

## 北海道大学 入試問題の利用について

北海道大学学務部入試課

本学では、入試問題の使用については特に制限を設けておりませんが、以下の条件に留意の上、適切にご使用願います。

- ① 本学入試問題の著作権は、北海道大学に帰属します。
- ② 入試問題を利用する団体等が、出典を明示すること、責任の所在を明確にすることが必要です。
- ③ 本学試験問題を原本どおり使用できない場合には、改変したことを必ず明示願います。
- ④ 二次利用する場合において、問題に引用されている作品等がある場合には、使用する団体等が責任をもって、本学に対してではなくそれぞれの著作権者（作品の著者等）に対して、著作権処理を行っていただく必要があります。
- ⑤ 解答・解説等を掲載するに当たっては、閲覧される方が、「本学が公表している解答例・解説」と誤解してしまうことがないように、掲載方法等についてご配慮願います。

### 【問い合わせ先】

北海道大学学務部入試課

〒060-0817 札幌市北区北 17 条西 8 丁目

TEL : 011-706-7484 FAX : 011-706-7488

## 理 科

15:00~17:30

## 解 答 上 の 注 意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題紙を開いてはならない。
2. 問題紙は58ページある。このうち、「物理」は2～11ページ、「化学」は12～28ページ、「生物」は29～48ページ、「地学」は49～58ページである。
3. 「物理」、「化学」、「生物」、「地学」のうちから、あらかじめ届け出た2科目について解答せよ。各学部・系・群・学科・専攻の必須科目(◎印)と選択科目(○印)は下表のとおりである。

| 学部・系・群・学科・専攻<br>科 目 | 総 合 入 試 |         |         |         |         | 学 部 別 入 試 |         |           |          |          |          |         |         |   |  |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|-----------|----------|----------|----------|---------|---------|---|--|
|                     | 理 系     |         |         |         |         | 医 学 部     |         |           |          |          | 歯 学 部    | 獣 医 学 部 | 水 産 学 部 |   |  |
|                     | 数学重点選抜群 | 物理重点選抜群 | 化学重点選抜群 | 生物重点選抜群 | 総合科学選抜群 | 医 学 科     | 保 健 学 科 |           |          |          |          |         |         |   |  |
|                     |         |         |         |         |         |           | 看護学専攻   | 放射線技術科学専攻 | 検査技術科学専攻 | 理学療法科学専攻 | 作業療法科学専攻 |         |         |   |  |
| 物 理                 | ○       | ◎       | ○       | ○       | ○       | ◎         | ○       | ◎         | ○        | ○        | ○        | ○       | ○       | ○ |  |
| 化 学                 | ○       | ○       | ◎       | ○       | ○       | ○         | ○       | ○         | ◎        | ○        | ○        | ○       | ○       | ○ |  |
| 生 物                 | ○       | ○       | ○       | ◎       | ○       | ○         | ◎       | ○         | ○        | ○        | ○        | ○       | ○       | ○ |  |
| 地 学                 | ○       | ○       | ○       | ○       | ○       |           |         |           |          |          |          |         |         | ○ |  |

4. 受験する科目のすべての解答用紙には、受験番号および座席番号(上下2箇所)を、監督者の指示に従って、指定された箇所に必ず記入せよ。
5. 解答はすべて解答用紙の指定された欄に記入せよ。
6. 必要以外のことを解答用紙に書いてはならない。
7. 問題紙の余白は下書きに使用してもさしつかえない。
8. 下書き用紙は回収しない。

## 物 理

1 以下の文中の (1) ~ (10) に適切な数式または数値を入れよ。

図1のように、水平方向に $x$ 軸、鉛直上向きに $y$ 軸をとり、半径 $R(\text{m})$ の円環を、中心が $y$ 軸上に位置し、下端が $x$ 軸に接するように、 $x$ - $y$ 平面内に置いた。この円環の内側に取り付けられたレールの上を、大きさの無視できる質量 $m(\text{kg})$ の小球が運動する。円環に対する小球の位置は、円環の中心から $y$ 軸下向きを基準に、反時計回りを正とする角度 $\theta(\text{rad})$ で表すことができる。重力加速度の大きさを $g(\text{m/s}^2)$ とする。

問1 はじめ円環は固定されており、小球とレールの間に摩擦が働かない場合を考える。円環の最下点( $\theta = 0$ )に静止した小球に、水平方向右向きに速さ $v_0(\text{m/s})$ の初速度を与えたところ、小球はレールに沿って $\theta = \theta_1$  ( $\frac{\pi}{2} < \theta_1 < \pi$ )で表される位置まで上昇し、レールから離れて落下した。上昇中の $\theta$  ( $\frac{\pi}{2} < \theta < \theta_1$ )における小球の速さは (1)  $(\text{m/s})$ 、そのときに小球に働く垂直抗力 $N(\text{N})$ は、 $N =$  (2)  $(\text{N})$ である。また、 $\cos \theta_1$ を $v_0$ で表すと $\cos \theta_1 =$  (3) である。

最下点において小球に与える速さを $v'_0(\text{m/s})$ に増やしたところ、小球はレールから離れることなく最上点を通過して円運動を続けた。このとき $v'_0$ が満たすべき条件は、 $v'_0 \geq$  (4)  $(\text{m/s})$ である。

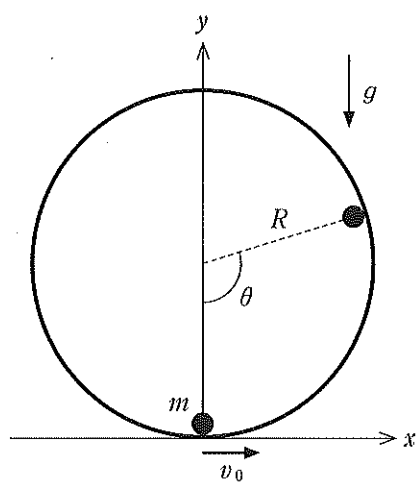


图 1

問 2 つぎに、円環が  $x$  軸負の向きに大きさ  $a(\text{m/s}^2)$  ( $a > 0$ ) の一定の加速度で  $x$ - $y$  平面内を転がらずに動く場合を考える。小球とレールの間に摩擦は働かないものとする。図 2 のように、小球は  $\theta_2(\text{rad})$  ( $0 < \theta_2 < \frac{\pi}{4}$ ) の位置で円環に対して静止した。このとき、 $\tan \theta_2 =$  (5) である。つぎに、この小球の位置を円環に沿ってわずかにずらして離すと、 $\theta = \theta_2$  のまわりで単振動した。この単振動の周期を、 $\theta_2$  を使わずに表すと、(6) [s] となる。

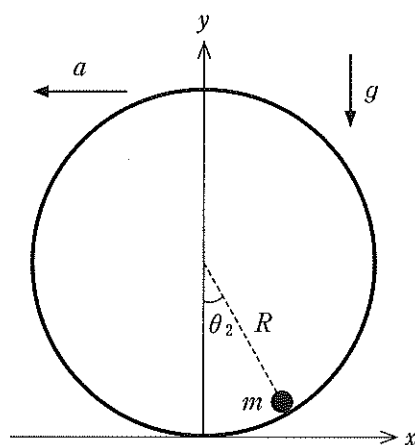


図 2

つぎに、小球とレールの間に摩擦が働く場合を考える。その静止摩擦係数を  $\mu$  ( $0 < \mu < 1$ ) とする。はじめ小球は  $\theta_2$  の位置で円環に対して静止していた。円環の加速度をゆっくり増加させたところ、その大きさが (7) ( $\text{m/s}^2$ ) より大きくなったところで小球は動きはじめた。

問 3 図 3 のように、円環が  $y$  軸を中心に角速度  $\omega$  (rad/s) で回転し、小球はその円環の内側のレール上を運動している場合を考える。小球とレールの間に摩擦は働かないものとする。小球は  $\theta = \theta_3$  (rad) ( $0 < \theta_3 < \frac{\pi}{2}$ ) で円環に対して静止した。このとき、 $\omega =$  (8) [rad/s] である。また、小球に働く垂直抗力の大きさは  $\theta_3$  を使わずに (9) [N] と表すことができる。

