンドの燃焼熱[kJ/mol]を求めよ。また解答欄には計算の過程を含めて示せ。なお、ダイヤモンド中のC-Cの結合エネルギーは354 kJ/mol、CO<sub>2</sub>中のC=Oの結合エネルギーは799 kJ/mol、O<sub>2</sub>中のO=Oの結合エネルギーは494 kJ/molとする。

(問題は、次ページに続く。)

問 6 水素結合やファンデルワールス力に関する次の記述(あ)~(お)のうち、正しいものをすべて選び、記号で答えよ。

- (あ) アルコールの分子どうしが水素結合を形成するため、分子量の近い炭化水素に比べて、アルコールは高い沸点を示す。
- (い) 酢酸は、無極性溶媒中では、酢酸分子どうしが水素結合により反発するため、二量体を形成することができない。
- (う) 極性分子間にはたらく静電気的な引力や、すべての原子間にはたらく力を合わせて水素結合とよぶ。
- (え) 一般的に構造の似た分子で分子量が大きいほど融点や沸点が高くなる傾向にあるのは、分子量の増加とともにファンデルワールス力も大きくなるためである。
- (お) 水とエタノールがよく溶け合うのは、互いの分子間に水素結合が生じるためである。



2 次の文章Ⅰおよび文章Ⅱを読み、問1～問7に答えよ。

(文章Ⅰ)

ハロゲンの単体は有色、有害の **ア** 原子分子であり、常温における単体の状態は分子量によって変わる。ハロゲンはナトリウムなどの金属元素とイオン結合で結びついた塩をつくる。このようなイオン結晶では陽イオンと陰イオンの中心間の距離が離れると引力が減少する。ハロゲン化ナトリウムの融点はハロゲンの原子量の増加とともに **イ** なる。ハロゲン化ナトリウムは水に溶けやすいが、**ウ** を除くハロゲン化銀は水に溶けにくい。いくつかのハロゲン化銀は **エ** によって銀とハロゲン単体に分解するため次第に黒くなる。これを感じ **エ** 性という。一方、ハロゲンは水素などの非金属元素とは共有結合で結びついた分子をつくる。ハロゲン化水素は、有毒で、常温では **オ** 色の気体である。

(文章Ⅱ)

図1に示す陽イオン交換膜で仕切られたガラス製の電気分解装置を用意した。この装置の陽極側に赤紫色の炎色反応を示すハロゲン化アルカリ金属 AX (A はアルカリ金属、X はハロゲン) の水溶液を 50 mL、陰極側に A の水酸化物 (AOH) の水溶液を 50 mL 入れた。陽極として黒鉛、陰極として白金を用い、直流電流を流して電気分解を行った。電気分解により陰極から気体が発生した。一方、陽極からは気体は発生せず、昇華性を示す物質 B が生成した。物質 B はただちにハロゲン化物イオン  $X^-$  と 1 : 1 のモル比で結合してイオン C となり、溶液は着色した。なお、電気分解により陽極および陰極は侵されず、電気分解前後で溶液の体積は変化しないものとする。

電気分解後に陽極側および陰極側それぞれの溶液を均一になるようにかき混ぜた。次に、陽極側の溶液の一部を採取し、硫化鉄(Ⅱ)に希塩酸を加え発生させた気体 D を通じると、溶液の着色は消失し、さらに固体微粒子 E が生成して溶液は濁った。

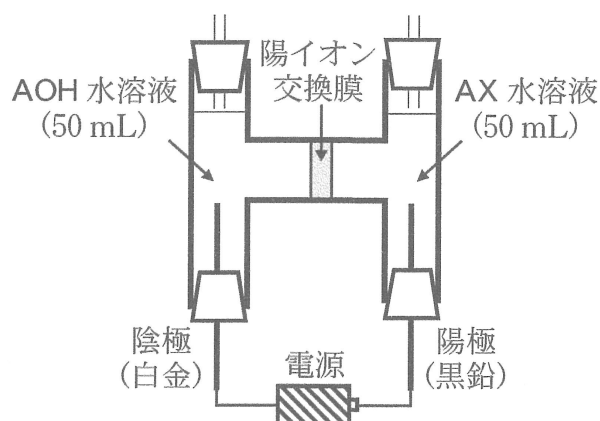


図1 電気分解の実験装置

問1 文章Iの ア ~ エ に入る適切な語句または数字，化合物名のいずれかを記せ。また，オ に入る適切な語句を次の(あ)~(え)から1つ選び，記号で答えよ。

(あ) 赤褐 (い) 淡黄 (う) 淡青 (え) 無

問2 ハロゲンの単体や化合物に関する次の記述(1)~(3)について，正しいものを選択肢の中から1つずつ選び，記号で答えよ。

(1) 第2周期のハロゲン単体と水素( $H_2$ )との反応性

(あ) 冷暗所でも爆発的に反応 (い) 常温でも光により爆発的に反応  
(う) 水素とは直接反応しない (え) 触媒の存在下で加熱により反応

(2) 第3周期のハロゲン単体の常温における色

(か) 黄緑色 (き) 黒紫色 (く) 赤褐色 (け) 淡黄色

(3) 第2周期~第5周期のハロゲンと水素の化合物(ハロゲン化水素)の沸点を高い順にならべたときの，第5周期のハロゲン化水素の沸点の順番

(さ) 1番目 (し) 2番目 (す) 3番目 (せ) 4番目

問3 水溶液にしたとき石英ガラスと化学反応を起こすため，石英ガラス容器に保存できないハロゲン化水素の名称を答えよ。また，この反応を化学反応式で記せ。

(問題は，次ページに続く。)

問 4 ハロゲンの単体のうち最も小さい分子量の物質と水を反応させると、無色で無臭の気体が発生する。この気体が発生させる方法を次の(あ)~(お)から2つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する。
- (い) フッ化カルシウムに濃硫酸を加えて加熱する。
- (う) 塩素酸カリウムに少量の酸化マンガン(IV)を加えて加熱する。
- (え) 炭酸カルシウムに希塩酸を加える。
- (お) 陽極および陰極として白金を用いて硝酸銀水溶液を電気分解する。

問 5 文章Ⅱのハロゲン化アルカリ金属 AX, イオン C および気体 D を化学式で記せ。

問 6 文章Ⅱの下線部のように、電気分解後の陽極側の溶液 5.0 mL を採取し、これに気体 D を通じた。ここで、標準状態で 0.448 mL の気体 D が過不足なく反応し、溶液の着色は完全に消失し、固体微粒子 E が生成した。次の(1)と(2)に答えよ。

- (1) 電気分解により陽極側の溶液で生成したすべての物質 B の物質質量[mol]を求め、有効数字2桁で示せ。
- (2) 電気分解時の直流電流が  $1.93 \times 10^{-2}$  A であるとき、電気分解の時間[秒]を求め、有効数字2桁で示せ。ただし、ファラデー定数を  $9.65 \times 10^4$  C/mol とする。

問 7 文章Ⅱについて、電気分解前の陰極側の AOH 水溶液の濃度が  $3.2 \times 10^{-2}$  mol/L のとき、電気分解後の陰極側の溶液の pH 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位を四捨五入して、小数第1位まで示せ。ただし、溶液の温度は 25 °C とする。また、陽イオン交換膜を通過できるのは  $A^+$  のみであり、陽イオン交換膜と溶液の間で水素イオン(オキソニウムイオン)の移動は起こらないものとする。必要に応じて次の値を用いよ。 $\log_{10}2 = 0.30$ , 25 °C における水のイオン積  $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup>。





3 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

工場などの排煙に含まれる二酸化硫黄が大気中で酸化されることによって生じる硫酸は、雨水に溶解すると酸性雨として問題視される。そこで、大気中への二酸化硫黄の排出量を減らすために、排煙を、**ア**を主成分とする石灰石と混合することによって二酸化硫黄を除去する排煙処理方法が広く用いられている。この方法では、粉状にした石灰石と水の懸濁液に、二酸化硫黄を含む排煙を吹き込む。このとき、式1のように亜硫酸カルシウム半水和物が生成すると同時に**イ**が発生する。そして、式2のように亜硫酸カルシウム半水和物を酸素および水と反応させて**ウ**として取り出して有効利用している。



雨水のpHを小さくする原因物質として、二酸化硫黄由来の硫酸の他に窒素酸化物由来の硝酸があげられる。一方、雨水のpHを大きくする物質も存在する。例えば、畜産業などが盛んな農業地帯から放出されているアンモニアは雨水に溶解することで雨水のpHを大きくする。この雨水が土壤に降り注ぐと、アンモニアの電離で生じた陽イオンは、土壤中のさまざまな微生物が酸素を用いておこなう一連の反応に利用されて**A**イオンとなる。このときに用いられる酸素は**B**としてはたらき、窒素原子の酸化数は-3から+5に増加する。必要となる酸素分子は、アンモニアの電離で生じた陽イオン1molに対して2molである。この反応過程において、1molの水分子が生成すると同時に、2molの**C**イオンが土壤中に放出される。このような過程を経ることにより、雨水に溶解したアンモニアは土壤に含まれる水分のpHを**D**することに寄与する。一方、アンモニアは大気中における硝酸との反応で塩を生成し、微小な粒子であるPM<sub>2.5</sub>の一種となることも知られている。

問 1 文章中および式 1, 2 中の ア ~ ウ に入る化合物を化学式で記せ。

問 2 下線部①について、この化合物の名称を 5 文字以内で記し、その用途としてもっとも適切なものを、次の(あ)~(お)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (あ) 漂白剤の原料      (い) 歯磨き粉の原料      (う) 建築材料  
(え) 乾燥剤      (お) セッケンの製造

問 3 下線部②について、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) アンモニアが水に溶解したときの電離平衡を化学反応式で記せ。  
(2) アンモニアの濃度を  $c$  [mol/L], 電離定数を  $K_b$  [mol/L] とする。電離平衡の状態にあるときの電離度  $\alpha$  を,  $c$  と  $K_b$  を用いた式で表わせ。なお,  $\alpha$  は 1 より十分小さいものとする。  
(3) アンモニア水の pH を, 水のイオン積  $K_w$  [(mol/L)<sup>2</sup>],  $K_b$ ,  $c$  を用いた式で表わせ。

