

令和8年度 前期日程
入学者選抜学力検査問題

理 科

[注 意]

- 1 机の上に受験票を提示しておくこと。
- 2 監督者の指示があるまで、この冊子を開けてはいけない。
- 3 この冊子の問題は余白を入れて49ページからなっている。
- 4 この冊子に落丁・乱丁、印刷不鮮明な箇所があれば、手をあげて申し出ること。
- 5 農学生命科学科、栄養科学科、和食文化科学科（前期B）、生命化学科、理工情報学科および森林科学科の受験生は2科目を選択し、環境デザイン学科の受験生は1科目を選択し、解答すること。
- 6 1科目の配点は100点である。ただし、栄養科学科、和食文化科学科（前期B）、生命化学科、理工情報学科および環境デザイン学科においては2倍し、200点とする。また、農学生命科学科および森林科学科においては1.5倍し、150点とする。
- 7 選択した科目の解答用紙すべてに受験番号・氏名を必ず記入すること。解答用紙は、物理2枚、化学4枚、生物は3枚に分かれている。受験番号・氏名が記載されていない答案は無効となる場合がある。
- 8 解答は必ず別紙の解答用紙の指定された箇所に記入すること。
- 9 字数制限のある解答には、句読点や括弧なども字数に含める。
- 10 試験時間中の退室は認めない。
- 11 選択した科目の解答用紙は解答の記入の有無にかかわらず持ち帰ってはいけない。
- 12 問題および選択しなかった科目の解答用紙は、持ち帰ること。

令和8年度 前期日程 入学者選抜学力検査問題
理科 正誤表

<物理>

問題

2

4 ページ 問題文 9 行目

誤：「気体の定積モル比熱は～」

正：「単原子分子理想気体の定積モル比熱は～」

<化学>

問題

3

17 ページ 問2 (2)

誤：「～を答えよ。」

正：「～を有効数字2桁で答えよ。」

物 理

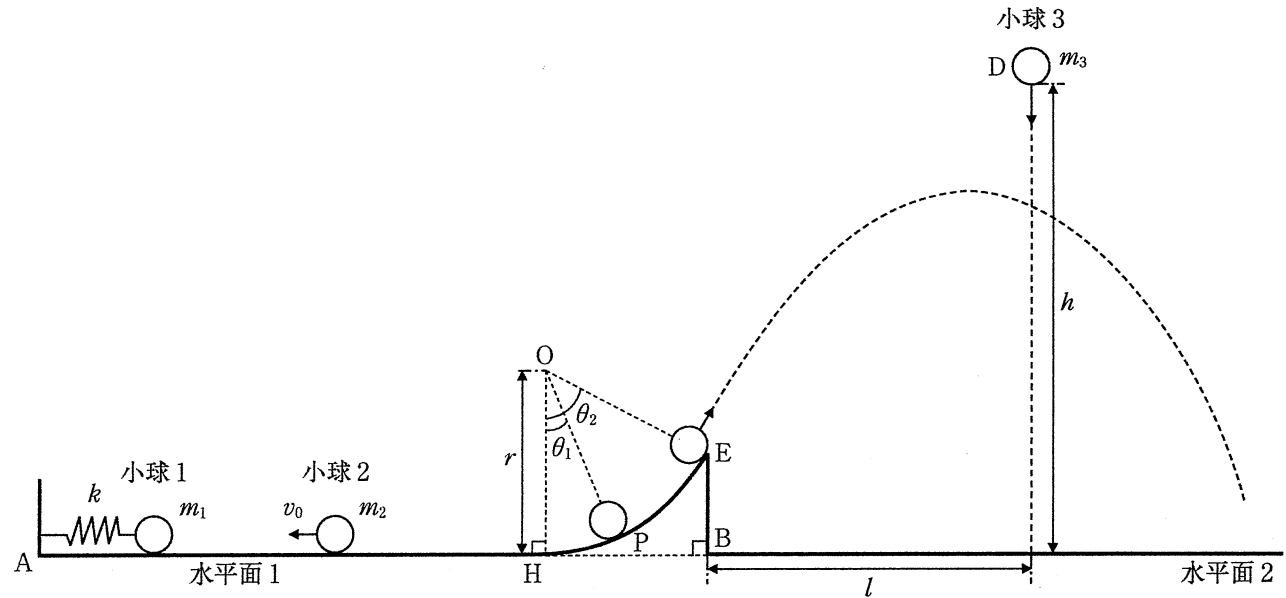
1 次の文章を読み、(1)～(6)に答えよ。

(25点)

図のように、AH間に水平面1があり、左端のA点に垂直な壁がある。壁には、ばね定数 k [N/m]のばねが自然長を保った状態で固定されており、ばねの右端には質量 m_1 [kg]の小球1が固定されている。また、図のO点を中心とする半径 r [m]の円筒の一部で構成された円筒状の台HEBが、水平面1の右端のH点に滑らかに接続されている。さらに、この台HEBのB点の右には水平面2がある。ここで、水平面1と水平面2の鉛直位置は同じで、BEと水平面1、水平面2は垂直である。

いま、水平面1上で、質量 m_2 [kg] (ただし、 $m_2 < m_1$)の小球2を小球1に向かって速さ v_0 [m/s]で滑らせた。すると小球1と小球2は衝突し、衝突後に小球1は左の壁の方へ、小球2は台HEBの方に向かって運動を始めた。小球2は台HEB上を通過した後、E点から空中に放出された。

また、小球2がE点から空中に放



出されたと同時に、B点からみて高さ h [m]、水平方向右側に距離 l [m] だけ離れたD点から質量 m_3 [kg] の小球3を自由落下させた。

重力加速度を g [m/s²]、小球1と小球2の反発係数を e ($0 < e < 1$) とし、水平面や台の摩擦、空気抵抗は無視できるものとする。さらに、台HEBのHE間においてOHとOP (ただしPはHE間の任意の点) のなす角度を θ_1 [rad]、OHとOEのなす角度を θ_2 [rad] とする。小球1、小球2、小球3の大きさは無視してよく、一連の運動は紙面に示した鉛直平面内で起きるものとする。また、小球1と小球2は、一度衝突した後、再度衝突することはないものとする。

- (1) 小球1と小球2の衝突直後のそれぞれの速さ v_1 [m/s] と v_2 [m/s] を、 e 、 m_1 、 m_2 、 v_0 を用いて表せ。
- (2) 小球2が衝突直後に台HEBの方に向かって運動を始めるために、反発係数 e が満たすべき条件を m_1 、 m_2 を用いて表せ。
- (3) 小球2との衝突後、小球1は単振動を行った。この時の振幅 A [m] を、 k 、 e 、 m_1 、 m_2 、 v_0 を用いて表せ。
- (4) 小球2が台HEB上のP点を通る時の速さ v_{2P} [m/s] を、 θ_1 、 v_2 、 g 、 r を用いて表せ。

ここで、 $\theta_2 = \frac{\pi}{3}$ として、 h を適切な値に調整すると、小球2と小球3が衝突した。なお、この衝突は、小球2と小球3が水平面2に到達するより前に起きるものとする。

- (5) 小球2がE点から放出されてから小球3と衝突する直前までの間の運動に着目する。小球3からみて、小球2はどのような運動をしているか。以下の文章の空欄(ア)に当てはまる数式と(イ)に当てはまる語句をそれぞれ答えよ。なお、(ア)に当てはまる数式は、 v_2 、 g 、 r を用いて表すこと。

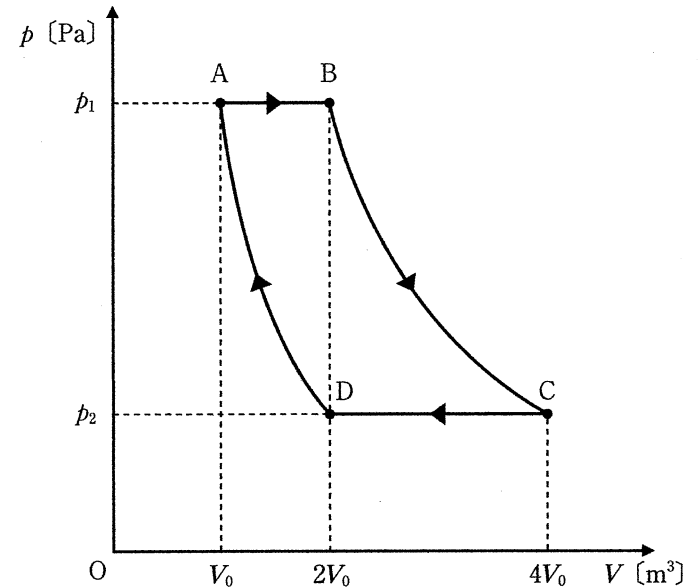
「小球3からは、小球2が速さ (ア) の (イ) 運動をしているように見える。」

(6) 小球2と小球3が衝突するために h が満たすべき条件を r, l を用いて表せ。

2 次の文章を読み, (1) ~ (6) に答えよ。

(25 点)

図はある熱機関のサイクルにおける, 気体の圧力 p [Pa] と体積 V [m³] の変化を示している。熱機関のシリンダーには単原子分子の理想気体が n [mol] 封入されており, 滑らかに動くピストンによって気体の状態は $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ の順に変化する。状態 A, B, C, D の圧力はそれぞれ p_1 [Pa], p_1, p_2 [Pa], p_2 であり, 体積は V_0 [m³], $2V_0, 4V_0, 2V_0$ である。ここで $A \rightarrow B$ のとき熱機関が高温熱源と接し, 状態 B のとき気体の温度は高温熱源の温度と等しい。また $C \rightarrow D$ のとき熱機関は低温熱源と接し, 状態 D のとき気体の温度は低温熱源の温度と等しい。 $B \rightarrow C$ と $D \rightarrow A$ は断熱変化である。気体定数を R [J/(mol·K)] とする。気体の定積モル比熱は $\frac{3}{2}R$ [J/(mol·K)] である。