また、角速度  $\omega$  が十分小さいときには、小球は円環の最下点 ( $\theta = 0$ ) のまわりで微小振動した。小球がこの振動をするための条件は、 $\omega <$  (10) [rad/s] である。必要ならば、 $\theta$  が小さいとき、 $\sin \theta \approx \theta$ 、 $\cos \theta \approx 1$  と近似できることを用いてよい。

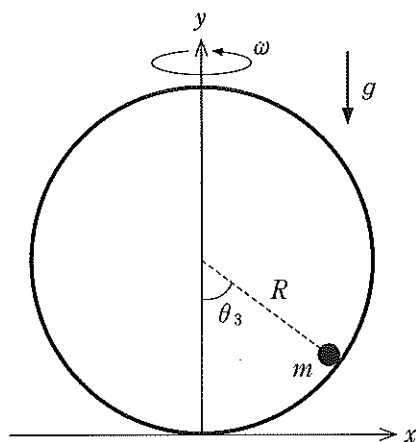


図 3

- 2 以下の文中の (1) , (4) , (6) ~ (10) に適切な数式  
または数値を入れよ。また, (2) , (3) , (5) に適切な数値  
を有効数字2桁で答え, (あ) ~ (え) には選択肢から最も適切なもの  
を一つ選べ。

問 1 図1の曲線は白熱電球 L にかけた電圧  $V$  [V] と流れる電流  $I$  [A] の間の関  
係を表している。

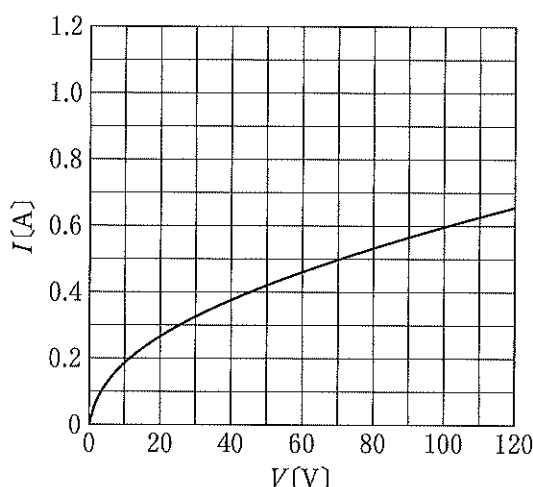


図 1

この曲線から、例えば L に 100 V を印加したときに流れる電流は 0.6 A  
であることがわかる。この白熱電球 L と、内部抵抗が無視できる起電力  
100 V の電池  $E_1$ 、抵抗値が  $100\ \Omega$  の抵抗  $R_1$  を用いて図 2(a) に示す回路を  
作った。L の両端の電圧を  $V_1$ 、L に流れる電流を  $I_1$  とすると、 $V_1$  と  $I_1$  の  
間には図 1 の曲線の他に (1) の関係式が成り立つ。この関係式と図 1  
の曲線から  $I_1 =$  (2) A となり、L での消費電力は (3) W とな  
る。

つぎに、図 2(b) のように L と抵抗値がそれぞれ  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  [ $\Omega$ ] の抵抗  
 $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ 、内部抵抗を無視できる検流計 G、可変電源  $E_2$  を用いてブリッ

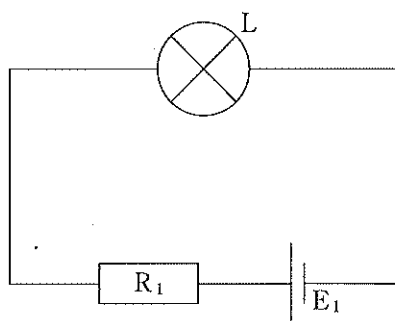
ジ回路を作った。Lの両端の電圧を $V_2$ 〔V〕、流れる電流を $I_2$ 〔A〕、AからB  
 に向かってGに流れる電流を $\Delta I$ 〔A〕とすると、 $V_2$ と $I_2$ と $\Delta I$ の間には図1  
 の曲線の他に $I_2 =$  (4) の関係式が成り立つ。 $R_2$ 、 $R_3$ の抵抗値を  
 100  $\Omega$ 、 $R_4$ の抵抗値を 140  $\Omega$  としたブリッジ回路で、 $E_2$ の電圧が正の値で  
(5) V になったとき、Gに流れる電流はゼロとなった。この状態から  
 $E_2$ の電圧値を (あ) するとGにはAからBの方向に電流が流れた。

(あ) の選択肢：

(ア) 小さく

(イ) 大きく

(a)



(b)

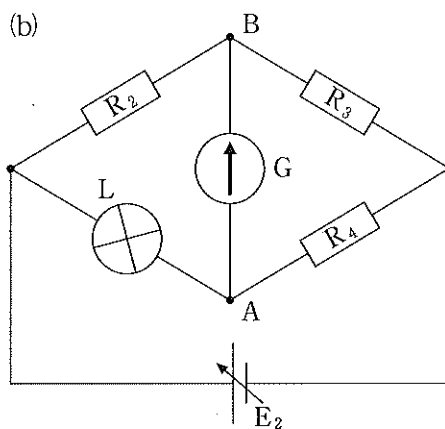


図 2



問 2 図 3(a)のように断面積が  $S(\text{m}^2)$ 、長さ  $L(\text{m})$ 、巻き数が  $N$  のコイル 1 がある。コイルの半径に比べて長さが十分に大きいので、コイル内部には一様な磁場(磁界)ができているとしてよい。まずコイルに時間変化しない電流  $I(\text{A})$  が図中に示した方向に流れている場合を考える。コイル内部の磁場の強さは  $L, N, I$  を用いて (6)  $(\text{A/m})$  となり磁場の向きは図中の (イ) である。コイルの断面を貫く磁束は透磁率を  $\mu_0(\text{H/m})$  として (7)  $(\text{Wb})$  で与えられる。

以下ではコイル 1 に時間変化する電流が流れている場合を考える。微小時間  $\Delta t(\text{s})$  の間に電流は  $I$  から  $I + \Delta I(\text{A})$  に変化した。このとき、自己誘導現象により回路には誘導起電力が生じる。この誘導起電力の大きさは  $\Delta t, \Delta I$  を用いて (8)  $(\text{V})$  であり、コイル 1 の自己インダクタンスは (9)  $(\text{H})$  となる。つぎに図 3(b)に示すように  $M$  回巻きのコイル 2 をコイル 1 の外側に巻きつけた。相互誘導現象によりコイル 2 に発生する起電力の大きさは  $\Delta t, \Delta I$  を用いて (10)  $(\text{V})$  である。

(イ) の選択肢：

(ア) 右向き

(イ) 左向き

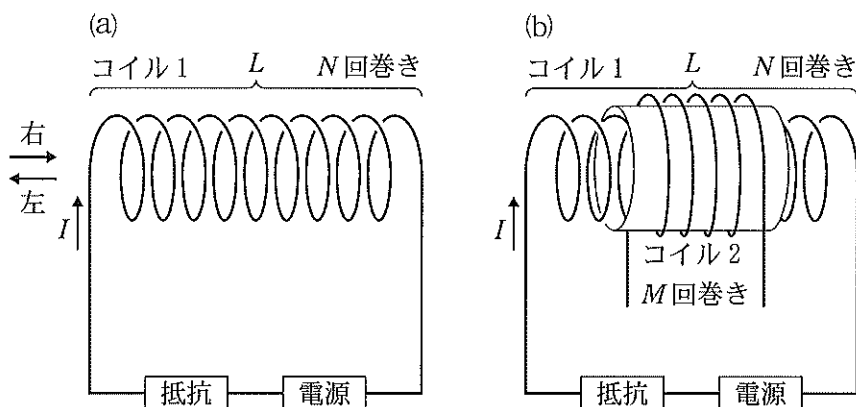


図 3

最後に図4のように電源を定電圧電源とし、コイル1の左右に金属のリング1、リング2を糸でつるした。コイルとリングの中心は同一直線上にあり、さらにコイル断面とリングの面は平行である。スイッチSWを閉じた直後にリング1、リング2に流れる電流の向きは図中の (う) であり、リング1、リング2が磁場から受ける力の方向は (え) である。

(う) の選択肢：

- (ア) リング1が矢印a、リング2が矢印a
- (イ) リング1が矢印a、リング2が矢印b
- (ウ) リング1が矢印b、リング2が矢印a
- (エ) リング1が矢印b、リング2が矢印b