問 4 文章中の A ~ D に入る適切な語句を次の(あ)~(さ)から選び、それぞれ記号で答えよ。

- (あ) 亜硝酸      (い) 塩化物      (う) 大きく      (え) 還元剤  
(お) 酸化剤      (か) 硝酸      (き) 触媒      (く) 水酸化物  
(け) 水素      (こ) 小さく      (さ) 二酸化窒素

(問題は、次ページに続く。)

問 5 下線部③について、次の(1)~(5)に答えよ。

- (1) この塩は水に溶けると電離したのちに加水分解する。この加水分解を示した以下の化学反応式の[**a**]、[**b**]に入るイオンまたは化合物を化学式で記せ。



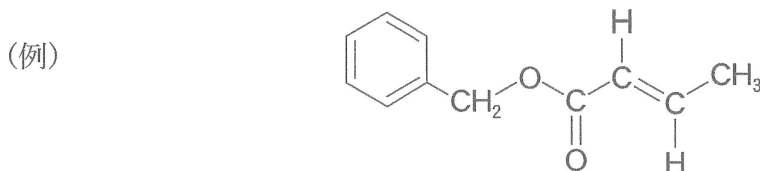
- (2) この加水分解の反応の平衡定数を  $K$  とすると、水の濃度  $[\text{H}_2\text{O}]$  は十分に大きいため、 $K[\text{H}_2\text{O}]$  は加水分解定数  $K_b$  [mol/L] で表される。この  $K_b$  を、式 3 の[**b**]の電離定数  $K_b$  [mol/L] と水のイオン積  $K_w$  [(mol/L)<sup>2</sup>] を用いた式で表わせ。
- (3) この塩の水溶液の濃度を  $c$  [mol/L] としたとき、式 3 の[**a**]が加水分解している割合  $h$  を、 $c$  と  $K_b$  を用いた式で表わせ。なお、 $h$  は 1 より十分小さいものとする。
- (4) この塩の水溶液の pH を、 $K_w$ 、 $K_b$ 、 $c$  を用いた式で表わせ。
- (5) pH が 5.6 以下の雨水は酸性雨とよばれるが、日本の多くの地域において、雨水の pH の年平均値は 5 よりも小さい。この塩を水に溶解したとき、その水溶液の pH が 5 より小さくなる  $K_b$  と  $c$  の組み合わせとして正しいものを次の(あ)~(え)から 1 つ選び、記号で答えよ。

ただし、 $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$  (mol/L)<sup>2</sup> とする。

- (あ)  $K_b = 2.9 \times 10^{-4}$  mol/L,  $c = 0.30$  mol/L  
(い)  $K_b = 2.9 \times 10^{-4}$  mol/L,  $c = 0.20$  mol/L  
(う)  $K_b = 2.3 \times 10^{-5}$  mol/L,  $c = 0.25$  mol/L  
(え)  $K_b = 2.3 \times 10^{-5}$  mol/L,  $c = 0.20$  mol/L



- 4 次の文章を読み、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。



アルケンは硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液と高温で反応すると、炭素間の二重結合が開裂し、カルボニル化合物が得られる(図1)。二重結合を形成している炭素原子に水素原子が結合している場合は、生じたアルデヒドがさらに酸化されてカルボン酸になる。なお、この反応条件ではベンゼン環は、一般的に反応しない。また、トルエンに、硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、安息香酸が生じる。

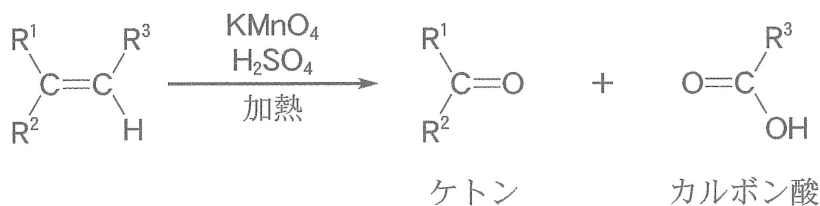


図1 アルケンの酸化反応 (R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>はアルキル基を示す)

分子式 C<sub>9</sub>H<sub>10</sub> で表わされる芳香族化合物で、ベンゼン環以外の環構造をもたない異性体である化合物 A, B について、以下の実験をおこなった。

実験1 化合物 A と B に、それぞれ硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱すると、化合物 A からは化合物 C, D が生成し、化合物 B からは化合物 E, D が生成した。なお、化合物 D は反応中、さらに酸化されて水と二酸化炭素が生成した。

実験2 化合物Cは、*o*-キシレンを過マンガン酸カリウムで酸化しても得られなかった。また、化合物Cを加熱すると、分子内で縮合反応が起こり、酸無水物が生成した。

実験3 化合物Eに水酸化ナトリウムとヨウ素を反応させると、黄色沈殿が生じた。

実験4 化合物Aに対して、適切な触媒を用いて水を付加させたところ、主生成物として不斉炭素原子をもつ化合物Fが得られた。

実験5 1 molの化合物Bに触媒を用いて1 molの水素を付加させると、が生じた。さらに、を酸素で酸化した後、希硫酸で分解するととが生成した。また、に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると、呈色した。一方、は呈色しなかった。

実験6 化合物Bを試験管にとり、室温、暗所下で臭素を少しずつ加えて、よく混ぜると臭素の色が消失した。このとき、化合物Bに1分子の臭素が付加した化合物Gが生じた。

問1 文章中の説明を参考にして、シクロヘキセンに硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液を加えて加熱して起こる反応の化学反応式を、構造式を用いて記せ。また、生成物の名称を記せ。

問2 化合物A～Gの構造式を記せ。ただし、鏡像異性体がある場合は区別しなくてよい。

問3 実験5について、～に入る適切な化合物名を記せ。  
(問題は、次ページに続く。)

問 4 下線部について、分子式  $C_9H_{10}$  で表わされる芳香族化合物で、ベンゼン環以外の環構造をもたない異性体は、化合物 A、B を含めて何種類あるか、数字で答えよ。ただし、幾何異性体は互いに区別するものとする。

問 5 問 4 の異性体の中に、1 分子の臭素を付加させると不斉炭素原子を 2 つもつ化合物を生じる異性体がある。その異性体の構造式をすべて記せ。ただし、幾何異性体は互いに区別するものとする。

問 6 実験 6 について、69.5 g の化合物 G が生成したとき、反応に使われた臭素の量は何 mL か、小数点以下第 2 位を四捨五入して、小数第 1 位まで示せ。なお、解答欄には計算の過程を含めて記入せよ。臭素の密度は 3.1 g/mL とする。





5 次の文章Ⅰおよび文章Ⅱを読み、問1～問7に答えよ。

(文章Ⅰ)

高分子化学の発展に伴い、多くの合成高分子化合物(合成樹脂)が用いられるようになった。ナイロン66やポリエチレンテレフタレート、ポリメタクリル酸メチル<sup>①</sup>、ポリカーボネートなどは、加熱により軟化し、その後、常温へと戻すと変形しにくい性質を持つ。

このほか、弾性、絶縁性を持つ天然ゴムや合成ゴムの多くは炭素どうしの繰り返し構造により形成される。天然ゴムは空気中で劣化しやすいが、フッ素ゴムやシリコンゴムなどの合成ゴムには、耐熱性、耐薬品性に優れたものがある。<sup>②</sup>

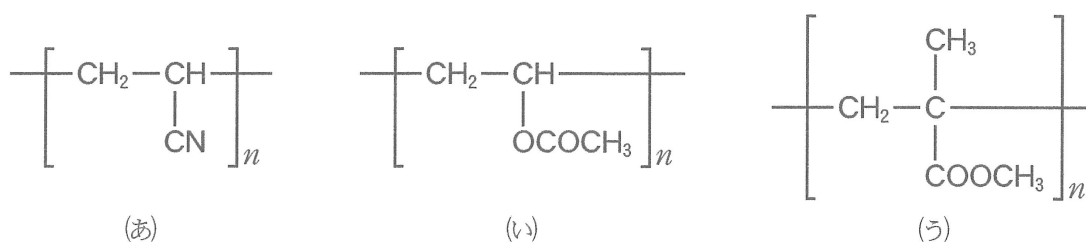
デンプンやセルロースなどの天然高分子化合物を原料として製造された化合物<sup>③</sup>や、乳酸やグリコール酸などが重合した合成高分子化合物<sup>④</sup>は、生体内の酵素や微生物<sup>⑤</sup>などの作用により、生体内や環境中に放置されても分解される。

(文章Ⅱ)

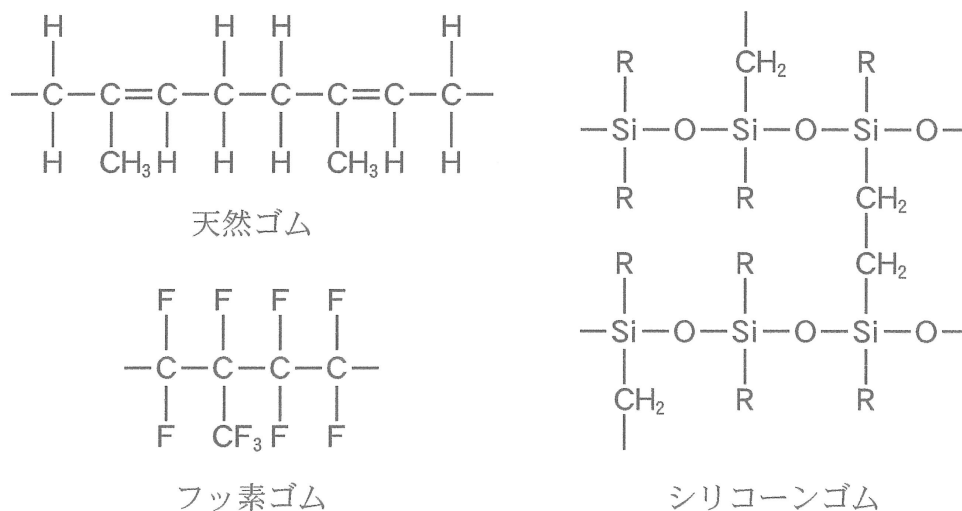
遺伝子の本体であるDNAやタンパク質合成に関与するRNAも高分子化合物である。DNAやRNAの単量体はリン酸と五炭糖、核酸塩基で構成され、リン酸部分と糖部分とが脱水縮合することにより、鎖状の高分子化合物となる。