- (1) 状態 A での気体の温度 T_A [K] を p_1, V_0, n, R を用いて表せ。
- (2) $A \rightarrow B$ の過程で気体が外部にする仕事 W_{AB} [J] を p_1 と V_0 を用いて表せ。ただし, 気体が外部に対してする仕事を正とする。
- (3) 状態 C および D での圧力 p_2 を p_1 で表せ。なお単原子分子の理想気体における断熱変化のとき $pV^{\frac{5}{3}} = \text{一定}$ である。
- (4) $B \rightarrow C$ の過程で気体が外部にする仕事 W_{BC} [J] を p_1 と V_0 を用いて表せ。ただし, 気体が外部に対してする仕事を正とする。
- (5) このサイクルにおける熱効率 e を有効数字 2 桁で求めよ。ただし, 2 のべき乗の数値は下表の通りである。

- (6) 熱機関における高温熱源の温度を $T_{\text{高}}$ [K], 低温熱源の温度を $T_{\text{低}}$ [K] とするとき, 熱効率の理論的な上限値は $e_{\text{max}} = 1 - \frac{T_{\text{低}}}{T_{\text{高}}}$ で求められることが知られている。(5) で求めた e について $e < e_{\text{max}}$ が成り立っていることを示せ。必要があれば下表の数値を用いてもよい。

x	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{3}{2}$	$-\frac{5}{2}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{2}{3}$	$-\frac{4}{3}$	$-\frac{5}{3}$	$-\frac{1}{4}$	$-\frac{3}{4}$	$-\frac{1}{5}$	$-\frac{2}{5}$	$-\frac{3}{5}$	$-\frac{4}{5}$
2^x	0.707	0.354	0.177	0.794	0.630	0.397	0.315	0.841	0.594	0.871	0.758	0.660	0.574

3 次の文章を読み、(1) ~ (5) に答えよ。

(25 点)

図のように円筒状のガラス管内に右側からピストンが挿入され、左側のガラス管の管口付近に発振器に接続したスピーカーが設置されている。この状態でピストンの位置やスピーカーが発する音波の振動数を自由に変化させ、ガラス管中の気柱の共鳴実験を行った。ただし、(1) ~ (2)の間では、空気の温度は t_1 [°C] で一定であるとする。なお、管口部における開口端補正は無視できるものとする。

スピーカー側の管口から距離 L_1 [m] の位置にピストンを固定し、スピーカーから出る音の振動数を 0 Hz からしだいに増していった。

- (1) 最初に共鳴する音の振動数 f_1 [Hz] を L_1 と管内の音速 V_1 [m/s] を用いて表せ。
- (2) さらに、振動数を増していき、 n 回目 ($n \geq 2$) に共鳴する音の振動数 f_n [Hz] を n , V_1 , L_1 を用いて表せ。

3 回目に共鳴する音の振動数は f_3 [Hz] であった。スピーカーから出る音の振動数を f_3 に保ち、ピストンの位置を L_1 とし、気柱に共鳴が生じている状態を状態 A とする。次に、ピストンの位置を L_1 に固定したまま管内の空気の温度を t_1 から t_2 [°C] に上げたところ、管内の音速が増大し共鳴が起こらなくなった。その後、ピストンの固定を外しピストンの位置を変えると、スピーカー側の管口から L_2 [m] の位置で気柱に再び共鳴が起こった。このとき、定常波の腹の数は状態 A と変わらなかった。

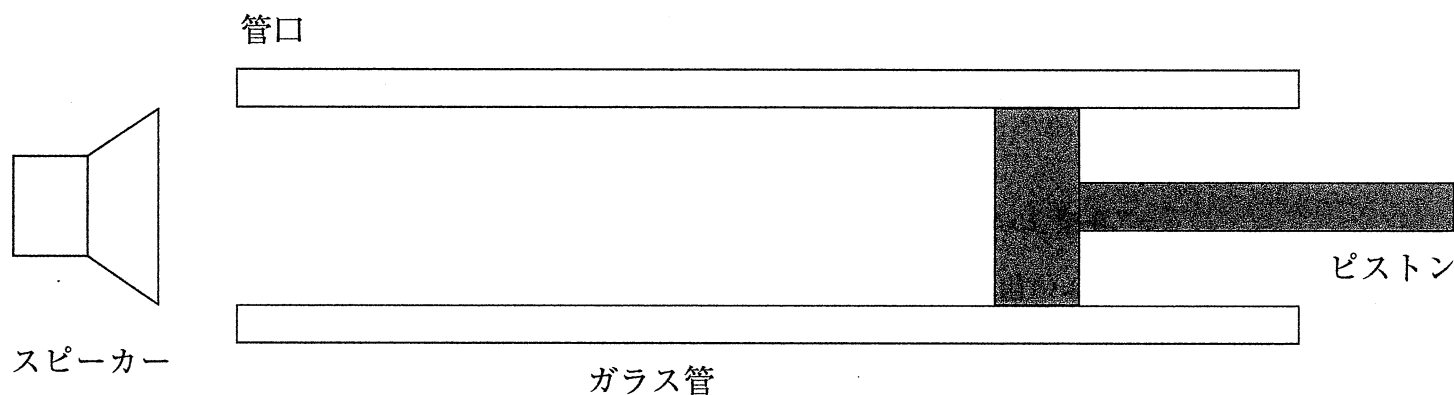
- (3) このときの気柱内の音波の波長 λ_2 [m] を L_2 を用いて表せ。

(4) このときの音速 V_2 [m/s] を L_1 , L_2 , V_1 を用いて表せ。

(5) 温度 t [°C] のときの空気中の音速 V [m/s] は次式で表される。

$$V = 331.5 + 0.6t \quad \dots \textcircled{1}$$

$t_1 = 20^\circ\text{C}$, $f_3 = 1000 \text{ Hz}$ であるとき, L_1 を小数点以下 3 桁まで求めよ。また, $L_2 - L_1 = 0.015 \text{ m}$ であるとき, ①式を用いて t_2 [°C] を有効数字 2 桁で求めよ。



4 次の文章を読み、(1) ~ (6) に答えよ。

(25 点)

図1のように、水平右向きに x 軸、鉛直上向きに y 軸をとり、長さ l [m] の電気を通さない糸で原点 O からつないだ小球1と小球2を、それぞれ座標 $(+l, 0)$ および座標 $(-l, 0)$ に固定した。小球1と小球2の質量は m [kg] で、それぞれの小球には q [C] の正電荷が与えられている。ただし、クーロンの法則の比例定数を k [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$]、重力加速度の大きさを g [m/s^2] とする。また、電位の基準を無限遠とし、小球1と小球2の大きさ、および糸の質量は無視できるものとする。

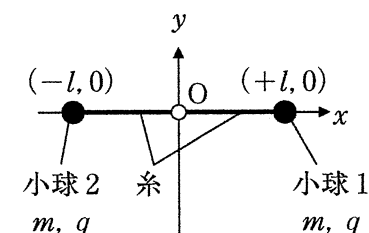


図1

- (1) 原点 O における電場の強さと電位を、それぞれ k, q, l のうち必要なものを用いて表せ。
- (2) 小球1と小球2からなる系の静電気力による位置エネルギーを k, q, l を用いて表せ。

次に、図2のように小球1と小球2を移動させて、小球1および小球2をつなぐ糸と y 軸負の方向のなす角度が同じになるようにして固定した。このときの角度を θ_1 [rad] とする。ただし糸のたるみはなく、 $0 < \theta_1 < \frac{\pi}{2}$ である。また、小球1と小球2は xy 平面内にある。

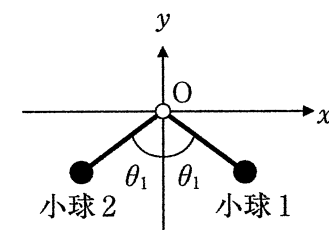


図2

- (3) 原点 O における電場の強さを k, q, l, θ_1 を用いて表せ。
- (4) 小球1にはたらく静電気力の大きさを k, q, l, θ_1 を用いて表せ。
- (5) 小球1と小球2が図1の配置から図2の配置に変化したときの位置エネルギーの変化量を、 k, q, l, θ_1, m, g を用いて表せ。なお、この場合の位置エネルギーは、重力による位置エネルギーと静電気力による位置エネルギーを含むものである。

その後、図3のように小球にはたらく重力、静電気力、糸の張力がつりあう位置で小球1および小球2を静止させた。ただし小球1と小球2は xy 平面内にあり、糸のたるみはないものとする。

- (6) 小球1および小球2をつなぐ糸と y 軸負の方向のなす角度を測定したところ、どちらも θ_2 であった。これを用いると電気量 q を決定することができる。電気量 q を k , l , θ_2 , m , g を用いて表せ。ただし $0 < \theta_2 < \frac{\pi}{2}$ である。

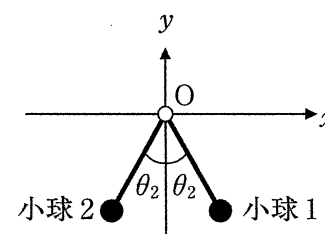


図3

化 学

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量 水素 1.0, 炭素 12.0, 窒素 14.0, 酸素 16.0, 銅 63.5, 銀 108

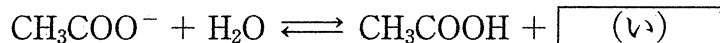
ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 標準状態における気体のモル体積 22.4 L/mol