(え) の選択肢：

- (ア) リング1が左、リング2が左
- (イ) リング1が左、リング2が右
- (ウ) リング1が右、リング2が左
- (エ) リング1が右、リング2が右

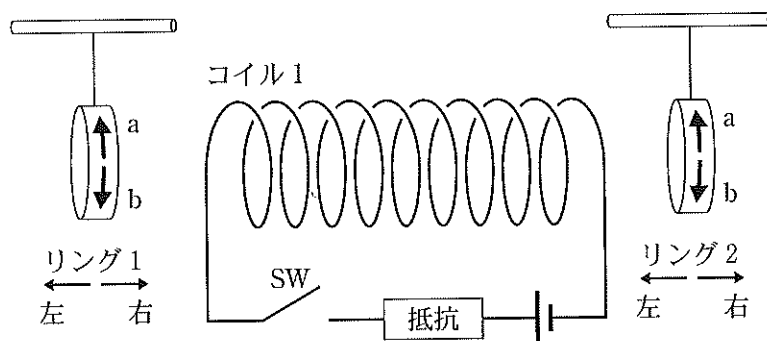


図4

- 3 以下の文中の (1) ~ (9) に適切な数式を入れよ。また、  
(あ) は 140 文字以内で記述せよ。

問 1 圧力  $p$  (Pa), 体積  $V$  (m<sup>3</sup>), 気体定数  $R$  (J/(mol·K)), 温度  $T$  (K) としたとき, 状態方程式  $pV = RT$  にしたがう 1 mol の理想気体の微小変化を考える。この微小変化において温度が  $T$  から  $T + \Delta T$ , 体積が  $V$  から  $V + \Delta V$  へ変化した。微小な体積変化  $\Delta V$  の区間においては, 圧力  $p$  は一定とみなせる。一般に気体に与えた熱量を  $Q$  (J), 理想気体が外部からされた仕事を  $W$  (J), 理想気体の内部エネルギーの増加分を  $\Delta U$  (J) とすると, これら 3 つの物理量の間に  $\Delta U =$  (1) (J) の関係が成り立つ。この式を理想気体に適用すると,  $Q$  は  $\Delta T$  と  $\Delta V$  および定積モル比熱  $c_V$  (J/(mol·K)) を用いて,  $Q =$  (2) (J) と表せる。

定圧変化の場合,  $Q =$  (2) (J) の関係式は微小変化量として  $\Delta V$  を使わず  $\Delta T$  のみを使って表すと,  $Q =$  (3) (J) となる。

一方, 断熱変化における  $\Delta T$  と  $\Delta V$  の関係は,  $p, c_V$  を用いて表すと,  $\Delta T =$  (4) (K) となり, 温度の変化率  $\frac{\Delta T}{T}$  と体積の変化率  $\frac{\Delta V}{V}$  との間には  $c_V, R$  を用いて  $\frac{\Delta T}{T} =$  (5)  $\frac{\Delta V}{V}$  の関係が成り立つ。定圧変化における  $Q$  の関係から  $c_V$  を比熱比  $\gamma$  と  $R$  で表すと  $c_V = \frac{R}{\gamma - 1}$  (J/(mol·K)) となり, これらから断熱過程においては  $TV^{\gamma-1}$  が一定であることがわかる。

問 2 ピストンとシリンダーからなる容器の中に 1 mol の理想気体を封入し、図 1 に示すサイクルでゆっくりと変化させる。この過程を、問 1 の結果を用いて考える。状態 1 の温度および体積をそれぞれ  $T_1$  [K]、 $V_1$  [m<sup>3</sup>] とする。状態 1 から状態 2 へ断熱圧縮をさせ体積が  $V_2$  [m<sup>3</sup>] となった。このとき、増加する気体の内部エネルギーは、定積モル比熱  $c_V$  [J/(mol·K)]、 $T_1$ 、 $V_1$ 、 $V_2$ 、および比熱比  $\gamma$  を用いて (6) [J] と表される。つぎに状態 2 から状態 3 に定積変化をさせた。さらに状態 3 から体積が  $V_1$  になるまで断熱膨張をさせて状態 4 になった。このときの温度は  $T_4$  [K] であった。最後に状態 4 から状態 1 まで定積変化をさせた。状態 2 から状態 3 に定積変化をさせたとき、気体が吸収した熱量  $Q$  [J] は、 $c_V$ 、 $T_1$ 、 $T_4$ 、 $V_1$ 、 $V_2$ 、および  $\gamma$  を用いて (7) [J] と表される。このサイクルで気体がピストンにした仕事  $W$  [J] は、 $c_V$ 、 $T_1$ 、 $T_4$ 、 $V_1$ 、 $V_2$ 、および  $\gamma$  を用いて (8) [J] となる。また、熱効率  $e$  (熱量  $Q$  に対する仕事  $W$  の割合) は、 $V_1$ 、 $V_2$ 、および  $\gamma$  を用いて  $e =$  (9) と表される。封入する理想気体として、単原子分子気体と 2 原子分子気体のどちらを用いたほうが熱効率  $e$  が高いかを、「分子の熱運動」の観点から数式を使わずに説明すると、(あ) となる。

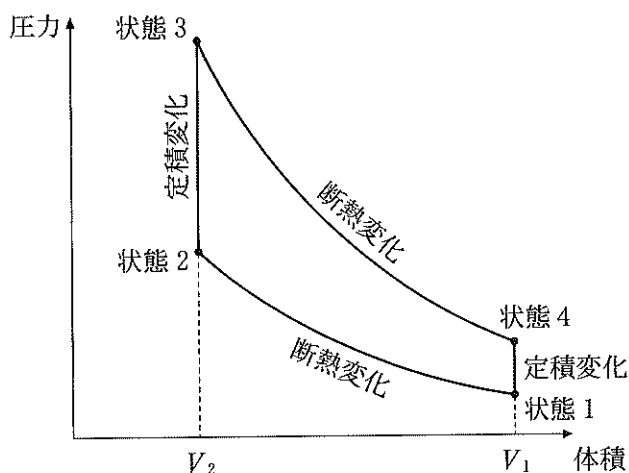


図 1

## 化 学

解答はすべて各問題の指示にしたがって解答用紙の該当欄に記入せよ。必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0,

Al = 27.0, Si = 28.1, S = 32.1, Ca = 40.1

アボガドロ定数： $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

1

I, IIに答えよ。

I 次の問1, 問2に答えよ。

問1 次の文章を読み、(1)～(4)に答えよ。

周期表の17族に属する元素をハロゲンという。ハロゲンの原子は、電子1個を受け取り陰イオンとなりやすい。2個の同じハロゲンの原子が結びつくと、組の電子対によって結合が作られ、分子全体では非共有電子対が合計で組できる。一方で、ハロゲンの原子がナトリウム原子と結びつくと、結合ではなく結合を作る。ハロゲンにはこれらの共通した性質があるが、それぞれの単体の酸化力が異なる。一般に、イオンとイオンの間にはたらく静電氣的な力<sup>(i)</sup>は、それぞれのイオンの大きさに依存する。分子間力については、分子量や分子を構成する原子の大きさに依存する。

(1) 空欄～にあてはまる適切な数字や語句を次の選択肢から選び答えよ。

[選択肢] 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 共有, 配位, イオン, 金属

(2) 下線部(i)に関して、常温常圧の水中で反応が起きて単体を生じる物質の組合せとして適切なものを次の(あ)～(か)の中から二つ選び記号で答えよ。

- (あ)  $\text{KCl}$ ,  $\text{Br}_2$       (い)  $\text{KI}$ ,  $\text{Br}_2$       (う)  $\text{KCl}$ ,  $\text{I}_2$   
(え)  $\text{F}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$       (お)  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$       (か)  $\text{I}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

(3)  $\text{NaF}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{NaI}$  のうちで融点が最も高い物質の組成式を答えよ。

(4)  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{I}_2$  のうちで沸点が最も高い物質の分子式を答えよ。