DNAを形成する核酸塩基には、アデニン、グアニン、チミン、シトシンの4種類が存在する。一本鎖DNAと呼ばれる分子を形成する場合を除き、これらの核酸塩基は水素結合により相補的に分子対を形成する。その場合には、全核酸塩基数とその中での1種類の核酸塩基数の割合とがわかると、分子量が明らかになる。<sup>⑥</sup> RNAの場合、4つの核酸塩基のうち3つはDNAと共通し、1つは異なる。また五炭糖の構造もDNAとは異なる。

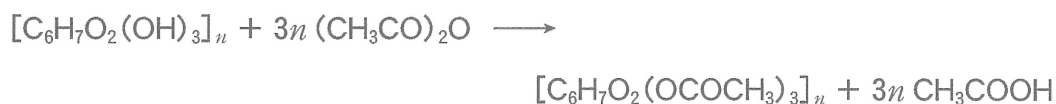
問 1 下線部①のポリメタクリル酸メチルの正しい構造はどれか。次の(あ)～(う)から適切なものを1つ選び、記号で答えよ。



問 2 天然ゴム，フッ素ゴム，シリコーンゴムの構造を以下に示す。下線部②について，フッ素ゴムやシリコーンゴムが天然ゴムと比べて空气中で劣化しにくい理由を化学構造の違いに基づき 45 字以内で説明せよ。(R：アルキル基)



問 3 下線部③のセルロースに濃硫酸と濃硝酸との混合物を作用させると得られるトリニトロセルロースは，火薬として用いられる。以下の反応式にならぬ，上述の反応の反応式を記せ。



問 4 下線部④に示した乳酸の重合について，始めに起こる反応を次の(あ)～(え)から1つ選び，記号で答えよ。

- (あ) 開環重合      (い) 脱水縮合      (う) 中和反応      (え) 付加反応

(問題は，次ページに続く。)

問 5 下線部⑤に示したように、生体内には化合物の分解を促進する高分子化合物の一種である酵素が、数多く存在する。それに関連する下記の文章中の( A )～( D )に適切な化合物名を記せ。

ラクターゼはラクトース(乳糖)を分解し、単糖( A )と( B )を、インベルターゼはスクロース(ショ糖)を分解し、単糖( A )と( C )を生成する。また、リパーゼはオリブ油(オリーブ油)を分解すると、主な分解生成物としては、オリブ油(オリーブ油)を構成する脂肪酸のうち  $\frac{3}{4}$  をしめる二重結合を1つ持つ不飽和脂肪酸( D )や飽和脂肪酸のパルミチン酸、および( D )とグリセリンのエステルを生ずる。

問 6 文章Ⅱについて、(1)～(3)に答えよ。

- (1) DNA や RNA を構成する単量体の総称を記せ。
- (2) RNA を構成する単量体に含まれる五炭糖の名称を記せ。
- (3) DNA と RNA では、3つの核酸塩基は共通している。RNA を構成する核酸塩基のうち DNA のものと共通しないのはウラシルである。DNA を構成する核酸塩基のうち、どの核酸塩基が、RNA とは異なるか。適切な名称を記せ。

問 7 下線部⑥の場合で、核酸塩基の数が  $1.0 \times 10^5$  個の DNA がある。この DNA 中のアデニンの数の割合が 30% をしめるとき、この DNA について(1)と(2)に答えよ。

- (1) シトシンの数の割合(%)を示せ。
- (2) 分子量を求めよ。解答欄には計算式を含めて記入し、有効数字2桁で示せ。ただし、アデニン、グアニン、チミン、シトシンを含む各単量体の分子量はそれぞれ、331, 347, 322, 307 とする。



# 生 物

1 次の文章Ⅰ、Ⅱを読み、問1～問8に答えよ。

Ⅰ 生物は、体内に取り込んだ物質を分解することで、エネルギー産生に関わる ATP などを得たり、より複雑な化合物を合成する材料を得たりする。このよ<sup>①</sup>うな生体内での化学反応を円滑に進行させるために、酵素が生体触媒としてはたらいっている。例えば、肉類に多く含まれるタンパク質は、胃液に含まれるペプシンや、すい液中のトリプシンやカルボキシペプチダーゼなどの酵素によ<sup>②</sup>りペプチドやアミノ酸にまで分解される。一方、米に多く含まれる  は、口腔内で  に含まれるアミラーゼによりデキストリンやマルトースへと分解され、腸液中のマルターゼの作用でマルトースは  にまで分解される。小腸から血中に取り込まれ肝臓に運ばれた  は、異化作用によりピルビン酸にまで分解されるとともに、その過程で ATP と NADH が生じる。この最終生成物の一つである ATP は、反応の初期段階を触媒する酵素であるホスホフルクトキナーゼの活性を阻害する。このような機構により、ATP が十分に存在する場合、一連の反応の進行が抑制される。これを負の  調節という。

問1 下線部①について、ATP のエネルギーを必要とする現象や反応として適切なものを次の(ア)～(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) ホタルの発光
- (イ) 抗原と抗体との結合
- (ウ) ヘモグロビンと酸素との結合
- (エ) チラコイドでの光合成の反応
- (オ) 筋肉の収縮

問 2 文章中の 1 ~ 4 にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問 3 下線部②~④の酵素について、以下の問に答えよ。

下線部②~④の各酵素について、pH と酵素反応速度との関係として最も適切なのは、それぞれ図 1 中の線(a)~(e)のどれか。正しい組み合わせを表 1 の(ア)~(カ)から 1 つ選び、記号で答えよ。

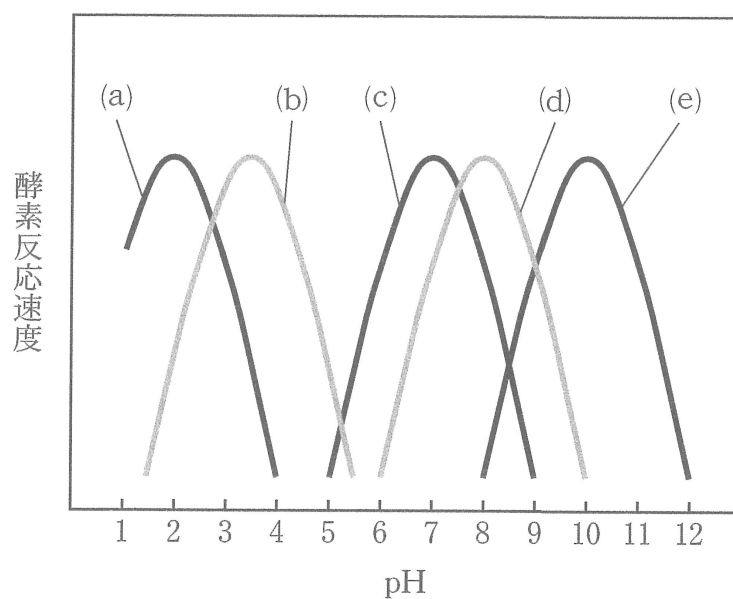


図 1 pH と酵素反応速度との関係

表 1

記号	② ペプシン	③ トリプシン	④ アミラーゼ
(ア)	(a)	(b)	(e)
(イ)	(a)	(b)	(c)
(ウ)	(a)	(d)	(c)
(エ)	(b)	(e)	(c)
(オ)	(b)	(a)	(d)
(カ)	(c)	(b)	(d)

問 4 過酸化水素( $\text{H}_2\text{O}_2$ )を分解する酵素であるカタラーゼの作用を調べるために、以下の実験をおこなった。この実験に関する以下の問に答えよ。

ニワトリの肝臓 10 g を乳鉢ですりつぶし、蒸留水 10 mL を加えたものをガーゼでこして、カタラーゼの酵素液とした。反応液 A として酵素液 3 滴をそれぞれ試験管に入れたものを 7 本準備した。あらかじめ各温度(10, 20, 30, 40, 50, 60, 70  $^{\circ}\text{C}$ )で保温した 3% 過酸化水素水 5 mL を各試験管に加えて気泡の発生(気体 X の発生)を観察した。過酸化水素水を加えて 10 分後に気泡の高さを測定し、1 分間あたりの気体 X の発生速度を算出した。過酸化水素水の温度(反応温度)と気体 X の発生速度との関係について、反応液 A では図 2 中の(イ)のような結果が得られた。なお、加える過酸化水素水の濃度を 2 倍希釈した場合でも、反応液 A における気体 X の発生速度は変わらなかった。