水のイオン積 (25°C) $1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$, 酢酸の電離定数 (25°C) $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$, $\log_{10}2 = 0.30$, $\log_{10}3 = 0.48$, $\log_{10}5 = 0.70$

① 次の文章を読み、問 1～問 5 に答えよ。

25°C で、10 mL の 0.40 mol/L 酢酸 CH_3COOH 水溶液を 0.40 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で中和滴定したときの pH の変化を図 1 に示した。図 1 の③の中和点では、最初に存在していた CH_3COOH はすべて CH_3COO^- になっていたが、溶液の体積は NaOH 水溶液を加えた分だけ増加したため、中和点における加水分解前の CH_3COO^- のモル濃度は (あ) mol/L となっていた。しかし、 CH_3COO^- は次式で示すように、わずかに加水分解が生じていた (加水分解した割合を x とすると、 x の値は十分小さい)。



この式の平衡定数を K_h とすると、水は CH_3COO^- に比べて多量にあるため、水のモル濃

(26 点)

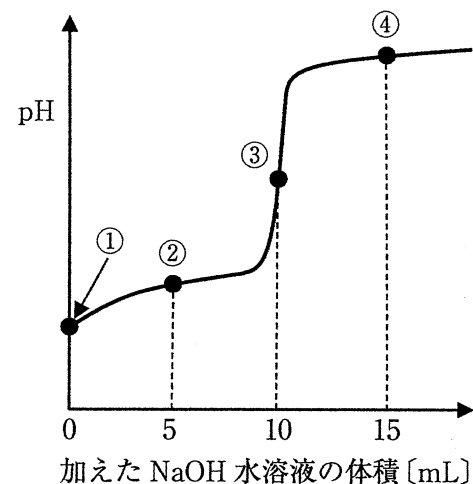


図 1. 中和滴定での pH の変化

度 $[\text{H}_2\text{O}]$ は一定と考えることができることから、次式が得られる。

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{(い)}]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

このことから、 K_h は K_a (酢酸の電離定数) と K_w (水のイオン積) で表すことができ、 $K_h = \text{(う)}$ となる。 K_a と K_w の実際の数値を代入し、 K_h の値を求めると $\text{(え)} \times 10^{-10}$ となる。さらに、 $1 - x \doteq 1$ とみなせることから、 (い) のモル濃度は $\text{(お)} \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ となり、中和点での pH は (か) であったことがわかる。

問1 図1の①は、NaOH水溶液を加える前の状態であるが、このときの溶液のpHを有効数字3桁で答えよ。なお、解答には考え方や計算式も示せ。

問2 図1の②は、まだ中和点に達する前の状態であるが、このときの溶液のpHは、NaOH水溶液を滴下しても、変化が小さい。このように、少量の酸や塩基を加えてもpHがほぼ一定に保たれる性質を持つ溶液は何と呼ばれるのか答えよ。

問3 (あ) ~ (か) に入る適切な数値・化学式・数式を答えよ。なお、 (え) ~ (か) については、考え方や計算式も示せ。

問4 この中和滴定において用いるべき適切な指示薬を答えよ。

問5 図1の④は、中和点に達した以降も、過剰にNaOH水溶液を加えた状態である。NaOH水溶液の電離度を1として、このときの溶液のpHを有効数字3桁で答えよ。なお、解答には考え方や計算式も示せ。

2 次の【I】、【II】の文章を読み、問1～問8に答えよ。

(22点)

【I】 ①イオン化傾向が異なる2種類の金属を電極に用いて、電解質の水溶液に浸して導線で結ぶと、イオン化傾向が大きい金属は酸化され、生じた電子は導線を通じて他方の金属へ流れ、そこでは（あ）反応が起こる。このとき、導線へ電子が流れ出す電極を（い）、導線から電子が流れ込み（あ）反応が起こる電極を（う）という。このようにして、化学エネルギーを電気エネルギーに変換して取り出す装置を電池という。実用化されている電池には多くの種類があり、例として、次の（a）～（c）のような実用電池がある。

（a）マンガン乾電池 （b）ニッケル水素電池 （c）燃料電池（リン酸形）

問1 （あ）～（う）に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部①について、表1はイオン化傾向が大きい順に左から右に並べた、金属のイオン化列である。なお、水素は金属ではないが、陽イオンになる性質があるので、比較のために表1の中に入れてある。（え）と（お）に入る適切な元素記号を答えよ。

表1 金属のイオン化列（一部の金属の元素を、・・・で省略してある）

Li	・・・	Na	（え）	Al	・・・	Pb	[H ₂]	Cu	・・・	Pt	（お）
----	-----	----	-----	----	-----	----	-------------------	----	-----	----	-----

問3 実用電池 (a) ~ (c) の分類の組み合わせとして正しいものを, 次の (ア) ~ (カ) から1つ選び, 記号で答えよ。

- (ア) (a) 一次電池 (b) 二次電池 (c) 一次電池と二次電池のどちらでもない
- (イ) (a) 二次電池 (b) 一次電池と二次電池のどちらでもない (c) 一次電池
- (ウ) (a) 一次電池と二次電池のどちらでもない (b) 一次電池 (c) 二次電池
- (エ) (a) 一次電池 (b) 一次電池と二次電池のどちらでもない (c) 二次電池
- (オ) (a) 一次電池 (b) 二次電池 (c) 一次電池
- (カ) (a) 二次電池 (b) 一次電池と二次電池のどちらでもない (c) 一次電池と二次電池のどちらでもない

【Ⅱ】 図1のように2つの電解槽を直列につなぎ、電解槽-1に十分量の硝酸銀水溶液、電解槽-2に十分量の硝酸銅(Ⅱ)水溶液を入れ、2.00 Aの電流を流して16分5秒間電気分解したところ、電極Aに2.16 gの銀が析出した。ただし、電気分解の前後で電解質水溶液の体積の変化は無視してよい。また、発生する気体は電解質水溶液に溶解しないものとする。

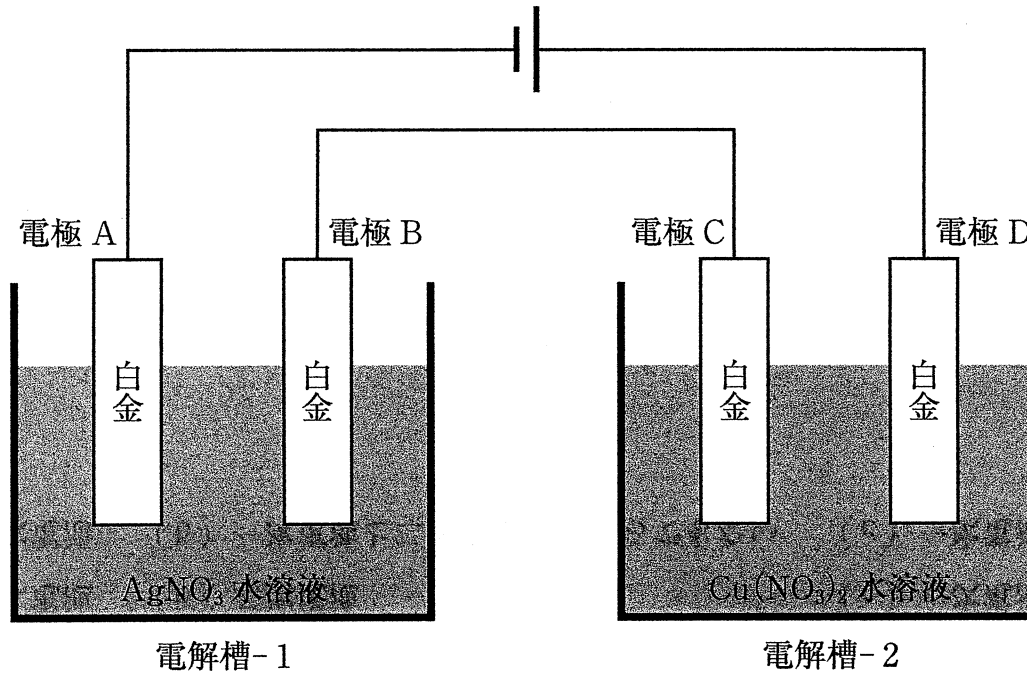


図1

問4 この電気分解で流れた電気量[C]を有効数字3桁で答えよ。なお、解答には考え方や計算式も示せ。

問5 電極Cと電極Dで起こる化学変化を、 e^- を含むイオン反応式でそれぞれ示せ。

問6 電極B付近の水溶液のpHはどのように変化するかを、〈大きくなる・変化しない・小さくなる〉から選び、○で囲め。
また、その理由を答えよ。

問7 電極Cに析出した物質の質量[g]を有効数字3桁で答えよ。なお、解答には考え方や計算式も示せ。

問8 電解槽-1および電解槽-2で発生した気体の、標準状態における体積の総和[L]を有効数字3桁で答えよ。なお、解答には考え方や計算式も示せ。

3 次の文章を読み、問1～問10に答えよ。

(26点)

酸素は、空気中に体積比で約21%存在し、工業的には液体空気の下留で得られる。実験室では水の電気分解、①過酸化水素水の分解、②塩素酸カリウムの熱分解などで発生させ、(あ)置換で集める。酸素は、(い)に次いで陰性が強く、多くの元素と反応して酸化物をつくる。二酸化炭素、二酸化窒素や二酸化硫黄などは、水と反応して酸を生じたり、塩基と反応して塩を生じたりする。このような酸化物を③酸性酸化物という。これとは逆に、水と反応して塩基を生じたり、酸と反応して塩を生じるものを④塩基性酸化物と呼ぶ。また、酸、塩基のどちらとも反応して塩を生じる酸化物を⑤両性酸化物という。