問 2 次の文章を読み、(1)～(3)に答えよ。

実在気体では、理想気体の状態方程式が厳密には成り立たない。理想気体では、気体の体積とは、気体分子が自由に動ける体積  $V_{\text{自}}$  のことである。実在気体の場合には、分子自身の大きさの分だけ  $V_{\text{自}}$  が減少する。この減少する分の体積を排除体積という。また、分子間力によって分子同士が引き合うため、実在気体の圧力は理想気体よりも低い。したがって、実在気体では  $Z = PV/(nRT)$  の値が 1 からずれる。ここで、 $T$  は温度、 $n$  は物質量、 $P$  は圧力、 $V$  は体積である。ここでは、状態変化と化学反応は起こらないものとする。

(1) 4.0 g の  $\text{H}_2$  を封入した 0.58 L の容器内での  $\text{H}_2$  の  $V_{\text{自}}$  (L) を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、 $\text{H}_2$  の 1 mol あたりの排除体積を  $2.5 \times 10^{-2} \text{ L/mol}$  として、排除体積は圧力に依存しないものとする。

(2)  $\text{H}_2$  では、分子間力の影響がかなり小さく、圧力が  $P = nRT/V_{\text{自}}$  と与えられるとする。(1) で求めた  $V_{\text{自}}$  を用いて、350 K で 0.58 L の容器内での圧力  $P$  (Pa) と  $Z$  の値をそれぞれ有効数字 2 桁で求めよ。

- (3) 400 K の  $\text{CH}_4$  および 300 K の  $\text{CH}_4$  と  $\text{NH}_3$  の気体について、 $Z$  の値が圧力  $P$  とともに変化する様子を図 1 に示す。図 1 の W, X, Y の適切な組み合わせを、次の(き)～(し)の中から選び記号で答えよ。

|     | W                     | X                     | Y                     |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (き) | $\text{NH}_3$ (300 K) | $\text{CH}_4$ (400 K) | $\text{CH}_4$ (300 K) |
| (く) | $\text{NH}_3$ (300 K) | $\text{CH}_4$ (300 K) | $\text{CH}_4$ (400 K) |
| (け) | $\text{CH}_4$ (400 K) | $\text{NH}_3$ (300 K) | $\text{CH}_4$ (300 K) |
| (こ) | $\text{CH}_4$ (400 K) | $\text{CH}_4$ (300 K) | $\text{NH}_3$ (300 K) |
| (さ) | $\text{CH}_4$ (300 K) | $\text{NH}_3$ (300 K) | $\text{CH}_4$ (400 K) |
| (し) | $\text{CH}_4$ (300 K) | $\text{CH}_4$ (400 K) | $\text{NH}_3$ (300 K) |

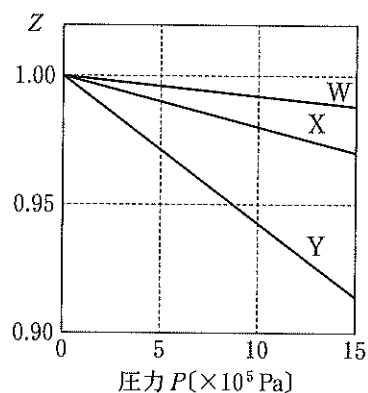


図 1  $Z$  の圧力に対する依存性

II 次の文章を読み、問 1 ～問 4 に答えよ。

酢酸とエタノールの混合物に少量の濃硫酸を加えて加熱すると酢酸エチルと水が生成する。逆に酢酸エチルと水に希硫酸を加えると酢酸とエタノールが生成する。このようにどちらの向きにも進む反応を  反応といい、次の式(1)のように表す。



一般に  反応における右向きの反応を正反応、左向きの反応を逆反応という。

酢酸とエタノールを混合しただけ、酢酸エチルと水を混合しただけでは反応はほとんど進まない。硫酸は  として働く。これにより  エネルギーのより小さい経路をたどることができるようになる。

酢酸とエタノールの混合物に濃硫酸を加えた場合も酢酸エチルと水に希硫酸  
<sup>(ii)</sup> を加えた場合も十分に時間が経つと各物質の濃度は一定値に近づき、<sup>(iii)</sup> 見かけ上  
<sup>(iv)</sup> 反応が止まった状態になる。このような状態を化学平衡の状態という。

問 1 空欄  ～  にあてはまる最も適切な語句を次の(す)～

(ね)の中から選び記号で答えよ。

(す) 連鎖

(せ) 可逆

(そ) 不可逆

(た) 律速

(ち) 触媒

(つ) 酸化剤

(て) 還元剤

(と) 界面活性剤

(な) 結合

(に) 活性化

(ぬ) 運動

(ね) 格子



問 2 式(1)の正反応の速度を  $v_1$ 、逆反応の速度を  $v_2$  とする。下線部(iii), (iii)の混合初期の状態および下線部(iv)の状態で  $v_1$  と  $v_2$  の大きさはどのような関係にあるか。次の(の)～(へ)の中から選び記号で答えよ。

- |                      |                   |                  |
|----------------------|-------------------|------------------|
| (の) (ii) $v_1 = v_2$ | (iii) $v_1 = v_2$ | (iv) $v_1 > v_2$ |
| (は) (ii) $v_1 > v_2$ | (iii) $v_1 < v_2$ | (iv) $v_1 = v_2$ |
| (ひ) (ii) $v_1 = v_2$ | (iii) $v_1 = v_2$ | (iv) $v_1 < v_2$ |
| (ふ) (ii) $v_1 < v_2$ | (iii) $v_1 > v_2$ | (iv) $v_1 = v_2$ |
| (へ) (ii) $v_1 = v_2$ | (iii) $v_1 = v_2$ | (iv) $v_1 = v_2$ |

問 3 酢酸とエタノールに濃硫酸を加えて加熱し反応させた。以下の(1)～(3)の反応はすべて同じ温度で行い、反応物や生成物の蒸発による減少および反応による体積変化は無視できるものとする。

(1) 反応開始時の濃度を酢酸  $a$  [mol/L]、エタノール  $a$  [mol/L]、硫酸  $b$  [mol/L] とし、式(1)の反応の平衡定数を  $K$  とする。十分に時間が経過し、各物質の濃度が一定となったときの酢酸エチルの濃度を次の(ほ)～(も)の中から選び記号で答えよ。

- |                  |                  |                                      |
|------------------|------------------|--------------------------------------|
| (ほ) $a\sqrt{K}$  | (ま) $\sqrt{aK}$  | (み) $\frac{a\sqrt{K}}{1+\sqrt{K}}$   |
| (む) $ab\sqrt{K}$ | (め) $\sqrt{abK}$ | (も) $\frac{a\sqrt{bK}}{1+\sqrt{bK}}$ |

(2) 反応開始時の濃度が酢酸 12.0 mol/L、エタノール 5.3 mol/L、硫酸 0.070 mol/L のとき、十分に時間が経った後の酢酸エチルの濃度は 4.6 mol/L で一定となった。式(1)の反応の平衡定数を有効数字 2 桁で答えよ。

- (3) 反応開始時の濃度を酢酸  $6.2 \text{ mol/L}$ 、エタノール  $11.0 \text{ mol/L}$ 、硫酸  $0.060 \text{ mol/L}$  とする。平衡定数の値が(2)の場合と同じとすると、十分に時間が経過し濃度が一定となったときの酢酸エチルの濃度として最も近いものを次の(や)～(り)の中から選び記号で答えよ。
- (や)  $2.6 \text{ mol/L}$       (ゆ)  $4.2 \text{ mol/L}$       (よ)  $5.1 \text{ mol/L}$   
(ら)  $6.2 \text{ mol/L}$       (り)  $9.8 \text{ mol/L}$

問 4 酢酸エチルと硫酸水溶液を混合して加水分解反応を起こさせた。図 2 の (A), (B), (C) は、三つの異なる温度で反応を起こさせた場合の酢酸エチルの濃度の時間変化を示す。時間 0 分での酢酸エチルの濃度は  $0.50 \text{ mol/L}$ 、硫酸の濃度は  $0.40 \text{ mol/L}$  である。これに関して(1)～(3)に答えよ。ただし反応初期の反応速度は酢酸エチルの濃度に比例するものとする。

- (1) (C) の場合、酢酸エチルの濃度は時間 10 分で  $0.39 \text{ mol/L}$  となった。0～10 分の反応速度  $[\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})]$  を有効数字 2 桁で答えよ。

- (2) (A), (B), (C) の温度を  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  とする。これらの間の関係を次の(る), (れ), (を), (ん)の中から選び記号で答えよ。