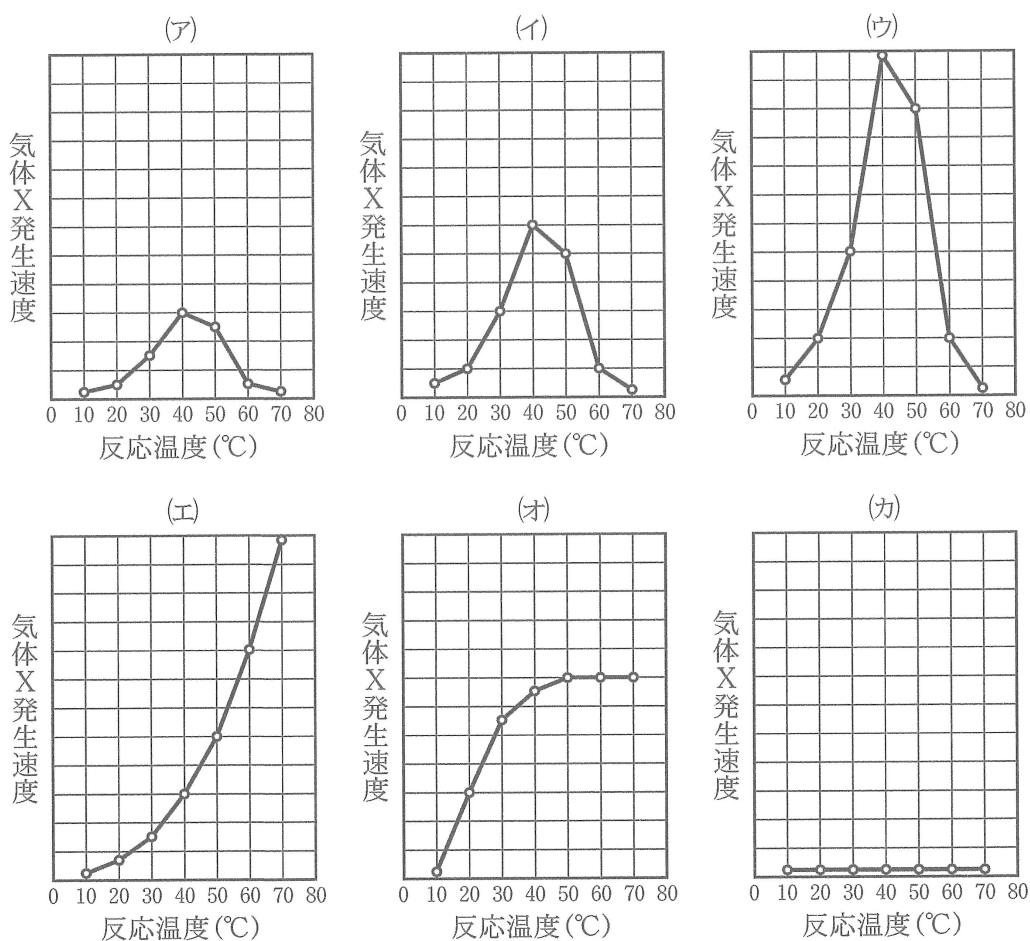


図 2 反応温度と気体 X 発生速度との関係



- (1) 下線部⑤の観察において、気体 X が発生した試験管の上部に火のついた線香を差し込むと激しく燃えた。試験管内に発生した気体 X は何か。名称を答えよ。
- (2) 図 2 中の実験結果(イ)から、反応液 A では 50℃以上になると気体 X の発生速度が低下していることが読み取れるが、それはなぜか。その理由を 40 字以内で説明せよ。
- (3) 反応液 A の実験条件を次の(a)~(c)に変更し、さらに実験をおこなった。各実験条件における気体 X の反応温度と発生速度との関係として最も適切なのはどれか。図 2 中の(ア)~(カ)から 1 つ選び、それぞれ記号で答えよ。
- (a) 用いる酵素液を、あらかじめ沸騰浴中で 10 分間加熱したものに変更した。
- (b) 用いる酵素液を、すりつぶしたニワトリの肝臓 10 g に 5 mL の蒸留水を加えて調製したものに変更した。
- (c) 用いる過酸化水素水を 2 倍の濃度に変更した。ただし、pH は同じになるように調整した。

II およそすべての生物には、概日リズムの生物時計が備わっている。18世紀にフランスの天文学者デマイラン(DeMairan)は、オジギソウの葉が日中広がるのに対し、夕暮れ時には垂れ下がることを見出した。このオジギソウを用いた実験が生物時計発見のはじまりとされる。

⑥ シアノバクテリアの KaiC タンパク質は、細胞内において ATP を加水分解し KaiC 自身をリン酸化する。細胞内においてリン酸化された KaiC の割合は 24 時間周期で変動しており、概日リズムを刻んでいる。概日リズムは温度で周期が変化しない特別な仕組みを備えており、この性質を温度補償性という。

⑦ 種子植物が花をつけるためには、花のもととなる  が形成される。

の形成は日長の変化に応答して起こることが多く、この性質を

という。植物は厳密に日長をはかっており、そのしくみとして1日

の時刻を知る生物時計を利用している。このように植物は日長や気温変化の環境条件から、繁殖に最適な季節を感知する。

哺乳類は脳内に生物時計を備えており、ヒトの生物時計は 24 時間よりもやや長い概日リズムの特性を示す。生物時計は生体機能を昼夜の環境変化に適応させ、<sup>⑧</sup> 生体の恒常性を保つ。

問 5 下線部⑥について、オジギソウの葉における昼夜運動(図 3)が生物時計による概日リズムであることを証明するにはどのような実験が必要か、50 字以内で説明せよ。

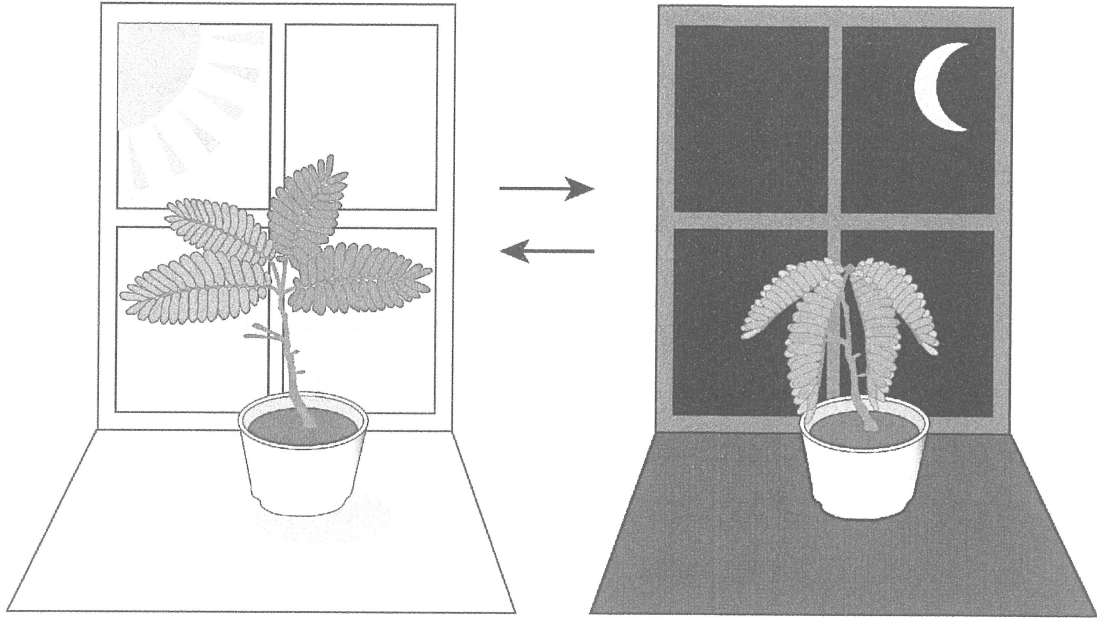


図 3 オジギソウの葉における昼夜運動

問 6 下線部⑦について、生物時計が温度によって周期変化しない意義について 60 字以内で説明せよ。

問 7 文章中の  と  にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問 8 下線部⑧について、普段規則正しく毎朝 6:00 に起床する人が、自分自身の生物時計に従って 1 週間生活すると、1 週間後の起床時刻は何時何分になるか、思考過程と共に時刻を答えよ。ただし被検者の生物時計は一定の 24.8 時間周期であり、変化しないものとする。

2 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

体内の環境は、様々なしくみにより私たちが意識しなくても一定の範囲に調節され、エネルギー代謝などを支えている。

1902年、ベイリスとスターリングは十二指腸で作られる物質が血液を介してすい臓に作用すると、すい液が分泌されることを見出した。この物質は、 と命名され初めて発見されたホルモンである。特定のホルモンが作用する  器官の中の  細胞には、そのホルモンと結合する受容体がある。

哺乳類における体内環境の調節では、体温の調節のように、自律神経系と内分泌系が同時に、しかも連携しながら調節をしている例が多く見られる。自律神経系を使ったホルモン分泌の調節で最も重要な役割を持つ中枢神経系の領域が間脳である。例えば、体液の塩類濃度などの変化は間脳の視床下部で直接感知され、その信号は主に2種類の経路で視床下部から脳下垂体前葉や脳下垂体後葉へ伝えられ、腎臓での尿量の調節などにより血圧の維持がおこなわれる。

自律神経系では神経を使った制御のために秒単位での迅速な反応が可能であり、内分泌系ではゆっくりとした持続的な作用を引き起こす。血液中に分泌されるホルモンの量は非常に少ないが、大きな作用を及ぼすことから、分泌量は正確に調節されている。

血糖濃度はこのような内分泌系と自律神経系の共同作業によって一定の範囲内  に保たれている。血糖は各組織の細胞内に取り込まれ、呼吸によって分解され、エネルギー分子 ATP を供給する。呼吸運動の中枢は脳幹の  にあり、心臓の拍動、血液量など生命維持に欠かせない機能を支配している。

問 1 文章中の 1 ~ 3 にあてはまる最も適切な語句を記せ。

問 2 ホルモンについて、正しいものを以下の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 一般に水溶性ホルモンは細胞膜を通過できないため、水溶性ホルモンの受容体は細胞膜に存在する。
- (イ) ホルモンは植物や原核生物には存在せず、動物にのみ存在する。
- (ウ) ホルモンは外分泌腺から分泌され、個体内および同種の個体間で作用する。
- (エ) ホルモンはすべて体内で遺伝子から転写と翻訳を経て生成するペプチドである。
- (オ) 脂溶性ホルモンの受容体は、細胞質または核内に存在し、遺伝子の発現を調節することがある。