問1 (あ)および(い)に入る適切な語句および元素名を答えよ。

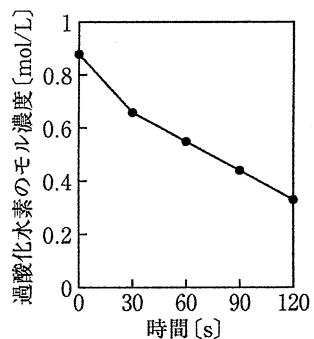
問2 下線部①に関して、塩化鉄(III)を触媒として加えると、分解して酸素を発生する。0.88 mol/Lの過酸化水素水20 mLに塩化鉄(III)を加え、温度を一定に保ち、発生した酸素の体積を測定し、物質量を計算したところ、表1に示すようになった。

表1 過酸化水素の分解反応から得られた酸素の物質量

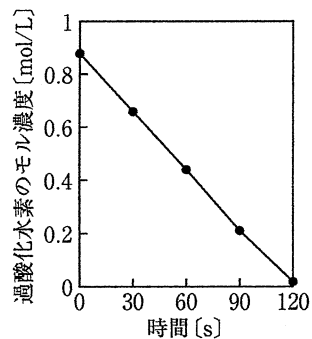
時間[s]	0	30	60	90	120
発生した酸素の物質量[mol]	0	4.3×10^{-3}	6.7×10^{-3}	7.8×10^{-3}	8.3×10^{-3}

- (1) 反応開始から 30 秒後の過酸化水素のモル濃度 [mol/L] を答えよ。なお、解答には考え方や計算式も示せ。
- (2) 最初の 30 秒間の過酸化水素の分解速度 [mol/(L·s)] を答えよ。なお、解答には考え方や計算式も示せ。
- (3) この反応における過酸化水素の濃度の変化として、適切な図を次の (ア) ~ (エ) から選び、記号で答えよ。

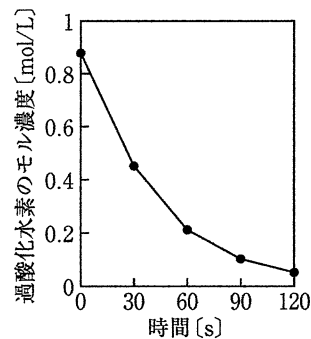
(ア)



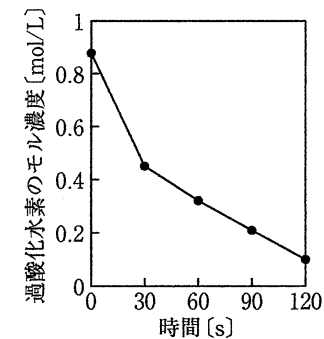
(イ)



(ウ)



(エ)



問3 下線部②に関して、酸化マンガン (IV) を触媒として加えて加熱すると、分解して酸素を発生する。このときの化学反応式を示せ。

問4 下線部③～⑤に関して、それぞれの元素の酸化物の組み合わせとして適切なものを次の(ア)～(カ)から1つ選び、記号で答えよ。

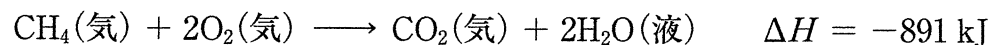
- (ア) 酸性酸化物：ナトリウム， 塩基性酸化物：アルミニウム， 両性酸化物：リン
- (イ) 酸性酸化物：ナトリウム， 塩基性酸化物：リン， 両性酸化物：アルミニウム
- (ウ) 酸性酸化物：アルミニウム， 塩基性酸化物：ナトリウム， 両性酸化物：リン
- (エ) 酸性酸化物：アルミニウム， 塩基性酸化物：リン， 両性酸化物：ナトリウム
- (オ) 酸性酸化物：リン， 塩基性酸化物：ナトリウム， 両性酸化物：アルミニウム
- (カ) 酸性酸化物：リン， 塩基性酸化物：アルミニウム， 両性酸化物：ナトリウム

問5 酸化亜鉛は両性酸化物であり、水酸化ナトリウム水溶液と反応して水溶液となる。このときの化学反応式を示せ。

問6 二酸化炭素に関する記述として適切なものを次の(ア)～(カ)からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 分子の形は折れ線形である。
- (イ) 分子全体として極性がある極性分子である。
- (ウ) 固体であるドライアイスは分子結晶であり、昇華しやすい。
- (エ) 石灰水に二酸化炭素を吹き込むと炭酸水素カルシウムを生じて白濁する。
- (オ) Ba^{2+} を含む水溶液に二酸化炭素を通じると白色沈殿を生じる。
- (カ) 鉄 Fe は赤鉄鉱 Fe_2O_3 を高炉内で、二酸化炭素で還元することにより得られる。

問7 二酸化炭素は、メタンを燃焼することによっても生成する。そのときの燃焼エンタルピーは次式で表される。



反応物 $\text{CH}_4(\text{気})$ と生成物 $\text{H}_2\text{O}(\text{液})$ 、それぞれの生成エンタルピーは -75 kJ 、 -286 kJ である。二酸化炭素の生成エンタルピー $[\text{kJ}]$ を答えよ。なお、解答には考え方や計算式も示せ。

問8 二酸化窒素（赤褐色）から四酸化二窒素（無色）が生じる反応は可逆反応であり、次式で表される。



この平衡を左向きに移動させる条件を次の（ア）～（カ）からすべて選び、記号で答えよ。

- （ア） 温度一定で、圧力を高くする。
- （イ） 温度一定で、圧力を低くする。
- （ウ） 圧力一定で、温度を高くする。
- （エ） 圧力一定で、温度を低くする。
- （オ） 温度・体積一定で、アルゴンを加える。
- （カ） 温度・体積一定で、鉄粉を加える。

問9 二酸化ケイ素は、自然界で石英、けい砂などとして結晶構造をもって存在する。一方、このような物質に対して、構成単位の配列に規則性をもたずに集合した固体物質も存在する。このような固体物質の状態の名称を答えよ。

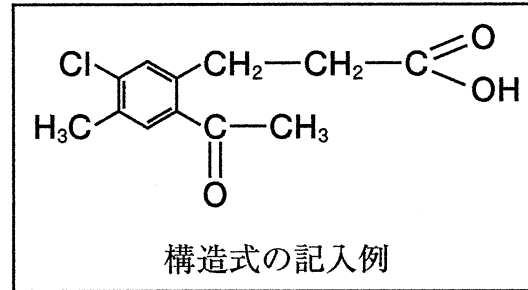
問10 次の酸化物および酸素を含むイオンに関する記述として適切なものを次の (ア) ~ (カ) からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 銅を空气中で加熱すると赤色の Cu_2O が生じ、さらに加熱すると黒色の CuO になる。
- (イ) 硝酸銀水溶液に塩酸を少量加えると、酸化銀が沈殿する。
- (ウ) 二酸化ケイ素は薬品に侵されにくいだが、フッ化水素酸には溶ける。
- (エ) 塩素は水に少し溶け、塩化水素と塩素酸を生じる。
- (オ) クロム酸イオン CrO_4^{2-} に塩基を加えると二クロム酸イオン $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ になる。
- (カ) 赤紫色の過マンガン酸イオンは、硫酸酸性条件では強い酸化力を示す。

(余 白)

4 次の【I】、【II】の文章を読み、問1～問10に答えよ。なお、構造式は下記の例を参考にして示せ。

(26点)



【I】 低分子量の化合物を人工的に結びつけて合成された分子量が約1万以上の化合物を合成高分子化合物といい、多くの合成高分子化合物が、私たちの生活を支えている。合成高分子化合物は、合成樹脂、合成ゴム、合成繊維などに分類される。ここでは次の4種類の合成樹脂の合成方法について取り上げる。

〈 合成樹脂 A 〉 化合物 B を付加重合させることにより、合成樹脂 A が得られる。化合物 B は合成ゴムの原料でもあり、1,3-ブタジエンと共重合させることにより、自動車のタイヤなどに使われる合成ゴムとなる。化合物 B はベンゼンの水素原子1個をビニル基で置換した構造をもつ。

〈 合成樹脂 C 〉 化合物 D を付加重合させることにより、合成樹脂 C が得られる。工業的には、ナフサを熱分解することにより化合物 D が得られる。実験室では、化合物 D は濃硫酸を 160 ~ 170°C に加熱しながら①エタノールを加えると生じる。

〈 ポリエチレンテレフタレート (PET) 〉 化合物 E を酸化することにより得たテレフタル酸と、化合物 F を縮合重合させることにより得られる。

〈 ナイロン 66 〉 アジピン酸 $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ とヘキサメチレンジアミン $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ を縮合重合させることにより得られる。

問1 合成樹脂 A, C の名称を答えよ。

問2 化合物 B, D, E, F の構造式を示せ。

問3 合成樹脂 A の説明として正しいものを次の (ア) ~ (カ) からすべて選び、記号で答えよ。

- (ア) 加熱すると軟化し、冷却すると再び硬化する。
- (イ) 電気伝導性があるため、特別な処理をせずに電気製品の外装材や絶縁部品として使用することができる。
- (ウ) 廃棄物を衣類に再利用する技術が広く用いられている。
- (エ) 耐油性があるため、鍋などの調理器具の部品として使用することができる。
- (オ) 加熱すると三次元網目状の立体構造が発達して硬化する。
- (カ) 発泡させることにより衝撃を吸収しやすくなるため、緩衝材として使用することができる。