(る)  $T_A < T_B < T_C$

(れ)  $T_A > T_B > T_C$

(を)  $T_A < T_B = T_C$

(ん)  $T_A > T_B = T_C$

- (3) 時間0分での酢酸エチルの濃度を  $0.65 \text{ mol/L}$ , 硫酸の濃度を  $0.40 \text{ mol/L}$  とする。その場合の酢酸エチルの濃度の時間変化を図2の(D)に示す。(D)の温度と最も近い温度における濃度の時間変化を(A), (B), (C)から選び記号で答えよ。

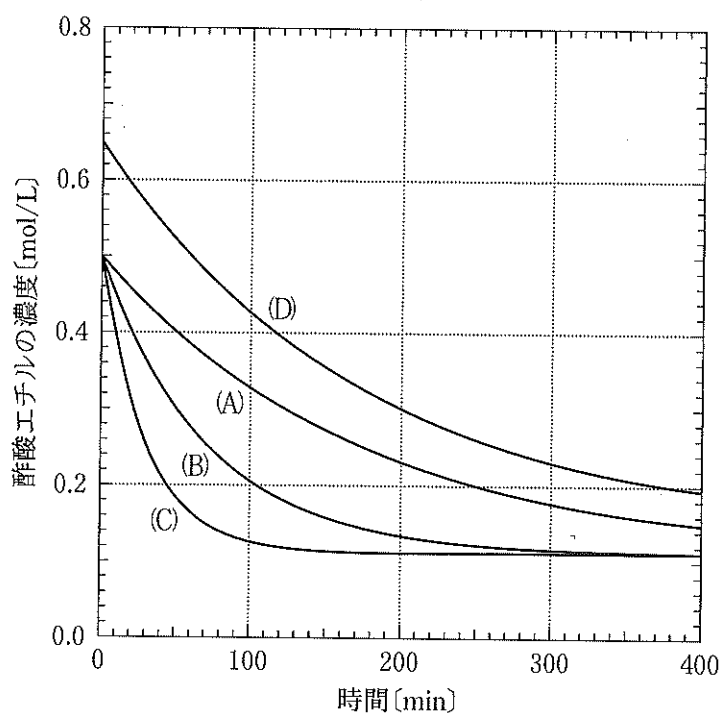


図2 酢酸エチルの濃度の時間変化

2

I, IIに答えよ。

I 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

アルミニウムおよびケイ素は粘土や長石として地殻中に豊富に存在する元素である。単体のアルミニウムは、工業的に原料鉱石を精製して得られる酸化アルミニウムを氷晶石とともに (ア) として製造される。アルミニウムは両性金属<sup>(i)</sup>であり、酸および塩基に溶解する。アルミニウムは希硫酸に溶解するが、濃硝酸には (イ)<sup>(ii)</sup> となつて溶解しない。

ケイ素は、石英やけい砂などに含まれる二酸化ケイ素としても産出される。二酸化ケイ素の結晶は、 $\text{SiO}_4$ 四面体が三次元的に繰り返された結晶である。一方、ガラスは $\text{SiO}_4$ 四面体が不規則に配列しながら固化したもので、 (ウ) の状態にある。ガラスは塩酸などのほとんどの酸には安定であるが、フッ化水素酸<sup>(iii)</sup>には溶解する。ケイ酸ナトリウムに水を加えて加熱すると水ガラスと呼ばれる溶液ができ、これに酸を加え、乾燥すると (エ) が得られる。長石や沸石<sup>(iv)</sup>では、二酸化ケイ素に含まれるケイ素の一部がアルミニウムで置換されており、置換によって負電荷が過剰になるが、電気的中性を保つために別の陽イオンが取り込まれている。

問1 空欄 (ア) ～ (エ) にあてはまる適切な語句や物質を、次の (あ)～(そ)の中から選び記号で答えよ。

- |          |            |           |
|----------|------------|-----------|
| (あ) 再結晶  | (い) セッコウ   | (う) 熔融塩電解 |
| (え) 分子結晶 | (お) 不動態    | (か) 複 塩   |
| (き) 亜硝酸塩 | (く) アモルファス | (け) シリカゲル |
| (こ) 混 晶  | (さ) アマルガム  | (し) 接触分解  |
| (す) 水 晶  | (せ) 加水分解   | (そ) ゾ ル   |

問 2 下線部(i)に関して、次の(た)～(と)の金属の中から両性金属を二つ選び記号で答えよ。

(た) Cr      (ち) Fe      (つ) Hg      (て) Sn      (と) Pb

問 3 下線部(ii)に関して、アルミニウムの溶けた水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を加えると白色の沈殿が生成した。この沈殿の化学式を答えよ。

問 4 アルミニウムに関する次の記述(な)～(の)のうち、誤っているものを一つ選び記号で答えよ。

- (な) アルミニウム製造の原料はアルマイトと呼ばれる鉱石である。
- (に) アルミニウムは熱や電気をよく伝える。
- (ぬ) アルミニウムは還元剤として、酸化鉄(Ⅲ)を還元する。
- (ね) ジュラルミンはアルミニウムを含む合金である。
- (の) 酸化アルミニウムは極めて硬い結晶をつくり、ルビーの主成分である。

問 5 下線部(iii)について、二酸化ケイ素とフッ化水素酸の反応の化学反応式を記せ。

問 6 下線部(iv)について、沸石の一種である物質 A は、電気的中性を保つためにケイ素とアルミニウムの他にカルシウムイオンを含んでいる。物質 A の組成を推定するため、少量の物質 A から各元素を分離・回収する操作を行った。アルミニウム、ケイ素を酸化アルミニウム、二酸化ケイ素としてすべて回収すると、それぞれ 15.3 mg, 45.1 mg になった。以下の(1), (2)に答えよ。

- (1) 物質 A に含まれていた、アルミニウムとケイ素の原子の数の比 (Al/Si) を有効数字 2 桁で答えよ。
- (2) 物質 A に含まれていた、カルシウムとケイ素の原子の数の比 (Ca/Si) を有効数字 2 桁で答えよ。

Ⅱ 次の文章を読み、問 1 ～問 5 に答えよ。

硫酸は硫黄のオキシ酸の一種であり、化学薬品として大量に生産されている。硫酸は、例えば、 $\text{CuFeS}_2$  が主成分の黄銅鉱を用いた銅の精錬過程で生成する (オ) を原料として製造される。銅の精錬過程では、 $\text{CuFeS}_2$  とけい砂をともに加熱すると硫化銅(Ⅰ)が生成し、この硫化銅(Ⅰ)をさらに空气中で加熱すると、硫化銅(Ⅰ)の一部が酸化されて酸化銅(Ⅰ)が生成する。この酸化銅(Ⅰ)と未反応の硫化銅(Ⅰ)が反応して粗銅(純度約 99 %)と (オ) が得られる。 (オ) を酸化して (カ) を生成させ、これを水と反応させると硫酸が得られる。

一方、(オ) の原料である硫黄は、天然鉱物として産出するほか、石油精製過程において原油に含まれる不純物として得られることから、比較的安価で大量に手に入る。そこで、近年では用途の一つとして二次電池の正極活物質として用いることが検討されている。

問 1 空欄 (オ) , (カ) にあてはまる適切な化合物を化学式で答えよ。

問 2 下線部(v)に関して、硫化銅(Ⅰ)と酸化銅(Ⅰ)から銅が生成する反応の化学反応式を答えよ。

問 3 硫化水素が溶解している水溶液に (オ) を吹き込むと、溶液中に固体が生成する。この固体の化学式を答えよ。

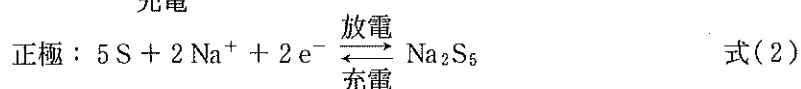
問 4 以下の物質(キ)～(ケ)に濃硫酸を加えて加熱したときに発生する主な気体はそれぞれ何か。化学式で答えよ。

(キ) フッ化カルシウム

(ク) 銅

(ケ) ギ 酸

問 5 硫黄を正極活物質に用いた二次電池の例として、ナトリウム－硫黄二次電池がある。ナトリウム－硫黄二次電池における正極・負極での代表的な充電・放電反応は以下の通りであり、他の反応はここでは考えない。