問 3 下線部①について、図 1 は寒冷時の体温調節のために生じる体内での反応の概略を示している。以下の問に答えよ。

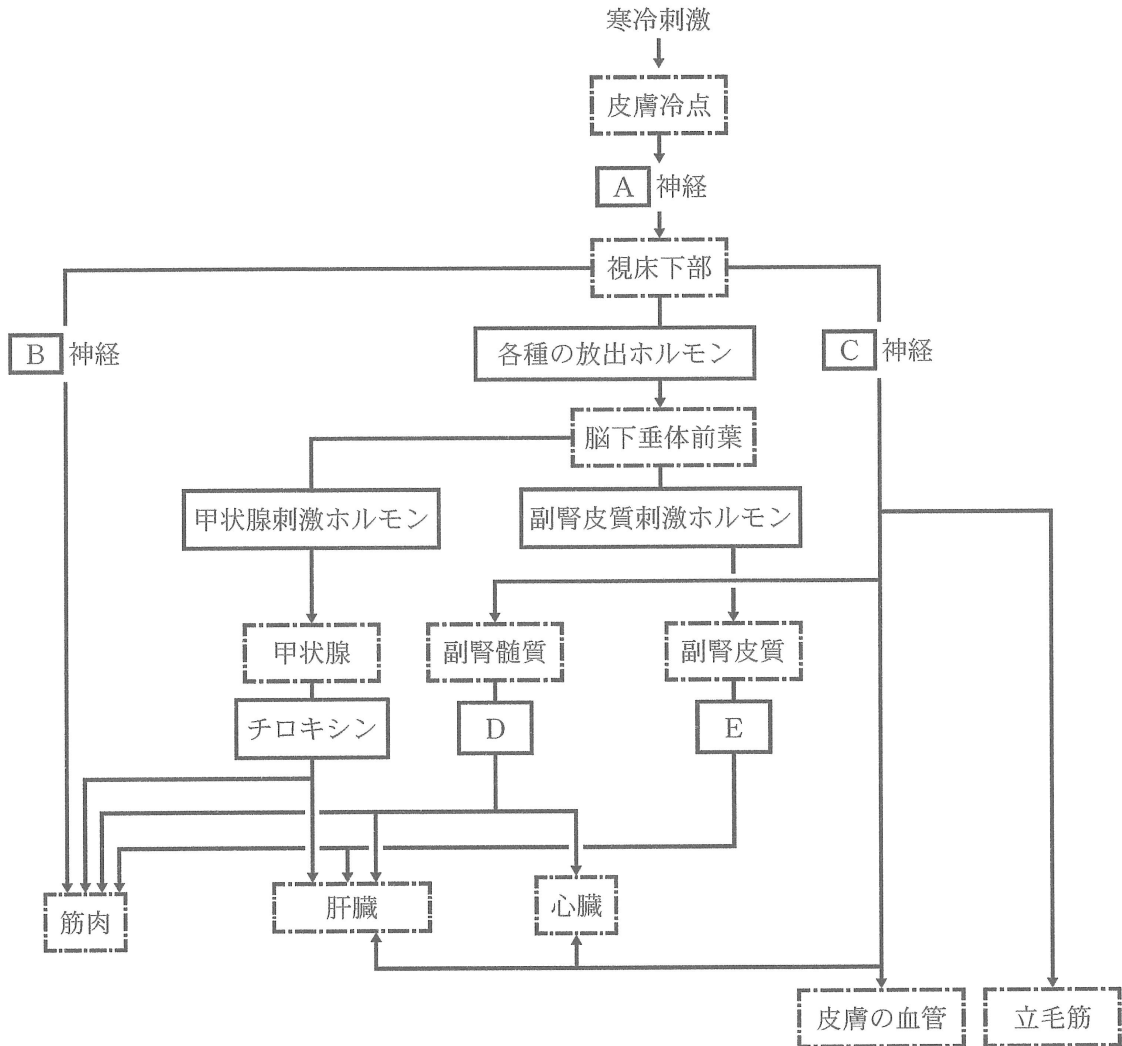


図 1 寒冷時の体温調節のために生じる体内での反応

(1) 図1中の A ~ C にあてはまる最も適当な神経名を記せ。

(2) 図1中の D および E にあてはまる最も適当なホルモン名を以下の(ア)~(カ)から選び、それぞれ記号で答えよ。

- (ア) 成長ホルモン      (イ) 糖質コルチコイド      (ウ) オーキシシン  
(エ) アドレナリン      (オ) 鉱質コルチコイド      (カ) バソプレシン

(3) 寒冷時に体温調節のために、様々な組織が反応を示す。図1中の肝臓、皮膚の血管のそれぞれが示す反応を以下の(ア)~(エ)から1つ選び、記号で答えよ。

記号	肝臓	皮膚の血管
(ア)	糖質, 脂質の合成を促進	拡張
(イ)	糖質, 脂質の合成を促進	収縮
(ウ)	糖質, 脂質の分解を促進	収縮
(エ)	糖質, 脂質の分解を促進	拡張

問 4 下線部②について、図 2 は、健康な人、I 型糖尿病患者、II 型糖尿病患者の食事による血糖濃度と血液中のホルモン X の濃度の、時間的変化を測定した結果を示している。以下の問に答えよ。なお、食事をとった時間を 0 時間とする。

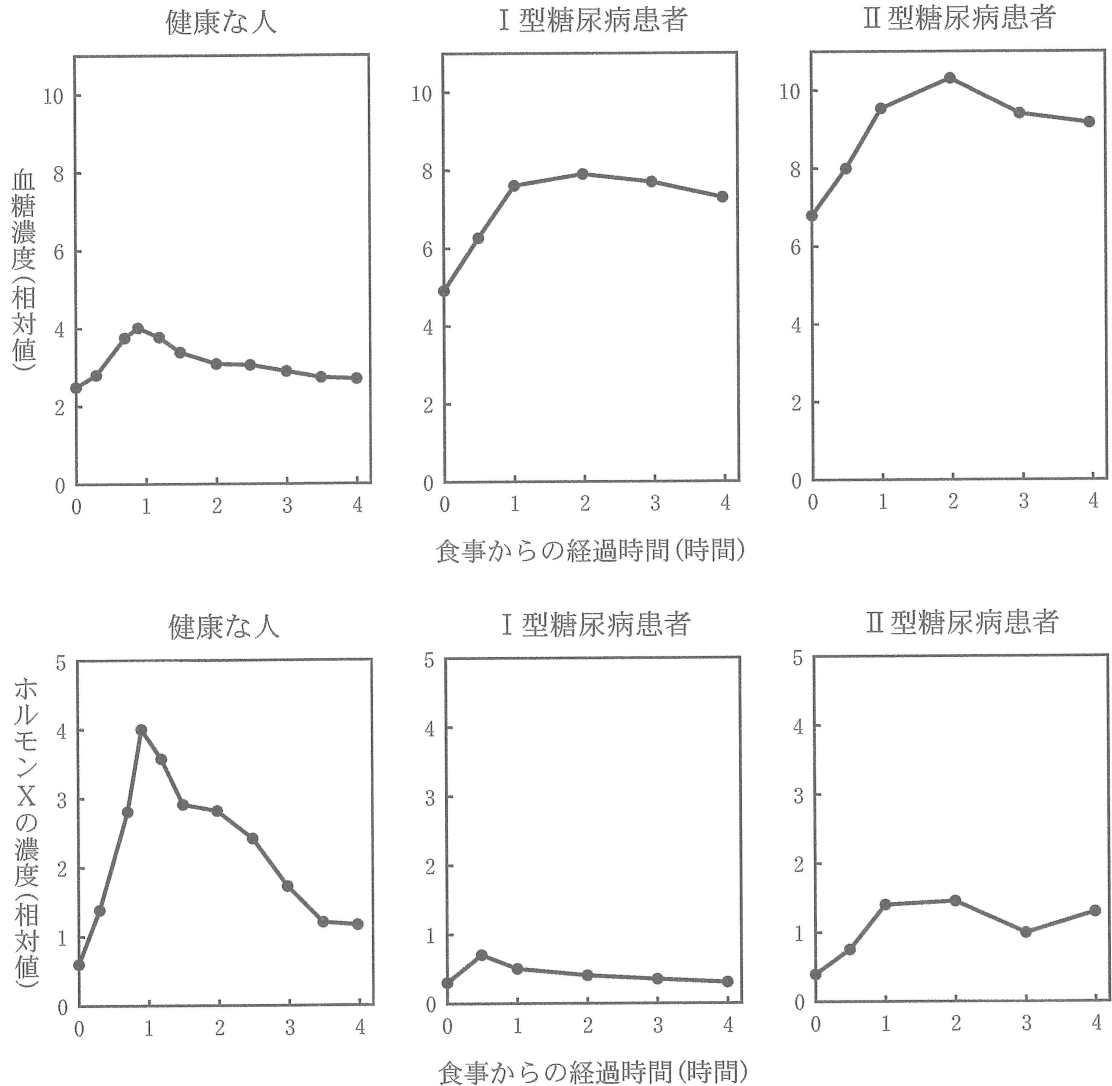


図 2 健康な人と糖尿病患者の食事による血糖濃度と血液中のホルモン X 濃度の時間的変化

- (1) ホルモン X として最も適切なホルモン名を記せ。
- (2) 図 2 について、I 型糖尿病患者と II 型糖尿病患者の特徴は、大きく異なる。それぞれの患者の特徴についてグラフから読み取れることを、それぞれ 60 ~ 100 字で述べよ。



問 5 下線部③について、以下の問に答えよ。

生物が呼吸により呼吸基質の炭素をすべて二酸化炭素にするのに外部から取り入れる酸素の量は、呼吸基質に含まれている炭素と酸素の割合により異なる。呼吸商を計測することで、呼吸基質として何が使われているかを推測することができる。炭水化物、タンパク質、脂肪の呼吸商はそれぞれ 1.0, 0.8, 0.7 であることが知られている。

(1) 図 3 のような実験装置を用意し、次の(i)~(iii)の手順で生物 C の呼吸基質を呼吸商から調べた。

- (i) 三角フラスコ A, B に同量ずつ生物 C を入れる。
- (ii) 活栓を同時に閉じて、一定時間後に、それぞれのメスピペットの着色液の動きから、各三角フラスコ内の気体の減少量( $\text{mm}^3$ )を測定する。ただし、温度による影響がないように三角フラスコ A, B ともに恒温器に入れる。三角フラスコ A には、生物に影響がないようにして水酸化カリウム (KOH) 水溶液を二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) 吸収剤として小さい容器に入れておく。三角フラスコ B には、同量の水を小さい容器に入れておく。測定条件下では呼吸以外の代謝は起きていない。
- (iii) 気体の減少量は表 1 となった。

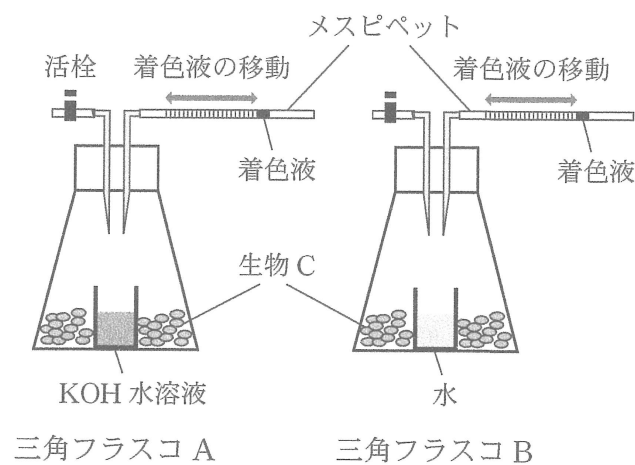


図 3 実験装置

表1 三角フラスコ A, B の気体の減少量

三角フラスコ	気体の減少量 (mm <sup>3</sup> )
A (KOH 水溶液を入れる)	491
B (KOH 水溶液を入れない)	10

- ① 三角フラスコ A, B の気体の減少量はそれぞれ何を示すか答えよ。
- ② 生物 C の呼吸商を四捨五入して小数点第 2 位まで算出せよ。解答欄には計算の過程も記入せよ。また、生物 C が呼吸基質として何を主に利用しているかを答えよ。