問4 次の (a) ~ (d) のそれぞれに化合物 D を加えたところ、そのうちの 1 つで外観上の変化が見られた。外観上の変化が見られた溶液を (a) ~ (d) の記号で答え、このとき起こった反応を、構造式を用いた化学反応式で示せ。

- (a) さらし粉水溶液 (b) 臭素水 (c) ニンヒドリン水溶液 (d) アンモニア性硝酸銀水溶液

問5 下線部①の化合物を酸化すると、化合物 G を経て化合物 H を生じる。化合物 G, H の名称を答えよ。また、問4の (a) ~ (d) それぞれに化合物 G を加えて加熱したところ、そのうちの1つで外観上の変化が見られた。外観上の変化が見られた溶液を (a) ~ (d) の記号で答え、このとき起こった変化 (沈殿の生成や色の変化など) を説明せよ。

問6 平均分子量 3.39×10^4 のナイロン 66 がある。このナイロン 66 の1分子中には平均何個のアミド結合が存在するか答えよ。なお、解答には考え方や計算式も示せ。

【II】 芳香族化合物 I ~ L を溶かしたジエチルエーテル混合溶液がある。この溶液を用いて、図1の実験手順で化合物 I ~ L を分離した。また、化合物 I ~ L について、次の【実験1】 ~ 【実験5】 もあわせて行った。

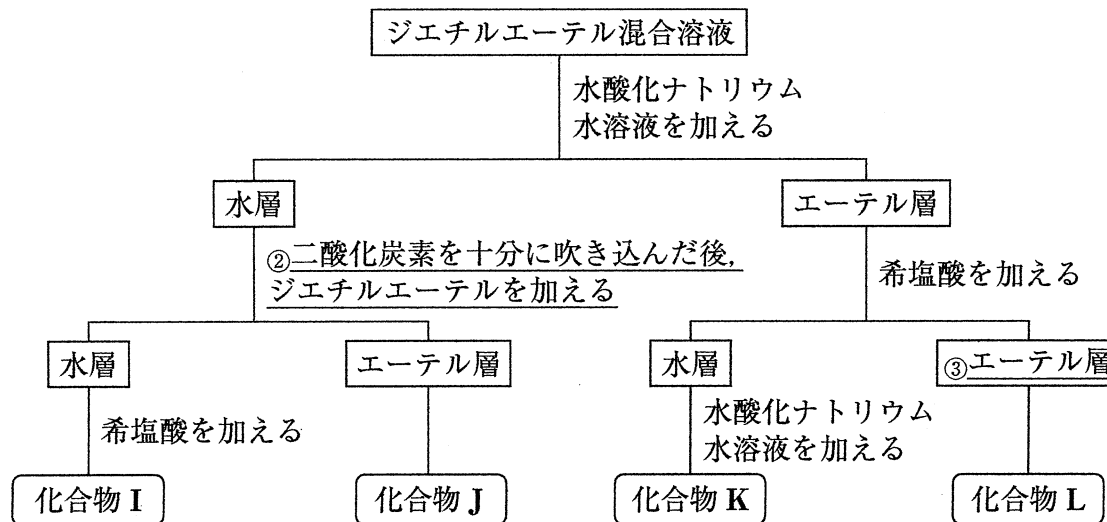


図1

【実験1】 化合物 I は、消炎鎮痛剤として用いられる無色の油状の液体を加水分解することによっても得られた。

【実験2】 化合物 I, J それぞれに塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えたところ、青紫～赤紫色に呈色した。

【実験3】 化合物 J の分子量を質量分析計で調べたところ、分子量は 122 であることがわかった。

【実験4】 化合物 K と無水酢酸を作用させたところ、アセトアニリドが生成した。

【実験5】 分子量が 120 でベンゼンの水素原子 1 つを置換した一置換体であることがわかっている化合物 L を元素分析したところ、炭素と水素のみからなることがわかった。

問7 化合物 I, K, L の構造式を示せ。

問8 化合物 I と無水酢酸に濃硫酸を加えて加熱すると、化合物 M が生成した。このとき起こった反応として最も適切なものを次の (ア) ～ (オ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

(ア) スルホン化 (イ) ニトロ化 (ウ) アセチル化 (エ) 加水分解 (オ) ジアゾ化

問9 化合物 I と化合物 J を分離するために行った下線部②の操作について、その理由を述べた次の文章の中で (i) ~ (v) に入る組み合わせとして正しいものを (ア) ~ (カ) から 1 つ選び、記号で答えよ。

二酸化炭素を吹き込む前の水層には、化合物 I の塩と化合物 J の塩が存在している。化合物 I は (i) をもつため、二酸化炭素の水溶液よりも (ii) 酸である。このため、化合物 I の塩から化合物 I は遊離 (iii)。一方、フェノール性水酸基をもつ化合物 J は二酸化炭素の水溶液よりも (iv) 酸であるため、化合物 J の塩から化合物 J は遊離 (v)。ここにジエチルエーテルを加えると化合物 J はエーテル層に移動する。

(ア) i : ヒドロキシ基, ii : 強い, iii : する, iv : 弱い, v : しない

(イ) i : ヒドロキシ基, ii : 弱い, iii : する, iv : 強い, v : しない

(ウ) i : カルボニル基, ii : 強い, iii : する, iv : 弱い, v : しない

(エ) i : カルボニル基, ii : 弱い, iii : しない, iv : 強い, v : する

(オ) i : カルボキシ基, ii : 強い, iii : しない, iv : 弱い, v : する

(カ) i : カルボキシ基, ii : 弱い, iii : しない, iv : 強い, v : する

問10 化合物 J と同じ分子式をもつ芳香族化合物は複数存在する。それらの化合物の中には、図 1 の手順で分離した場合に化合物 J とは異なり下線部③のエーテル層に分離される化合物もある。そのうち、ベンゼンの二置換体で置換基が *o*- (オルト) の位置関係にある化合物の構造式を 2 つ答えよ。

(余 白)

生 物

1 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

(20点)

[文章] 細胞は、特定の物質を細胞内に吸収したり、特定の物質を細胞外に放出したりしながら活動している。細胞膜がもつ特定の物質のみ透過させる性質を（ア）という。身体を構成する物質の中で最も多く含まれている①水分子は、細胞膜を自由に透過することが困難であり、膜上にある（イ）というチャンネルを介して輸送される。チャンネルの他にも担体（輸送体）や（ウ）とよばれる膜輸送タンパク質が細胞膜を介した物質の輸送に関与している。食事から摂取した栄養素を小腸の上皮細胞で吸収する時も膜輸送タンパク質が重要な役割を担っている。そして1つの栄養素が複数の膜タンパク質や異なる仕組みを介して吸収されることもある。

実験用小動物の小腸（空腸）の断片（3～4 cm）を使用して、小腸の糖質吸収に関する下記の3つの実験が実施された。

【準備】

溶液 A：グルコース 100 mg をナトリウムを含む溶液に溶かし全量を 100 mL にした。

溶液 B：グルコース 100 mg をナトリウムを含まない溶液に溶かし全量を 100 mL にした。

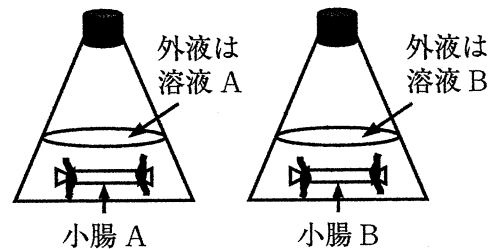
溶液 C：グルコース 100 mg とフルクトース（果糖）100 mg をナトリウムを含む溶液に溶かし全量を 100 mL にした。

溶液 D：グルコース 100 mg とフルクトース（果糖）100 mg をナトリウムを含まない溶液に溶かし全量を 100 mL にした。

【方法】

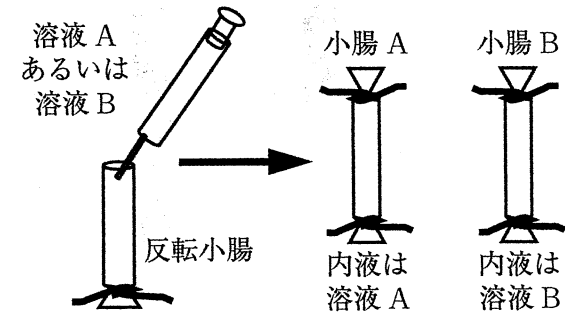
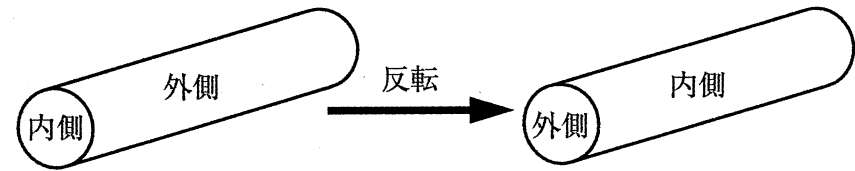
<実験1>

1. 小腸の内側と外側を反転させた。
2. 反転した小腸の一端を糸で結び、硬くしばった。
3. 小腸の開放されている側から注射器を用いて溶液 A あるいは溶液 B をそれぞれ 2 mL 注入したあと、液が漏れ出ないようにもう一方の端も糸でしばった。両端がしばられた小腸をそれぞれ小腸 A、小腸 B とした。
4. 三角フラスコに外液として溶液 A を 10 mL 入れ、その中に小腸 A を浸した。同様に、