- (1) この電池の全体の反応式を答えよ。
- (2) 電気量[Ah]は、電流[A]と電流の流れた時間[h]の積で表される。  
式(2)における正極の硫黄を1.00 g とするとき、完全に充電された状態から完全に放電するときの電気量[Ah]を、有効数字3桁で答えよ。なお、1 h(時) = 3600 s(秒)である。

3

I, II に答えよ。

I 次の文章を読み、問 1 ～ 問 5 に答えよ。

分子式  $C_nH_{2n}$  の炭化水素は数多く存在し、また  $n$  が大きくなるにつれて異性体の数は増大する。 $C_2H_4$  の分子式をもつ化合物は工業原料として重要なエチレン<sup>(i)</sup>だけであるが、 $C_3H_6$  には<sup>(ii)</sup>2 種類の異性体が存在する。

$C_4H_8$  には、シス-トランス異性体を含めると全部で (ア) 種類の異性体が存在する。それらを、直鎖状構造であるかどうか、環状構造を含むかどうかでそれぞれ分類すると、直鎖状構造であるものは (イ) 種類、環状構造を含むものは (ウ) 種類存在する。

$C_6H_{12}$  について、直鎖状構造の異性体は、シス-トランス異性体を含めると全部で (エ) 種類ある。これらに対して触媒を用いてある気体<sup>(iii)</sup>と反応させると、同一の有機化合物<sup>(iv)</sup>を与えた。また、臭素を反応させると、不斉炭素をもつ付加生成物が生じる場合があった。その際、(オ) 種類の異性体からは不斉炭素を 2 個もつ生成物が、(カ) 種類の異性体からは不斉炭素を 1 個もつ生成物が得られた。不斉炭素をもたない付加生成物が生じるものは (キ) 種類であった。

問 1 異性体の数を示す空欄 (ア) ～ (キ) にあてはまる最も適切な数字を、それぞれ整数で記せ。該当する異性体が無い場合には、0 と記せ。



問 2 下線部(i)のエチレンに関する以下の(あ)～(お)の記述について、正しいものをすべて選び記号で答えよ。

- (あ) エチレンの炭素原子間距離はエタンの炭素原子間距離よりも大きい。
- (い) エタノールに濃硫酸を作用させて加熱するとエチレンが生成する。
- (う) エチレンにリン酸を触媒として水を付加させるとエタノールが生成する。
- (え) エチレンの縮合重合により、ポリエチレンテレフタレート (PET) が生成する。
- (お) エチレンの酸化反応により、アセトン(ジメチルケトン)が生成する。

問 3 下線部(ii)の 2 種類の異性体にそれぞれ臭素を反応させると、どちらからも付加生成物が得られた。生成物が 1,3-ジブロモプロパン ( $\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Br}$ ) である異性体はどちらか、その物質名を答えよ。

問 4 下線部(iii)として最も適切な物質名を答えよ。

問 5 下線部(iv)の化合物には、異性体が存在する。分枝状構造をもつ異性体の数を整数で答えよ。

II 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

生体のタンパク質を構成する主要なアミノ酸は約20種類であり、そのうち、ヒト体内で合成されない、あるいはされにくく外部から摂取する必要があるものは  アミノ酸と呼ばれる。タンパク質は、アミノ酸どうしがペプチド結合によりつながった高分子鎖からなり、ペプチド結合の部分で水素結合が形成されることにより、 $\alpha$ -ヘリックス構造、 $\beta$ -シート構造などの二次構造がつくられる。また、この高分子鎖の側鎖間の相互作用や結合によって高分子鎖が複雑に折りたたまれ、特有の立体構造をとる。これをタンパク質の三次構造<sup>(v)</sup>という。

タンパク質の中には、生体内で起こる種々の化学反応を促進する機能をもつものがあり、酵素と呼ばれる。酵素反応では反応する物質が決まっており、それ以外の物質は反応しない。この性質を酵素の  特異性という。生体内では、酸化還元反応<sup>(vi)</sup>、加水分解反応<sup>(vii)</sup>、転移反応、脱離反応など様々な化学反応が起こるが、その大部分は酵素の機能によって穏和な条件で効率よく進行する。

問1 空欄  ,  にあてはまる最も適切な語句を、次の(か)～(さ)からそれぞれ一つずつ選び記号で答えよ。

(か) 反 応

(き) 基 質

(く) 活 性

(け) 必 需

(こ) 絶 対

(さ) 必 須



よ。

|     | 酵 素       | 反応する物質         |
|-----|-----------|----------------|
| (し) | カタラーゼ     | 過酸化水素          |
| (す) | インベルターゼ   | マルトース          |
| (せ) | リパーゼ      | 油 脂            |
| (そ) | プロテインキナーゼ | ATP(アデノシン三リン酸) |
| (た) | セルラーゼ     | セロピオース         |

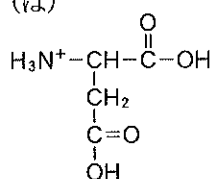
問 4 グリシン, アラニン, フェニルアラニン, メチオニン, セリン, リシン, アスパラギン酸で構成される直鎖化合物 A をある酵素で加水分解し, X および Y を含むいくつかの分解物を得た。次の(1), (2)に答えよ。

(1) X について下記①~③の実験を行った。X を構成するアミノ酸をすべて答えよ。

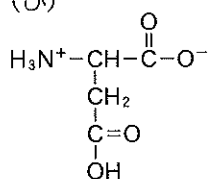
- ① 水酸化ナトリウム水溶液を加えた後, 少量の硫酸銅を加えたが色の変化を示さなかった。
- ② 濃水酸化ナトリウム水溶液と加熱後, 酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿を生じた。
- ③ 鏡像異性体が存在しないアミノ酸を含んでいた。

(2) Y を完全に加水分解し, アミノ酸 B, C, D を得た。B, C, D の水溶液を pH 3.0 の緩衝液で湿らせたろ紙につけて電気泳動を行ったところ, B と C のみが陰極側に移動した。また, pH 10 の緩衝液で同様の実験を行ったところ, C と D のみが陽極に移動した。pH 10 のときの B および C のイオンの構造式として最も適切なものを次の(は)~(や)からそれぞれ一つずつ選び記号で答えよ。

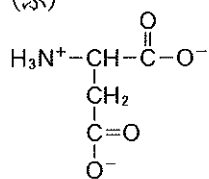
(は)



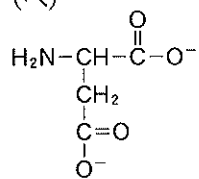
(ひ)



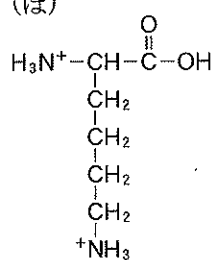
(ふ)



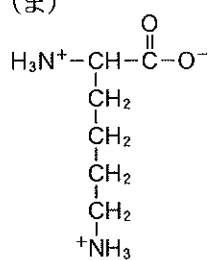
(へ)



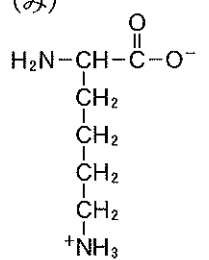
(ほ)



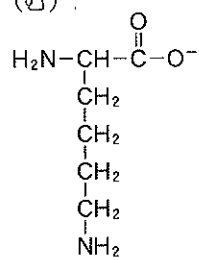
(ま)



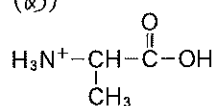
(み)



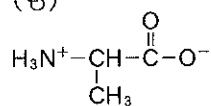
(む)



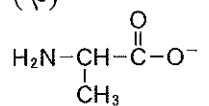
(め)



(も)



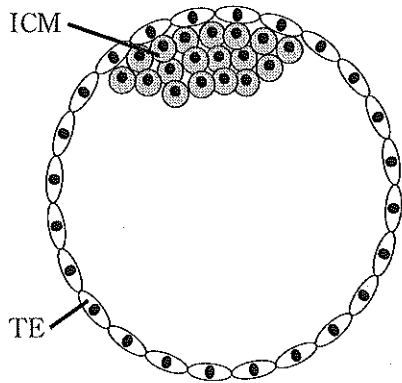
(や)