(2) ある雑食性動物の食べ物 X は、タンパク質、炭水化物や他の成分の混合物であり、下記の i) と ii) であることが判明している。この時のタンパク質と炭水化物以外の他の成分について、呼吸商を四捨五入して小数点第 2 位まで算出せよ。解答欄には計算の過程も記入せよ。

- i) 2 g のタンパク質が完全に呼吸で消費された時、1.9 L の酸素が吸収され、0.32 g の窒素が尿中に移行した。
- ii) 食べ物 X が完全に呼吸で消費された時、酸素 500 L が吸収され、二酸化炭素が 434.5 L 放出され、窒素 32 g が尿中に移行し、炭水化物に消費された酸素は 200 L であった。また、食べ物 X にはタンパク質以外に窒素成分は含有しない。

(3) 一般にヒトの場合、1日に使用する ATP の量は細胞 1 個あたり 0.83 ナノグラム(1 ナノグラムは 1 g の 10 億分の 1 の重さ)で、1 人あたり 50 kg に相当する。1 人あたりの ATP の存在量が 50 g である時、ATP は 1 分子につき、1 時間におよそ何回、合成・分解を繰り返すと考えられるか小数点以下を四捨五入して答えよ。ただし、ATP と ADP の間の合成・分解以外にこれらの分子の代謝は起きないものとする。解答欄には計算の過程も記入せよ。



3 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

ある空間内に生息し、互いに交流のある同種個体の全体を個体群といい、それがもつ遺伝子の全体を  という。個体群の大きさは、それを構成する個体の総数で表され、一定面積あるいは体積あたりの個体数を特に個体群密度という。個体群の大きさを推定する方法にはいくつかある。その代表的なものとして 区画法と標識再捕法 があり、対象とする生物種によって使い分ける必要がある。

① ② 個体群の大きさは常に一定ではなく、季節や年などの時間の経過に伴い変動する。また、個体数の増加を個体群の  という。たとえば、えさの入ったびんの中では、ショウジョウバエの雌雄2個体からはじまった個体群は、はじめ高い増殖率を示すが、個体数が増すにつれてその増殖率は低下していく。このように、③ 個体群密度が個体群の増殖率に影響すること を  という。また、③ 個体群密度に応じて同一種の形態や行動、生理などの諸形質にまとまった、顕著な変化が生じる現象を  という。たとえば、トノサマバッタでは、数世代にわたって個体群密度が高い状態が続くと、体長に対する前翅長<sup>ぜんしちよう</sup>が相対的に  ，体長に対する後肢長<sup>こうしちよう</sup>が相対的に  成虫となる。

個体群は、さまざまな発育段階または年齢の個体から成り立っているのが普通である。ある時点における個体群内の個体を年齢に分けて、それぞれの個体数を若い順に下から積み上げて示したものを  といい、個体数が増加期にある場合には幼若型を、個体数が減少期にある場合には  型を、個体数が安定している場合には安定型を示すことが多い。

問 1 文章中の 1 ～ 6 にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問 2 文章中の A と B にあてはまる語句の正しい組み合わせを以下の(ア)～(エ)から選び、記号で答えよ。

記号	A	B
(ア)	小さく	小さい
(イ)	小さく	大きい
(ウ)	大きく	小さい
(エ)	大きく	大きい

問 3 下線部①について、以下の問に答えよ。

(1) 2種類の生物に対して区画法による調査を行った。その結果、A種は、各個体はその生息場所のうち特定の場所にかたまって分布していたのに対して、B種は、各個体の分布が他個体の分布と無関係で、その配置が確率的に決まっていることがわかった。それぞれの分布様式を何というか、名称を記せ。

(2) ある日、ある海岸の岩礁帯がんしょうたいに生息するイワフジツボとイソガニについて、50 cm × 50 cm の方形枠を使った区画法による調査を行った。その結果、イワフジツボでは個体数を推定できたが、イソガニでは推定できなかった。イソガニで個体数を推定できなかった理由を、生活様式の違いに言及しながら、70字以内で説明せよ。

問 4 下線部②について、次の文章を読み、以下の問に答えよ。

ある池に生息するコイについて、標識再捕法による調査を行った。はじめに、この個体群から 50 個体のコイを捕獲し、そのすべてに標識を取り付けてから池に戻した。数日後、100 個体を捕獲したところ、標識の付いた個体は 20 個体であった。ここでは、標識再捕法を行ううえで必要な条件はすべて満たしたものとする。

- (1) 標識を取り付けたコイの再捕獲を、放流直後ではなく数日後とした理由を、35 字以内で簡潔に説明せよ。
- (2) この個体群の総個体数を推定せよ。

問 5 下線部③について、以下の問に答えよ。

- (1) 問題文で述べた飼育環境下にあるショウジョウバエにおいて、個体数が増すにつれて、個体群の増殖率が低下する理由を、「個体群密度が高まると、」からはじまる文章で、70 字以内で説明せよ。
- (2) 植物における同様の現象に関する法則のひとつとして、最終収量一定の法則がある。この法則はどのような傾向を示すものか、「個体の重量は、」からはじまる文章で、60 字以内で説明せよ。
- (3) 個体数が増すにつれて、個体群の増殖率が上昇することもある。このことを示す語句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) 自己間引き  | (イ) 片利共生 | (ウ) アリー効果 |
| (エ) 環境形成作用 | (オ) 近交弱勢 |           |



4 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

生物の形質(表現型)に現れる進化の多くは、ダーウィンの提唱した自然選択説によって方向付けられてきたと考えられる。一方、自然選択がはたらかない場合でも、集団内での遺伝子頻度が偶然に左右されて変化する。このことを **A** という。タンパク質のアミノ酸配列やDNAの塩基配列など、生体分子レベルに見られる変異に注目すると、その多くは生存や繁殖に有利でも不利でもなく、 **A** によって集団内に広まっていく。

系統的に異なる生物に由来するタンパク質のアミノ酸配列やDNAの塩基配列を比較すると、比べた2種類の進化的な分岐時間に応じて配列の違い(変異)の程度が変化することが知られている。すなわち、配列の違いは種が分かれてからの期間が短いほど小さいが、分かれてからの期間が長いほど大きくなる。

1990年にはDNAの塩基配列を用いた分子系統解析により、現存する生物は **②** 3つのドメインと呼ばれる最上位の分類単位のいずれかに属することが示された。 酸素発生型の光合成を行う生物として、最初に誕生した種類は「細菌」ドメインに属するものだったが、その後「真核生物」ドメイン内にも見られるようになったと考えられている。

問1 文章中の **A** にあてはまる最も適当な語句を記せ。

問2 **A** の影響は、集団の大きさによってどのように変化するか、30字以内で簡潔に記せ。

問3 下線部**①**にあてはまる進化学説の名称、ならびにその学説を提唱した日本人科学者の氏名を記せ。

問4 DNAの塩基配列に突然変異が起き、アミノ酸を指定するコドンが変化しても、下線部**①**にあてはまることがある。2つの場合をあげ、それぞれ50字以内で説明せよ。



問 5 下線部①に関連する次の文章を読み、以下の問に答えよ。

脊椎動物ではヘモグロビン $\alpha$ 鎖のアミノ酸配列を比較すると、141個のアミノ酸のうち、ヒトとウマでは18か所で違っている。今から8,000万年前にヒトとウマが共通の祖先から分岐したと考えると、進化の過程でヘモグロビン $\alpha$ 鎖の相同な場所のアミノ酸1個について、1年あたりに置換の起こる率はどのくらいになるか。置換する速度は一定であると仮定して求めよ。ただし、共通の祖先から分岐した後、ヒトとウマでは互いに同数ずつ異なる場所にアミノ酸の置換が起きたと仮定する。8,000万年 $=8 \times 10^7$ 年として計算過程も記入し、四捨五入して、整数 $\times 10$ の $n$ 乗の形で答えを求めよ。

問 6 下線部②に関する以下の問に答えよ。

- (1) 下線部②に記されていないドメインの名称も明記した上で、3つのドメインが共通の祖先(起源生物)から分岐した順序が分かるように、系統関係を簡潔に作図せよ。
- (2) この系統解析に用いられた生体分子の名称、およびその分子が選ばれた理由を40字以内で記せ。
- (3) 下線部②に記されている酸素発生型の光合成生物の進化の考え方(学説)の名称を答えるとともに、その学説について、DNAの塩基配列にもとづく根拠をあげながら、200字以内で説明せよ。
- (4) 酸素発生型光合成細菌に属す生物種の名称を以下の(ア)~(オ)からすべて選び、記号で答えよ。

- |           |          |           |
|-----------|----------|-----------|
| (ア) アマモ   | (イ) ユレモ  | (ウ) シャジクモ |
| (エ) ネンジュモ | (オ) イカダモ |           |

## 地 学

1 雲の発生や雨に関する次の各問に答えよ。

問 1 大気中で雲が発生するためには、空気塊の上昇などによって温度が下がる必要がある。雲が発生するような空気塊の上昇は、どのような場合に起こるだろうか。例を一つ挙げよ。

問 2 空気塊が上昇する際に水蒸気の凝結が起こらなければ、1 km の上昇につき空気塊の温度は何℃下がるだろうか。最もふさわしい整数を答えよ。

問 3 現実には水蒸気の凝結のみで雲粒が生じることは難しく、エアロゾルと呼ばれる微粒子を核として水蒸気が凝結して雲粒ができる。エアロゾルの発生原因には人間起源と自然起源があるが、自然起源のエアロゾルの例を二つ挙げよ。

問 4 図 1 は、0℃以下の状態での過冷却水滴と氷晶に対する飽和水蒸気圧を示している。この図を使って、雲の中に過冷却水滴と氷晶が混在する場合にどちらが成長するか、理由を含めて 80 字以内で答えよ。

問 5 雨には、氷晶が生成する過程を伴う冷たい雨と、氷晶は生成せず水滴のみから生じる暖かい雨がある。日本上空で多いのはどちらか答えよ。

問 6 雲粒の半径を 10  $\mu\text{m}$ 、雨粒の半径を 1 mm と考えよう。この雲粒が多数集まって雨粒を形成する場合、何個の雲粒が必要だろうか。思考の過程を明記して答えよ。