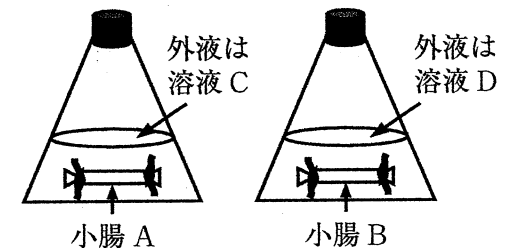
に、外液として溶液 B を 10 mL 入れた中に小腸 B

- を浸した。その後、フラスコ内の空気をこの吸収実験に適切なガスに置換して栓をした。
5. 4. で準備した三角フラスコを 37°C の温湯中で 30 分間振とうした。
 6. 小腸に注入した内液と三角フラスコの外液のグルコース濃度を測定した。



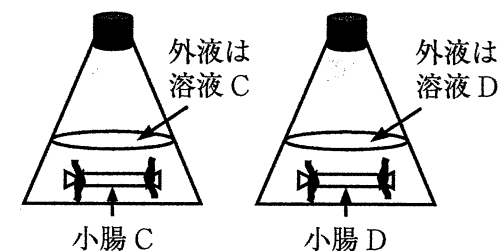
<実験2>

1. 実験1の方法1.～3.までと同じ操作を行った。
2. 三角フラスコに外液として溶液 C を 10 mL 入れ、その中に小腸 A を浸した。同様に、外液として溶液 D を 10 mL 入れた中に小腸 B を浸した。その後、フラスコ内の空気をこの吸収実験に適切なガスに置換して栓をした。
3. 2. で準備した三角フラスコを 37°C の温湯中で 30 分間振とうした。
4. 小腸に注入した内液のグルコース濃度とフルクトース濃度をそれぞれ測定した。



<実験3>

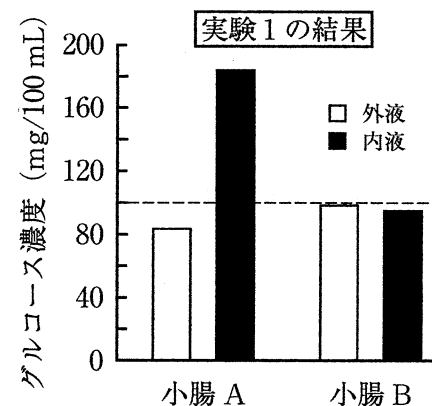
1. 実験1の方法1.~2.までと同じ操作を行った。
2. 小腸の開放されている側から注射器を用いて溶液Cあるいは溶液Dをそれぞれ2 mL 注入したあと、液が漏れ出ないようにもう一方の端も糸でしばった。両端がしばられた小腸をそれぞれ小腸C, 小腸Dとした。
3. 三角フラスコに外液として溶液Cを10 mL 入れ, その中に小腸Cを浸した。同様に, 外液として溶液Dを10 mL 入れた中に小腸Dを浸した。その後, フラスコ内の空気をこの吸収実験に適当なガスに置換して栓をした。
4. 3.で準備した三角フラスコを37℃の温湯中で30分間振とうした。
5. 小腸に注入した内液のグルコース濃度とフルクトース濃度をそれぞれ測定した。



【結果】

実験1の結果は, 右のグラフに示した。

実験2の結果, 小腸Aと小腸Bの内液のグルコース濃度は実験1の結果と変わりなかった。しかし溶液Aと溶液Bには含まれていないフルクトースが, 両方の内液サンプルからほぼ同じ濃度で検出された。



実験3の結果, 小腸Cと小腸Dの内液のグルコース濃度も実験1の小腸Aと小腸Bのそれぞれの結果と変わりなかった。フルクトースの濃度は, 小腸Cの内液も小腸Dの内液も100 mg/100 mLであった。

問1 文中の（ア）～（ウ）に最も適切な語句を答えよ。

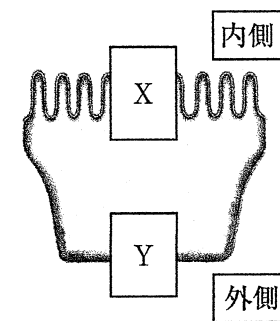
問2 下線部①の理由を40字以内で答えよ。

問3 膜輸送タンパク質を介さずに、細胞膜を通過しやすい物質を下の（a）～（g）から2つ選び、記号で答えよ。

- （a）アミノ酸 （b）タンパク質 （c）ステロイド系ホルモン
（d）スクロース（ショ糖） （e）でんぷん （f）カリウムイオン （g）酸素

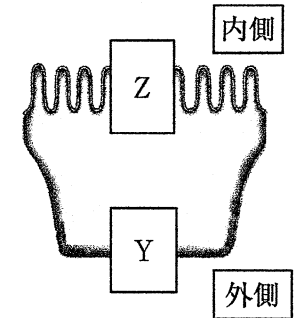
問4 細胞膜を介した物質の輸送には、受動輸送と能動輸送という2つの仕組みがある。この2つの違いを80字以内で答えよ。

問5 小腸上皮細胞のグルコースの吸収では、2種類の異なる輸送体（腸管の内側の輸送体Xと外側の輸送体Y）が機能している。Xは細胞外から細胞内へ、Yは細胞内から細胞外へ糖を輸送する。実験1の結果に基づき、輸送体Xの特徴を40字以内で答えよ。



問6 実験1の結果において、吸収反応後の小腸Aの外液と小腸Aの内液の濃度の増減の程度が一致しない理由を80字以内で答えよ。

問7 小腸上皮細胞のフルクトースの吸収では、2種類の異なる輸送体（腸管の内側の輸送体Zと外側の輸送体Y）が機能している。輸送体Yはグルコースの輸送にも関与している膜輸送タンパク質である。実験2と実験3の結果に基づき、輸送体Zの特徴を50字以内で答えよ。



(余 白)

2 次の文章1と文章2を読み，問1～問7に答えよ。

(20点)

[文章1] ヒトの体内環境は，内分泌系および神経系のはたらきによって一定に維持されている。寒冷環境下では，体温の低下を脳の体温調節中枢が感知し，甲状腺から（ア），副腎皮質から（イ）の分泌が高まる。これらのホルモンが肝臓や骨格筋，褐色脂肪組織などに作用し，代謝を促進することで発熱を高める。また，（ウ）神経のはたらきにより皮膚の血管が収縮し，体表面の血流量が減少することで放熱を抑える。一方，暑熱環境下では，体温の上昇を体温調節中枢が感知し，（エ）神経が活性化することにより汗腺から発汗が起こり，放熱を高める。発汗により細胞外の体液（細胞外液）が減ると，抗利尿ホルモンの分泌が高まり，尿量が減少する。

問1 文中の（ア）～（エ）に入る最も適切な語句を答えよ。

問2 甲状腺に作用して（ア）の分泌を高めるホルモンの内分泌腺名を答えよ。また，その内分泌腺の場所を図1のA～Cから選び，記号で答えよ。

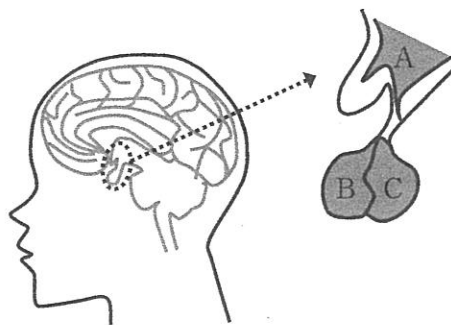


図1

問3 汗は細胞外液の一部が体表面へ分泌されたものである。細胞外液に最も多く含まれる電解質の名称を答えよ。また、その電解質が細胞内に少なく、細胞外に多く存在するしくみを60字以内で答えよ。

問4 発汗により体液量を喪失した後、多量の水を飲んだ。飲水後に起こる変化を記述した下の文章の（ a ）～（ c ）について適切な語句を選び、解答欄の選択肢を丸で囲め。

細胞外液の浸透圧が（ a 上昇・低下）し、これに続いて細胞容積が（ b 増加・減少）する。また、抗利尿ホルモンの分泌量が変化することにより、腎臓での水の再吸収量が（ c 増加・減少）する。

[文章 2] ヒトの体には病原体を除去する免疫という生体防御のしくみがある。免疫には、生まれつき備わっている自然免疫と、病原体の種類に応じて特異的に作用する適応免疫があり、いずれも体内を循環する種々の白血球が役割を分担してはたらく。自然免疫においては、体内に病原体が侵入すると、その場所に白血球が集まり、それらを①食作用により排除しようとする。この過程で、病原体が侵入した部位に②炎症が起こると、その局所で血流量が増加する。また、白血球から放出される物質が脳の体温調節中枢へ作用すると、全身で発熱が高まり、免疫機能が高められる。自然免疫をすりぬけて侵入した病原体に対しては、適応免疫によって対応する。適応免疫のうち、抗体のはたらきを利用する反応を体液性免疫、感染した細胞やがん化した細胞を排除する反応を細胞性免疫という。いずれの適応免疫も、③免疫記憶により侵入した病原体をすみやかに排除する特徴を持つ。

問 5 下線部①のはたらきを持つ白血球のうち、適応免疫の発動に関与するものの名称を答えよ。また、その白血球がどのように適応免疫を担う細胞群に情報を伝達するのか、60字以内で答えよ。

問 6 下線部②で起こる主な現象を3つ答えよ。

問 7 体液性免疫における下線部③のしくみについて、以下の語句をすべて用いて100字以内で答えよ。

[語句] B細胞, 記憶細胞, 抗原抗体反応

(余 白)

3 次の文章1～文章4を読み、問1～問4に答えよ。

(20点)