## 生 物

1 次の文章を読み、それぞれの問に答えよ。

ヒトでは輸卵管で卵と精子が受精<sup>a</sup>することで受精卵ができ、受精卵は卵割<sup>a</sup>によって発生<sup>b</sup>を進行させる。受精後約1週間で受精卵は胚盤胞とよばれる胚(右図)になって (ア) に到達し、やがて着床する。胚盤胞は内部細胞塊(ICM)と栄養外胚葉(TE)とよばれる2種類の細胞群からなり、発生がさらに進行するとICMはヒトのからだとなり、TEは



胎盤などの胚体外組織となる。すなわち、ICMはヒトのからだを構成するすべての細胞種に分化する能力を持っており、ICMから樹立された胚性幹細胞(ES細胞)<sup>c</sup>は多くの細胞種に分化する能力(多能性)を持つ。

研究者たちは、再生医療への応用を視野に入れながら、分化した細胞やその核をES細胞のように多能性を持つ細胞に変える初期化の試みを続けてきた。その結果、これまでに3つの成功例が報告された。1つめは体細胞核移植による初期化<sup>d</sup>である。1962年にイギリスのJ・B・ガードン博士が、カエルの体細胞の核を、除核した卵に移植することによって新たな胚が作られることを報告した。1997年にはイギリスのI・ウィルムット博士らがヒツジで、1998年には北海道大学出身の柳町隆造博士らがマウスで、同様の実験を成功させたことを報告した。これらをきっかけにして2000年前後には、さまざまな哺乳類において体細胞核移植による初期化の成功例が報告された。2つめの成功例は分化した細胞とES細胞との融合<sup>e</sup>であり、ES細胞と融合することによって、分化した細胞が多能性を持つようになることが報告された。そして3つめが、山中伸弥博士らによって行われた人工多能性幹細胞(iPS細胞)の作製である。山中博士らは、2006年にマウスを用いた研究により、世界で初めてiPS細胞の作製を報告した。以下は、この研究において山中博士らが行った実験の概要とその実験結果である。

【実験の概要】

- ① 全身の細胞すべてが緑色の蛍光を発するマウスを準備した。
- <sup>f</sup> ② ①のマウスの尻尾から線維芽細胞を取り出して培養した。
- ③ ②の線維芽細胞に4つの調節遺伝子を導入してiPS細胞を作製した。
- ④ ③のiPS細胞を、別のマウスの受精卵から得られた胚盤胞に注入した。
- ⑤ ④の胚盤胞を、妊娠できるように処置したメスマウス(仮親マウス)に移植して9日間飼育した。

【実験結果】

移植後9日目の仮親マウスからマウス胚が18個得られ、そのうち2個の胚<sup>g</sup>において全身の組織で緑色蛍光を発する細胞が混在していた。

問1 文中の ア に入る器官の名称を答えよ。

問2 下線部aについて説明した次の文章の (イ) ~ (エ) のそれぞれに適切な語句を入れよ。

精子は、ウニなどの卵膜に相当する透明帯に達する頃に (イ) からタンパク質分解酵素を放出し、透明帯を溶解する。これにより精子は透明帯を貫いて進み卵と融合する。すると、減数分裂を (ウ) の段階で停止していた卵は減数分裂を完了し、卵の中では (エ) イオンの濃度が上昇する。

問3 下線部bと通常の体細胞分裂の違いを1つ述べよ。

問4 下線部cに関連して、山中博士らが行った実験の④と⑤の手順を、iPS細胞の代わりにES細胞を用いて行った場合、ES細胞が分化することのできない組織または器官がある。それは何か、名称を1つ答えよ。また、その理由を「予定運命」という言葉を使って述べよ。

問 5 下線部 d について、以下の問に答えよ。

問 5-1 カエルとヒツジを用いたそれぞれの実験結果は以下の表に示された通りであった。これらの結果からいえることとして適切なものを、次の (A)~(F) からすべて選び、記号で答えよ。

| 動物  | 用いた体細胞の由来 | 用いた卵の数 | 正常に発生した数 |
|-----|-----------|--------|----------|
| カエル | 腸上皮       | 726    | 10       |
|     | 胞胚・原腸胚    | 279    | 100      |
| ヒツジ | 乳腺上皮      | 277    | 1        |
|     | たいじ<br>胎仔 | 172    | 3        |

- (A) 分化した細胞でも個体の形成に必要なすべての DNA を含んでいる。
- (B) 初期化しなかった核では個体の形成に必要な DNA の一部がなくなっている。
- (C) カエルでもヒツジでも腸上皮細胞は乳腺上皮細胞よりも初期化されやすい。
- (D) カエルでもヒツジでも腸上皮細胞は乳腺上皮細胞よりも初期化されにくい。
- (E) カエルでもヒツジでも細胞分化が進むと初期化されやすくなる。
- (F) カエルでもヒツジでも細胞分化が進むと初期化されにくくなる。



問 5-2 ヒツジの実験において、正常に発生した個体が、移植に用いた体細胞と同じ DNA 型を持っているのか調べるために、次の前提条件のもとで以下のような実験を行った。それぞれの設問に答えよ。

【前提条件】

- この実験に用いた胎仔由来の細胞と乳腺上皮細胞は異なる個体から得られたものであり、DNA 型は互いに異なる。
- この実験で解析したのは、異なる常染色体上の 4 つの反復配列領域である。
- この実験に用いた胎仔由来の細胞では、4 つの反復配列のすべてにおいて、反復回数が相同染色体間で同じである。

【実験の概要】

- ① 各反復配列領域を増幅するためにそれぞれの PCR プライマーを設計した。
- ② 移植に用いた胎仔由来の細胞と乳腺上皮細胞およびそれぞれの体細胞核移植によって正常に発生した個体から DNA を精製した。
- ③ ①で設計したプライマーを用いて、②で精製した DNA を鋳型とした PCR を行った。
- ④ ③で増幅した DNA 断片を電気泳動し、バンドパターンを得た。

設問(1)：胎仔由来の細胞とその体細胞核移植によって正常に発生した個体から得られた電気泳動バンドパターンはどれか、次の A～H から適切な 2 つを選び、記号で答えよ。

設問(2)：乳腺上皮細胞とその体細胞核移植によって正常に発生した個体から得られた電気泳動バンドパターンはどれか、次の A～H から適切な 2 つを選び、記号で答えよ。

【電気泳動バンドパターンの選択肢】

|        | A | B | C | D | E | F | G | H |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 反復配列 1 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 反復配列 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 反復配列 3 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 反復配列 4 |   |   |   |   |   |   |   |   |

問 6 下線部 e について、ヒトにおいてこの方法で作製した細胞は、そこから新たな臓器を作るなどといった再生医療に応用することは難しい。その理由を説明せよ。

問 7 下線部 f について、以下の問に答えよ。

問 7-1 このマウスでは緑色の蛍光を発するタンパク質を全身の細胞で発現させているが、このタンパク質の名称をアルファベット 3 文字で答えよ。

問 7-2 このようなマウスを用いたのはなぜか、その理由を答えよ。

問 8 下線部 g の結果からいえることとして適切なものを次の(A)～(E)からすべて選び、記号で答えよ。

- (A) iPS 細胞はさまざまな細胞種に分化することができる。
- (B) 個々の iPS 細胞が胚のどの組織の細胞に分化するかは決まっていない。
- (C) 緑色の蛍光を示したマウス胚では、iPS 細胞に導入した調節遺伝子の発現が維持された。
- (D) 緑色の蛍光を示さなかったマウス胚では、iPS 細胞に導入した調節遺伝子の発現がなくなった。
- (E) 緑色の蛍光を示さなかったマウス胚では、発生過程で蛍光が消失した。

2

次のⅠとⅡの文章を読み、それぞれの問に答えよ。

Ⅰ 被子植物では、めしべの子房の中の胚珠で形成された胚のう母細胞が、減数分裂を行い、胚のう細胞を形成する。一般的な被子植物では、胚のう細胞は3回の核分裂ののち、胚のうを形成する。成熟した胚のうでは、1個の卵細胞と、 (ア)  個の助細胞、 (イ)  個の反足細胞、 (ウ)  個の極核を持つ1個の中央細胞が生じる。