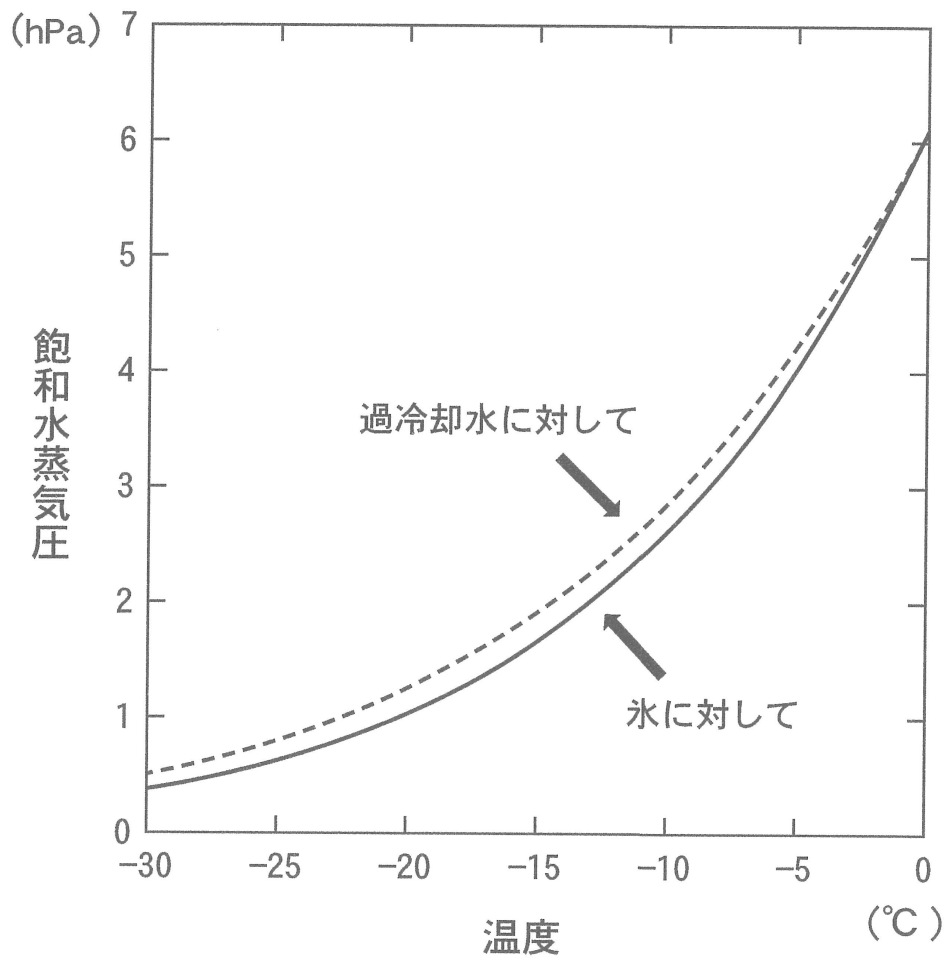
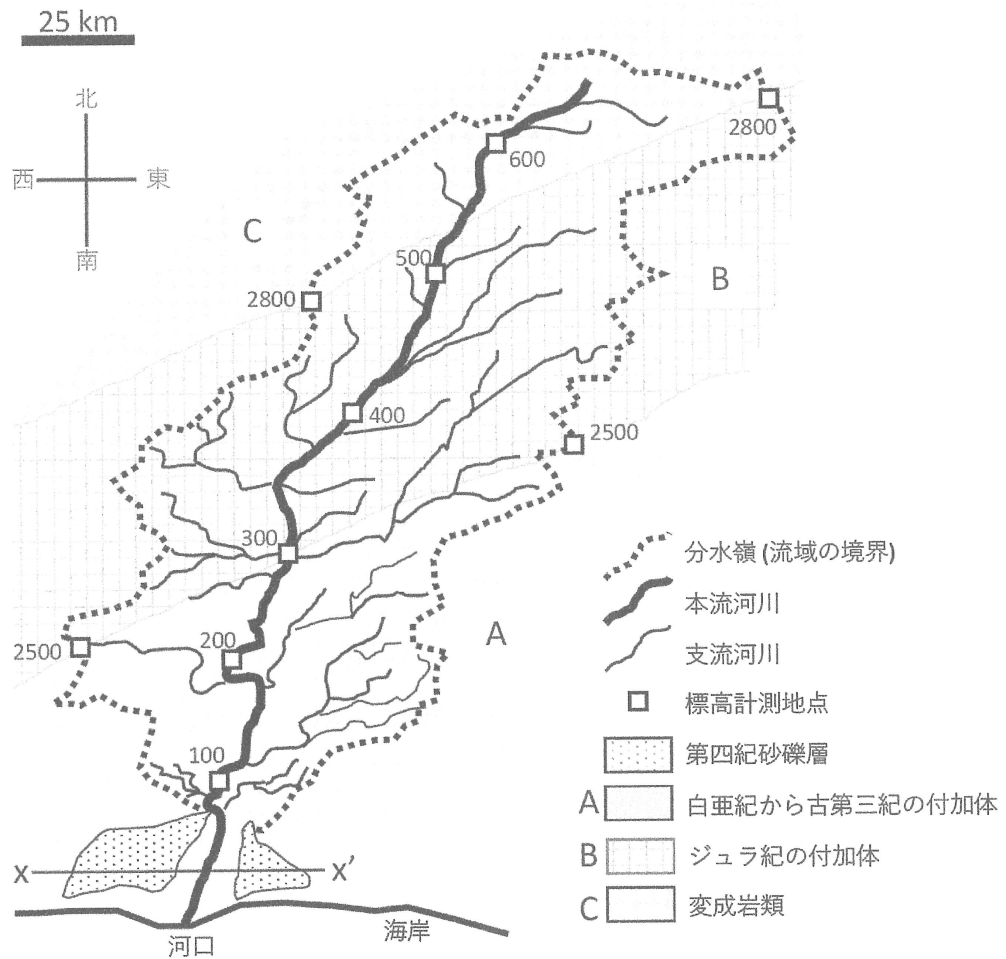
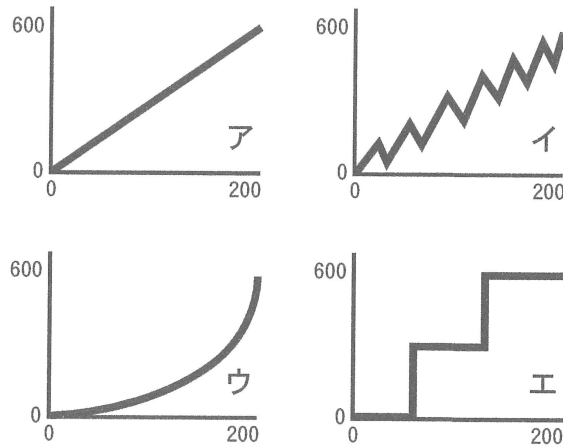


図1 水面と氷面の飽和水蒸気圧の温度依存性

2 下の図は、ある河川流域の地質を簡略化して描いたものである。この流域では本流河川による侵食作用が第四紀に活発になり、流域の拡大が続いているという。この図に関する以下の各問に答えよ。なお、図中の数値は標高 (m) を表している。



問 1 本流河川の標高 600 m 地点から河口までのおおよその縦断形として適切なものを、次のア～エから一つ選び、記号で答えよ。ただし、縦軸は標高 (m)、横軸は河口からの延長距離 (km) を表す。



問 2 地質帯 A～C の境界に関して最も適切と思われる説明を、次のア～オから一つ選び、記号で答えよ。

- ア いずれの境界も走向  $N30^{\circ}W$  でほぼ垂直に傾斜している。
- イ いずれの境界も走向  $N30^{\circ}W$  で南南東方向へ緩やかに傾斜している。
- ウ いずれの境界も走向  $N60^{\circ}E$  でほぼ垂直に傾斜している。
- エ いずれの境界も走向  $N60^{\circ}E$  で南南東方向へ緩やかに傾斜している。
- オ いずれの境界もほぼ水平とみなしてよい。

問 3 次の文章中の **a** ~ **c** に当てはまる語の組合せとして最も適切なものを、下表の**ア**~**カ**から一つ選び、記号で答えよ。

『地質帯Aが白亜紀から古第三紀の付加体、また地質帯Bがジュラ紀の付加体であることを考慮すれば、**a** のおおよそ **b** 側には **c** が存在したはずである』

組合せ	a	b	c
ア	地質帯A	南南東	沈み込み境界
イ	地質帯A	北北西	地溝帯
ウ	地質帯B	南南東	トランスフォーム断層
エ	地質帯B	北北西	沈み込み境界
オ	地質帯C	南南東	地溝帯
カ	地質帯C	北北西	トランスフォーム断層

問 4 地質帯Aと地質帯Bの説明として最も適切なものを、次の**ア**~**オ**から一つ選び、記号で答えよ。

**ア** 地質帯Aと地質帯Bのいずれにも、花こう岩が大量に含まれる。

**イ** 地質帯Aと地質帯Bのいずれにも、陸域起源の混濁流堆積物や遠洋性のチャートや石灰岩などが含まれる。

**ウ** 地質帯Aには厚い氷河堆積物、地質帯Bには厚い石炭層がそれぞれ含まれる。

**エ** 付加体を構成する岩石の年代にかかわらず、地質帯Aと地質帯Bが同時に付加された可能性もある。

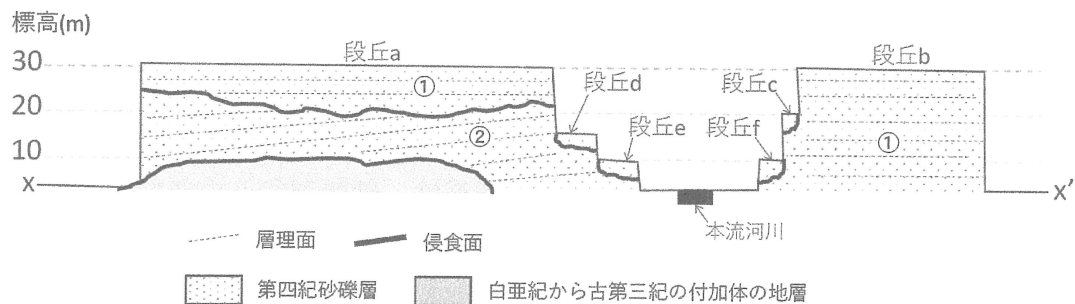
**オ** 付加体を構成する岩石の年代にかかわらず、付加された順番は地質帯Bよりも地質帯Aの方が早い可能性がある。