[文章1] グレゴール・メンデルは、19世紀半ばに約28,000本のエンドウ (*Pisum sativum*) を交配し、親の持つ形質が将来の世代にどのように受け継がれるかという一連の実験を行い、メンデルの法則として知られる遺伝法則を見出した。この実験でメンデルが対象としたのは、①以下の7つの形質である；種子の色、花の色、花がつく位置、背丈の高さ、種子の形、さやの色、さやの形。このうち、遺伝子と関連付けられた最初のもは種子の形である。エンドウの品種の中には、乾燥するとしわがよってしまうものと丸いままのものがあり、メンデルは、「しわ」型遺伝子が潜性(劣性)、「丸」型遺伝子が顕性(優性)であることを明らかにした。その後、1990年に、②糖をデンプンに変換する時に働く酵素の遺伝子 (*SBE1*) が種子の形を決めていることが明らかとなった。その後、背丈の高さ、花の色、種子の色という3つの形質に関わる遺伝子の発見が続き、そして、昨年(2025年)、残された最後の3つの形質を担う遺伝子が特定され、メンデルが用いた7つすべての形質を担う遺伝子が明らかになった。

[文章2] 下線部①の形質のうち、種子の色としては「黄色」と「緑色」が、さやの形として「ふくれ」と「くびれ」があり、この2つの形質を支配する遺伝子はそれぞれ1つで互いに独立に遺伝する。「黄色」は「緑色」に対して顕性、「ふくれ」が「くびれ」に対して顕性である。また、種子の色は子葉の色であり、さやは子房の一部である子房壁が肥大したものである。

[文章3] 下線部②について、「丸」の *SBE1* 対立遺伝子は機能のある酵素を作ることができるが、「しわ」の *SBE1* 対立遺伝子は転移因子(トランスポゾン)と呼ばれるDNA配列の挿入により遺伝子が分断されており、機能のある酵素を作ることができない。そこで、転移因子の挿入による遺伝子型の変化を確かめるために、図1のように、*SBE1* 遺伝子と転移因子のDNA配

列に相補的なプライマー（A～D）を用いてPCRを行い，得られた増幅断片を電気泳動により観察した。

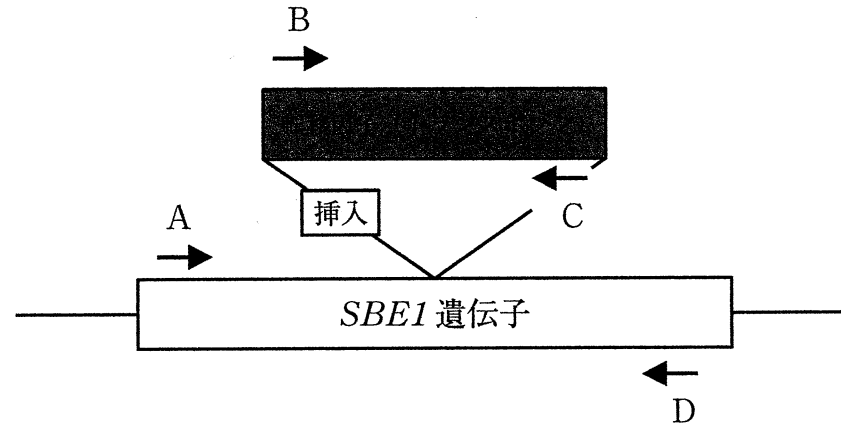


図1 横棒線はDNAを示し，白い長方形は *SBE1* 遺伝子配列，灰色の長方形は転移因子配列を示し，転移因子のDNA配列がこの位置に挿入されていることを示す。A, B, C, Dの各矢印は，それぞれのプライマー設計領域と5' → 3'の方向を示す。

[文章4] エンドウの種子の色を決定している遺伝子はクロロフィルの分解に関与する *SGR* 遺伝子であり，メンデルは機能型の対立遺伝子を持つ「黄色」の純系と非機能型の対立遺伝子を持つ「緑色」の純系を用いて実験を行った。今回，種子の色が「黄色」の純系を毎世代自家受粉して栽培していたところ，その中に，種子の色が「緑色」になる新規の突然変異体を見つけた。この種子が「緑色」の新規突然変異体を「黄色」の純系と交配したところ，その雑種第1代 (F_1) の種子はすべて「黄色」となった。そこで，③新たに見つかった種子が「緑色」になる突然変異が *SGR* 遺伝子座に起こった変異なのか，別の染色体上の遺伝子座に起きたものなのかを確認するために，この新規突然変異体とメンデルの用いた「緑色」純系との F_1 を自家受粉して得られた雑種第2代 (F_2) の表現型を調査した。

問1 [文章3]の実験を行った結果、種子の形を決める *SBE1* 遺伝子について、顕性ホモ個体、ヘテロ接合体、潜性ホモ個体では、それぞれどのような増幅断片が観察されるかを、以下に示すプライマーの組み合わせごとに増幅の有無と増幅する場合は増幅断片の数を答えよ。

- (a) プライマー A と C
- (b) プライマー A と D
- (c) プライマー B と C
- (d) プライマー B と D

問2 種子が「黄色」でさやの形が「ふくれ」である純系と、種子が「緑色」でさやの形が「くびれ」の純系とを交配し、雑種第1代 (F_1) を得た。この F_1 の種子をまいて栽培し、自家受粉した雑種第2代 (F_2) の種子が入ったエンドウのさやを収穫した。収穫した中からさやを一つだけ取り出した時、そのさやの形は「ふくれ」か「くびれ」か、また、取り出したさやの中に種子が4粒入っていた場合、その種子の色は「黄色」か「緑色」かを、その理由とともに答えよ。

問3 下線部③について、(1) 突然変異が *SGR* 遺伝子座に起きた場合と、(2) *SGR* 遺伝子座と連鎖していない別の染色体上の遺伝子座に起きた場合の2つに分けて、 F_2 で期待される表現型の分離比 (緑色 : 黄色) を答えよ。ただし、*SGR* 遺伝子座内での組換えは起きないとする。

問4 エンドウを使って、ある形質を支配する遺伝子を同定しようと実験を進めている。遺伝子が存在している範囲を特定して、その領域のゲノム配列を確認したところ、この領域には、下の図2のように3つの遺伝子が存在していることがわかった。それぞれについて、顕性形質を示す純系と潜性形質を持つ純系の塩基配列を決定したところ、図2に示した部分の塩基配列に違いがあった。図2の塩基配列情報と表1の遺伝暗号表を参考にして、3つのうちどの遺伝子がこの形質の原因遺伝子である可能性もっとも高いか、その理由とともに答えよ。

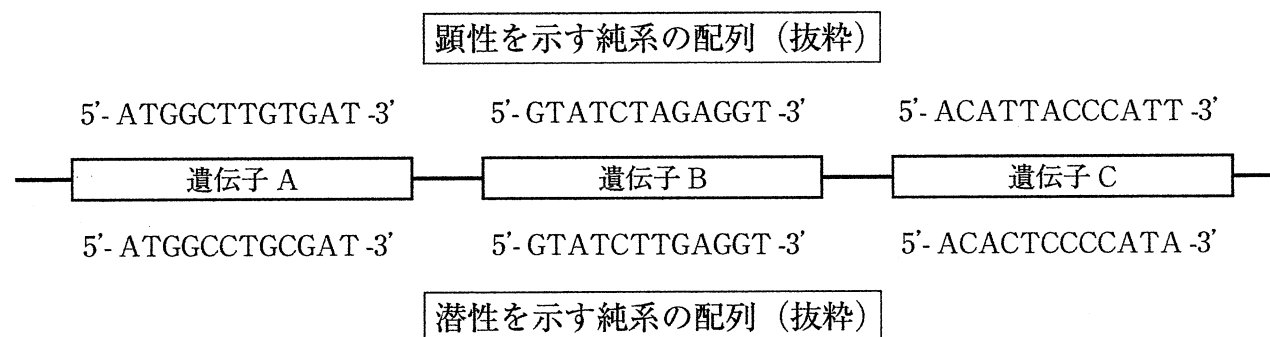


図2 横棒線はDNAを示し、白い長方形はそれぞれの遺伝子配列を示す。各遺伝子の上下には同じ領域から決定された塩基配列を示しており、上側が顕性を示す純系の、下側が潜性を示す純系の配列である。各配列はアミノ酸を指定している領域にあたり、それぞれ4つのコドンに対応している。

表1：遺伝暗号表

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

3番目の塩基

(余 白)

4 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

(20点)

[文章] 血管が傷つくとその部分に血小板が集まり、その後 (ア) というタンパク質が集まって繊維状の構造が形成され、赤血球、白血球、血小板などが絡み合って (イ) ができる。一連のこの過程は、(ウ) といい、破損部位が (イ) で密閉され、出血が止まる。一方、(ア) を分解して (イ) を溶かすしくみがあり、このしくみは (エ) とよばれる。赤血球表面には様々な抗原が発現しており、この中には輸血の際、凝集反応の原因となる凝集素とよばれる分子が存在する。赤血球表面にある抗原によって決められるヒトの血液型には、ABO型、Rh型などの種類の存在が知られている。①ABO型では、A型、B型、AB型、O型の4つの表現型があり、A型赤血球とB型赤血球は異なる糖鎖を発現しており、A型の人の血清では、B型赤血球の糖鎖に対する抗体である抗B抗体が存在し、B型赤血球の凝集反応を引き起こす。ABO型を決定する遺伝子座は、A、B、Oの3つの対立遺伝子によって決定される。A、Bはともに顕性(優性)遺伝子で、両者に優劣はなく、OはAおよびBに対して潜性(劣性)である。ABO型の血液型について、あるZ地方で暮らす集団の人の割合を調査したところ、A型45%、B型13%、AB型6%、O型36%であった。この地方の集団では②ハーディー・ワインベルグの法則が成り立っているものとする。

問1 文中の (ア) ~ (エ) について、適切な語句を答えよ。

問2 下線部①について、AB型の人を血清をB型赤血球と混ぜた場合、凝集反応は起こるか、その理由とともに、70字以内で答えよ。

問3 下線部②の法則が成り立つためには、a) 自由交配である、b) 個体群内の個体数は十分に大きい、c) 遺伝子型や表現型の違いによる自然選択がない、その他さらに2つの条件が必要となる。その2つの条件を簡潔に答えよ。

問4 Z地方におけるA, B, Oの各遺伝子頻度を答えよ。求める際に使用した計算式も示せ。

問5 アメリカ大陸の先住民の血液型には、O型が多いことが知られており、これには氷期に陸続きであったベーリング海峡を渡ってユーラシア大陸からアメリカ大陸に移動した祖先の影響を受けていると考えられている。このように考えられている理由について、70字以内で答えよ。

5 次の文章1と文章2を読み、問1～問6に答えよ。

(20点)

[文章1] ある地域で見られる植生と、そこにすむ動物などを含めた生物の集まりをバイオームという。バイオームは気温や降水量などの影響を受け、年平均気温や年降水量が似ている場所では、似かよった相観となる。図1は、年降水量を横軸に、年平均気温を縦軸に取り、世界の陸上のバイオームとの関係を示している。バイオームは極相の相観によって、森林・草原・荒原に大別される。降水量の豊富な地域のバイオームは森林となり、最も降水量が豊富な地域に成立する熱帯多雨林や亜熱帯多雨林のほか、(ア)、(イ)、(ウ)などがみられる。降水量が少ない地域には①草原のバイオームや荒原のバイオームが分布する。

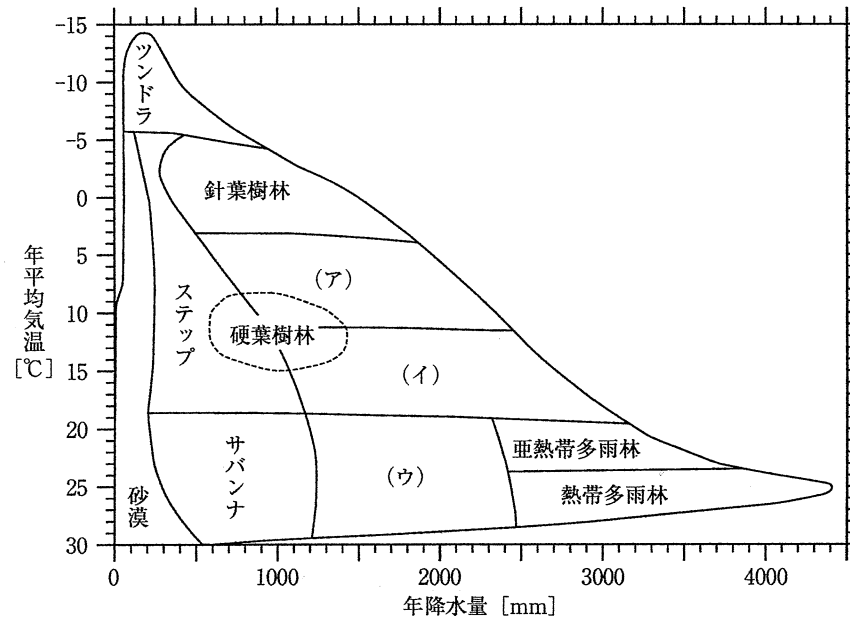


図1 気温・降水量とバイオームの関係

問1 図1中の(ア)～(ウ)に入る適切なバイオーム名を答えよ。また(ア)～(ウ)に対応する説明として適切なものを1つずつ選び、記号で答えよ。

- (a) 葉の表面に厚いクチクラ層をもつアラカシやスタジイなどの常緑広葉樹が優占する。
- (b) 小型で厚く硬い葉をもつコルクガシやオリーブなどの常緑広葉樹が優占する。
- (c) フタバガキ類などの常緑広葉樹が優占し、階層構造が発達している。植物や動物の種数が非常に多い。
- (d) 植物の種数は少なく、おもにトウヒ類やモミ類、場所によってはカラマツ類などが優占する。
- (e) チーク類など、乾季に落葉する落葉広葉樹が優占する。
- (f) ブナやカエデ類などの冬季に落葉する落葉広葉樹が優占する。
- (g) 低木や草本、地衣類・コケ植物が生育する。

問2 下線部①「草原のバイオーム」に含まれるバイオームを図1から選び、すべて答えよ。

問3 次の(1)～(4)に答えよ。

- (1) X国のY町における各月の平均気温および降水量を表1に示した。この表に基づいてX国Y町の年平均気温を求め、小数第一位を四捨五入して整数で答えよ。
- (2) X国Y町の年降水量および(1)で答えた年平均気温に基づき、図1を参照して、気温と降水量からみたこの場所のバイオーム名を答えよ。なお、表1から求めた年降水量は401 mmである。
- (3) 地球温暖化に伴って、X国Y町の年平均気温が7℃上昇し、年降水量が10%増加した場合、気温と降水量からみたこの場所のバイオームはどのようになるか、バイオーム名を答えよ。ただし、気温や降水量の季節配分は変わらないものとする。

- (4) ある時点における単位面積内に存在する生物量を現存量という。(2)で答えたX国Y町の現在のバイオームと、(3)で答えた温暖化後のバイオームを比べた時、現存量は増加するのか、減少するのか、あるいは変わらないのか答えよ。またそのように判断した理由を、60字以内で答えよ。

表1 X国Y町の気象平年値(1991年~2020年の平均値)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均気温 [°C]	-21.6	-18.5	-11.6	-0.4	8.5	15.3	17.7	15.4	9.2	0.8	-10.3	-18.3
降水量 [mm]	15.4	12.7	15.0	17.8	30.7	77.7	77.2	55.6	43.4	25.5	16.9	13.1

[文章2] 生態系において、生産者が有機物を生産することや、消費者が摂食した有機物から新たに有機物を合成することを物質生産という。物質生産の大半は、植物の光合成による。植物の器官のうち、光合成をおもな役割とするものを同化器官といい、それ以外を非同化器官という。Monsi and Saeki (1953年)は、複数の植物群集を調査し、その生産構造図を作成した。生産構造図とは、一定の面積内に存在する植物群集を上方から順に一定の厚さの階層に切り分け、層ごとにどれだけの同化器官と非同化器官が分布しているかを示した図のことである。同化器官でつくられた光合成産物の一部は、同化器官自身や非同化器官の呼吸によって消費される。

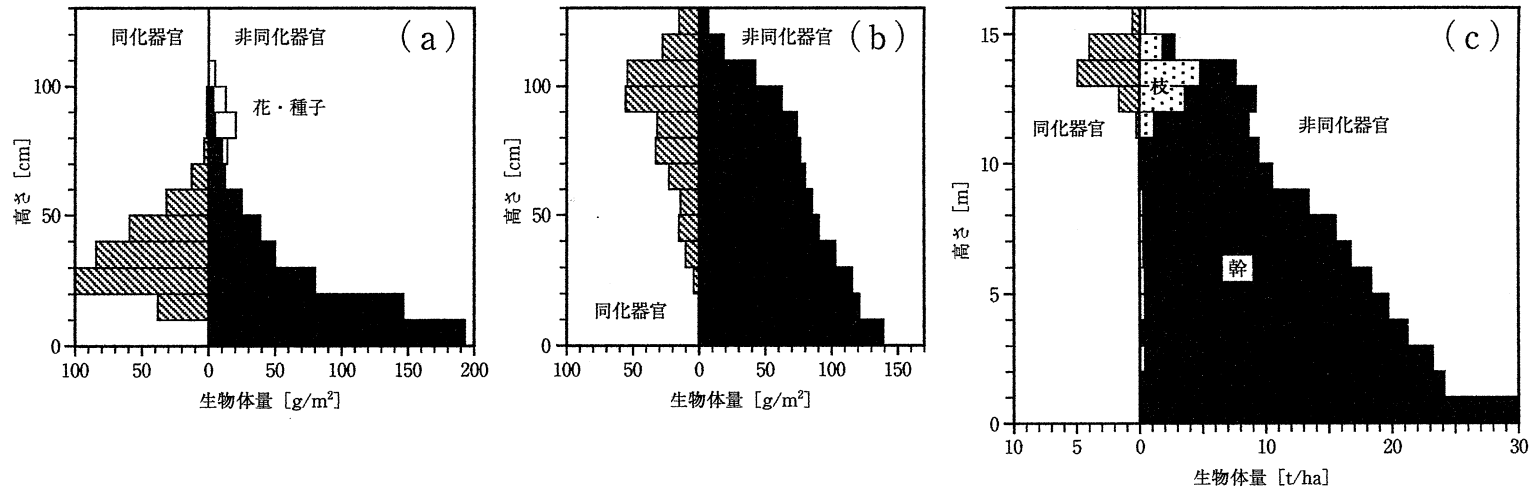


図2 植物群集の生産構造図 (出典：只木ほか(1966)日本林学会誌, Monsi and Saeki(1953) Japanese Journal of Botanyより作成)

問4 図2(a)～(c)はそれぞれ異なる植物群集について示した生産構造図である。このうちイネ科型草本群集の生産構造を示した図を選び、記号で答えよ。

問5 図2(a)および(b)の植物群集に、上方から同じ強さの光が当たっている時、高さ40～50cmの位置の同化器官が受けられる光は、どちらの群集でより強いと考えられるか、記号で答えよ。またその理由を40字以内で答えよ。

問6 図2(c)の植物群集の生産構造は、(a)や(b)と異なる特徴を持つ。(c)のような生産構造を持つ植物の、物質生産における有利な点と不利な点を合計80字以内で説明せよ。