問 5 次の文章を読んで次ページの各問(1)~(4)に答えよ。

下の図は地質図のX-X'の位置で作成した断面図を模式的に表したものである。かつてこの地域に発達していた扇状地の堆積面が現在は段丘a及び段丘bとなって残されている。現在の主流河川は段丘aと段丘bの間の谷の中を流れているが、この谷沿いにも小規模な複数の段丘が認められる(段丘c~f)。段丘aの直下には第四紀の砂礫層<sup>れき</sup>があり、上位の①と下位の②とに分けられる。両者の境界は顕著な侵食面になっている。砂礫層①と砂礫層②はいくつかの点で異なる。

砂礫層①はほぼ水平の層理面を持ち、保存状態の良いナウマンゾウの臼歯<sup>きゅうし</sup>が見つかっている。また、この層に含まれる礫を調べたところ、地質帯Aと地質帯Bに由来する砂岩や頁岩などの礫に加えて、地質帯Cに由来する変成岩礫が多数認められた。

砂礫層②は西方へ低角で傾斜する層理面を持ち、ナウマンゾウの臼歯に加えて頁岩の礫から保存状態の悪いカヘイ石が発見されている。礫の種類は地質帯Aと地質帯B由来のものばかりで、地質帯C由来の変成岩礫は砂礫層②からは見つかっていない。段丘bの直下には砂礫層②は認められない。



(1) 段丘 a～f の説明として最も適切と思われるものを、次のア～オのうちから一つ選び、記号で答えよ。

ア a～f のすべてが同時に形成された可能性を排除できない。

イ a と b が最も新しく、e と f が最も古い。

ウ a と b が最も古く、e と f が最も新しい。

エ 本流河川の流路が東西方向に 50 km 変動したことによって形成された。

オ これらの段丘は海面が 30 m 程度上昇したために形成された。

(2) 砂礫層②と下位の白亜紀～古第三紀の地層との累重<sup>るいじゅう</sup>関係を表す言葉を漢字 3 文字で答えよ。

(3) 砂礫層①と砂礫層②の累重関係について適切ではないと思われる意見を、次のア～オのうちから二つ選び、記号で答えよ。

ア 砂礫層①が堆積する前に、現在の本流河川の東側地域を含む広い範囲でも砂礫層②が侵食された可能性がある。

イ 砂礫層①と砂礫層②は、流域内で本流河川や支流河川による侵食が進行した結果の現れである。これによって、砂礫層②が堆積し、それが侵食を受けた後で砂礫層①が堆積した。

ウ 砂礫層①と砂礫層②はいずれも第四紀に堆積したのだから、堆積の順番を判断することはできない。両層は同時に堆積したものと考えて差し支えない。

エ 砂礫層①と砂礫層②の累重関係は、砂礫層②と白亜紀～古第三紀の地層の累重関係と同じ関係とみなしてよい。

オ 砂礫層②に含まれるカハイ石の化石は、砂礫層②が砂礫層①よりも古い時代に堆積した証拠として扱える。

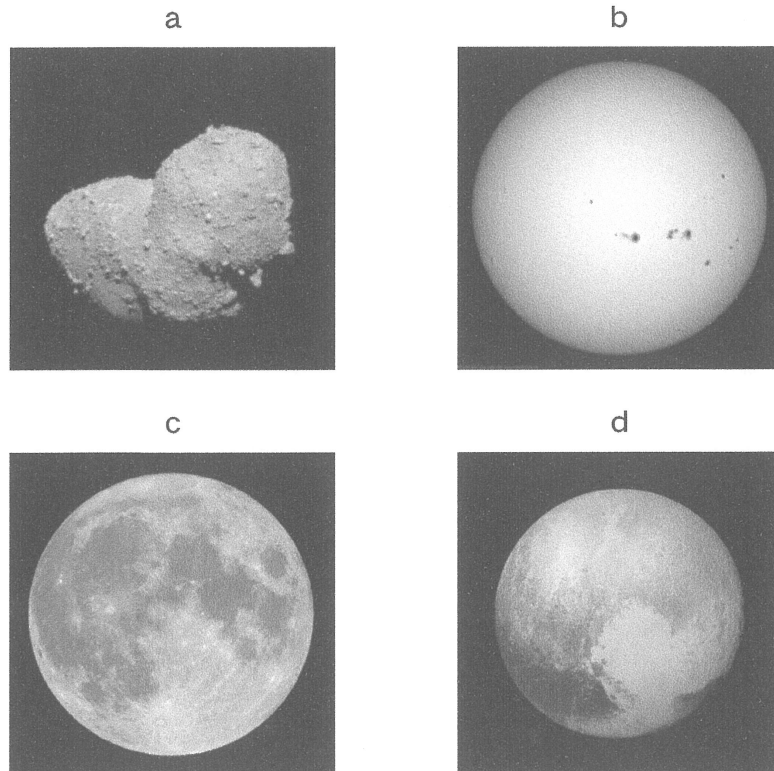
(4) 本文中の下線部で述べられているように、地質帯 C 由来の変成岩礫は砂礫層①に顕著に含まれている一方で、砂礫層②からは見つかっていない。このことをどのように考えればよいだろうか。この流域の特質を参考に、150 字以内で説明せよ。





3 天体の距離に関する次の各問に答えよ。

問 1 次の画像 a～d のそれぞれは、太陽、月、冥王星、小惑星イトカワのいずれかを撮影したものである。これらのうち、地球から最も遠方に位置している天体の画像を一つ選び、その記号を記せ。



問 2 次の a～d のそれぞれは、太陽系の惑星について述べた文章である。これらのうち、太陽との平均距離が、小惑星帯に位置するケレス（セレス）よりも長い惑星について述べたものを二つ選び、その記号を記せ。

- a 平均密度が太陽系の惑星のなかで最大である。一つの衛星をもつ。
- b 平均密度が太陽系の惑星のなかで最小である。目立つリング（環）をもつ。
- c 赤道半径が太陽系の惑星のなかで最大である。大気に大きな渦が見られる。
- d 赤道半径が太陽系の惑星のなかで最小である。表面に無数のクレーターが見られる。

問 3 次の a ~ e の天体のうち、地球との距離が 10 万光年よりも長い天体を二つ選び、その記号を記せ。

- a シリウス
- b プレアデス星団
- c アンドロメダ銀河
- d 銀河系の中心にある巨大ブラックホール
- e M87 (おとめ座銀河団の中心付近に位置する楕円銀河)

問 4 次の表 A および表 B にある a ~ f の恒星のうち、地球との距離が 10 パーセク (pc) よりも長い恒星を三つ選び、その記号を記せ。ただし、星間物質などによる減光の影響はないものとする。

表 A

恒星	年周視差 (")
a	0.076
b	0.130
c	0.311

表 B

恒星	見かけの等級	絶対等級
d	-1.4	1.5
e	0.1	-7.0
f	1.6	0.6

問 5 宇宙の膨張を表す銀河の後退速度と銀河の距離との間には比例関係があり、これをハッブルの法則 (ハッブル・ルメートルの法則) という。いま、銀河 S と銀河 E はその法則にしたがっている。このとき、次の箇条書きで示された三つの観測結果をもとに、銀河系と銀河 E との距離を求めよ。最後に得られる数値のみでなく、その数値に至るまでの計算過程も説明すること。

- 銀河系と銀河 S との距離は 90 メガパーセク (Mpc)
- 銀河系から見た銀河 S の後退速度の大きさは 6300 km/s
- 銀河系から見た銀河 E の後退速度の大きさは 9100 km/s

4 次の文章を読み、下の各問に答えよ。

ドイツのウエゲナーが1912年に発表した **ア** 説は、現在離れている各大陸が、約 **X** 億年前の石炭紀後期には、 **イ** という一つの巨大な大陸をつくっており、その後分裂したとする説である。この説は当時の多くの研究者から注目されたが、大陸を動かす原動力をうまく説明できないこともあって、多くの反対にさらされ次第に支持を失っていった。

1950年代、イギリスの研究者たちは、世界中のいろいろな時代の岩石の **ウ** 磁気を測定して、過去の地磁気の北極の位置を明らかにした。その位置は、見かけ上次第に北上して現在の位置に近づいてきていたが、その移動経路は、ヨーロッパ大陸の岩石を使って求めたものと、北アメリカ大陸の岩石を使って求めたものとで異なっていた。そして、このことが **ア** 説の復活につながった。

1950年代にはまた、海洋の調査が進み、海嶺など海洋底の地形や海域の重力、地磁気、地下構造などについて多くのことが分かった。そして1960年代初めに、アメリカのヘスとディーツにより、海洋底拡大説が提案された。さらに1960年代終わりから1970年代になると、 **ア** を、変形しにくい硬い板であるプレートの動きとして説明できるようになった。プレートはリソスフェアともよばれ、その下の流れやすくやわらかい岩層である **エ** の上を動いている。造山活動など様々な地球の活動をプレートの運動により説明しようとする考え方を、プレート **オ** という。

問1 **ア** ~ **オ** に適切な語を入れよ。

問2 **X** に入る数値として適切なものを次のa~eから一つ選び、記号で答えよ。

a 1      b 2      c 3      d 4      e 5

問 3 下線部①に関して、この説が多くの研究者の注目を集めた理由は、今の大陸に見られるさまざまな事実をうまく説明することができたからである。海岸線の形が似ていること以外での、さまざまな事実の具体例を二つ挙げよ。

問 4 下線部②に関して、地磁気の三要素として用いられるもののうち、次の名称を答えよ。

- (1) 水平分力が真北（地理上の北）からずれている角度
- (2) 地磁気の方法が水平面となす角度

問 5 下線部③に関して、移動経路が異なっていたのはなぜか、簡潔に答えよ。

問 6 下線部④の海洋底拡大説とはどのような考え方かを、次の二つの語を文章に入れて 100 字以内で説明せよ。

語：海嶺，海溝

表面

# 問題訂正紙

## 化学

### 注意事項

1. 試験開始まで、この問題訂正紙の裏面をみてはいけません。  
「解答はじめ。」の指示の後に、訂正の内容を確認しなさい。
2. 問題訂正がある問題の番号は、です。
3. 試験終了後、問題訂正紙は持ち帰りなさい。

裏面

# 問題訂正

## 化学

訂正箇所	31ページ 5 問5 8行目
誤	・・・二重結合を1つ持つ <u>不飽和酸</u> 脂肪酸・・・
正	・・・二重結合を1つ持つ <u>不飽和</u> 脂肪酸・・・