一方、おしべの先端の葯<sup>やく</sup>の中では、花粉母細胞が減数分裂を行い、花粉四分子を形成する。花粉四分子は、雄原細胞と花粉管細胞からなる花粉となる。花粉はめしべの柱頭につくと発芽して、花粉管を胚珠にむかって伸ばす<sup>a</sup>。雄原細胞が分裂して生じる精細胞の一つは、卵細胞と受精し、受精卵を作る。精細胞の他の一つは中央細胞と融合し、胚乳を形成する<sup>b</sup>。

被子植物であるイネの種子の胚乳にはデンプンが蓄積する。デンプンの成分の一つであるアミロースの含有量を決める遺伝子を、ここでは $R$ とする。ウルチ性のイネ品種は優性(顕性)の $R$ 対立遺伝子を持ち、モチ性のイネ品種は劣性(潜性)の $r$ 対立遺伝子を持つとする。デンプン成分は胚乳だけでなく、イネの花粉にも蓄積する。例えば、ウルチ性のイネ品種とモチ性のイネ品種を交配して得られた子孫(雑種第一代)では、ウルチ性を示す花粉とモチ性を示す花粉が1:1の割合で出現する。このことから、イネの花粉におけるウルチ・モチ性は、花粉の遺伝子型により決まることがわかる。なお、花粉のウルチ・モチ性は、ヨウ素溶液による染色で容易に区別することができ、ウルチ性花粉は青色に染まり、モチ性花粉は赤紫色に染まる。

問1 文中の  (ア)  ~  (ウ)  に入る適切な数字を答えよ。

問2 下線部aについて、花粉管の先端では、花粉管の伸長のために必要な細胞壁の成分などを細胞外へ放出する現象が活発に起きる。このような現象をなんというか答えよ。

問 3 下線部bについて、マメ科やアブラナ科などの植物では胚乳はあまり発達しない。これらの植物の種子において、栄養分が蓄えられている器官をなんというか答えよ。

問 4 ウルチ性のイネ品種とモチ性のイネ品種を交配して得られた雑種第一代のめしべに、モチ性のイネ品種の花粉を受粉した。このときに形成されることが期待される胚乳の遺伝子型をすべて記せ。なお、遺伝子型の記述には  $R$  もしくは  $r$  の記号を用いること。

問 5 ウルチ性のイネ品種 1 個体の 1 つの葯の中の花粉をすべて取り出し、ヨウ素溶液で染色したところ、多数の青色の花粉の他に、赤紫色の花粉が 2 粒存在していた。この個体の生育中に、 $R$  遺伝子から  $r$  遺伝子への突然変異が、特定の 1 個の細胞内の 1 本の染色体に 1 回だけ生じたとすると、その突然変異が生じた時期はいつになるか。次の図 1 に示した(A)~(F)から適切なものを 1 つ選び、記号で答えよ。ただし、図 1 は、イネの花粉形成過程における葯の中の細胞の細胞当たりの DNA 量の相対値を表している。なお、図 1 の横軸の長さは実際の時間の長さを反映していない。また、ヨウ素溶液による染色時の実験操作にミスはなく、他の個体からの花粉の混入もないものとする。

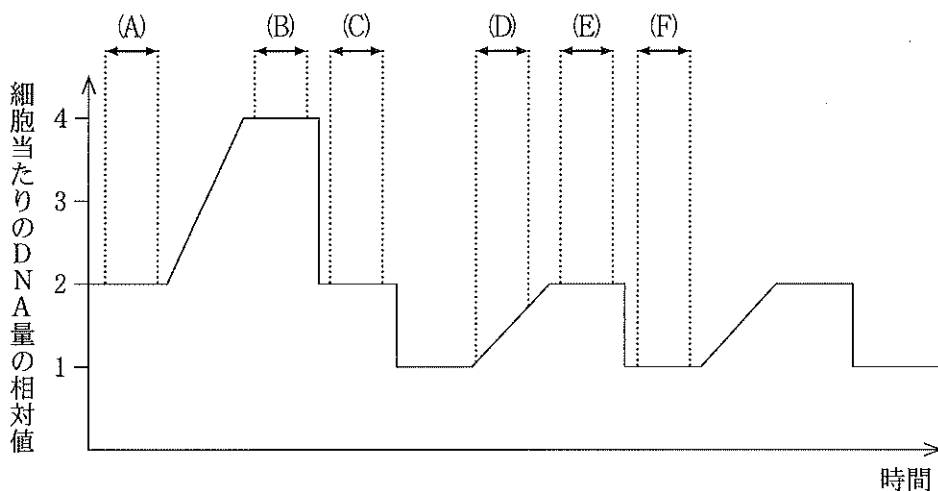


図 1 イネの花粉形成過程における葯の中の細胞の細胞当たりの DNA 量の相対値

II 植物では、花粉の正常な発達に必要な遺伝子に異常が生じ、花粉が発達途中で退化し、受精できない突然変異が知られている(退化した花粉はデンプンを蓄積しないため、正常花粉と退化花粉は容易に区別することができる。なお、この突然変異個体では卵細胞は健全である)。配偶子形成に関わる遺伝子は、種分化にも関わることもある。花粉の退化を引き起こす突然変異が、どのように種分化に関わるか考えてみよう。

まず、花粉の発達に関わる遺伝子座が、1つのみの場合を考えよう。この遺伝子座を  $A$  とし、花粉の正常な発達に必要な遺伝子を  $A$  対立遺伝子、 $A$  対立遺伝子が機能を失ったものを  $a$  対立遺伝子とする。花粉が正常に発達するか退化するかは花粉の遺伝子型によって決まり、 $A$  対立遺伝子と  $a$  対立遺伝子のヘテロ接合の個体(雑種第一代とする)の葯では、正常花粉と退化花粉が 1 : 1 の割合で生じる。退化花粉は受精できないため、世代を経るに従い、 $A$  対立遺伝子の遺伝子頻度は大きくなり、 $a$  対立遺伝子の遺伝子頻度は小さくなる。したがって、1つの遺伝子座のみが関与する場合、花粉が発達途中で退化する突然変異は、いずれは消失してしまい、種分化に関わることは難しい。

次に、 $A$  対立遺伝子の他に、 $A$  対立遺伝子と機能が全く同じである  $B$  対立遺伝子<sup>d</sup>が存在する場合を考えよう。 $B$  遺伝子座は  $A$  遺伝子座とは独立であり(連鎖していない)、 $B$  対立遺伝子が機能を失ったものが  $b$  対立遺伝子であると仮定する。ある地域で生育するイネの個体群(集団 P)では、 $A$  対立遺伝子は正常であるものの、 $B$  対立遺伝子に突然変異が生じ、遺伝子型は  $AAbb$  である。一方、他の地域で生育するイネの個体群(集団 Q)では、 $B$  対立遺伝子は正常であるものの、 $A$  対立遺伝子に突然変異が生じ、遺伝子型は  $aaBB$  である。このとき、集団 P と Q のそれぞれの個体における正常花粉の割合はどちらも (エ) % となる。一方、集団 P の個体と集団 Q の個体を交配すると、雑種第一代における正常花粉の割合は (オ) % となる。このように、2つの遺伝子座が存在するとき、花粉の退化を引き起こす突然変異は、消失せずに集団内に存在し、集団間の雑種個体の繁殖能力を低下させ、種分化に関わる。

問 6 下線部 c のヘテロ接合個体(雑種第一代)が自家受粉を行った場合、その子孫(雑種第二代)における A 対立遺伝子のホモ接合個体の出現率は何%となるか。また、雑種第二代のすべての個体が自家受粉を行って雑種第三代が得られたとすると、雑種第三代における A 対立遺伝子のホモ接合個体の出現率は何%となるか。それぞれ整数で答えよ。小数点以下の数値が算出された場合は、小数点第一位を四捨五入すること。さらに、自家受粉を繰り返したのち、雑種第  $n + 1$  代(ただし  $n$  は 0 以上の整数)では、A 対立遺伝子のホモ接合個体の出現率は何%となるか。 $n$  を用いた数式で答えよ。なお、A 対立遺伝子のホモ接合個体とヘテロ接合個体は、どちらも同じ数の種子を生産したとする。

問 7 下線部 d に関して、ある遺伝子がゲノム内に複数存在する現象を遺伝子の重複とよぶ。この現象に関して適切なものを次の(A)~(D)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (A) 同じ遺伝子がゲノム内に 2 つ存在する場合、1 つの遺伝子が突然変異により機能を失っても、他方の遺伝子が本来の形質を発現することができる。
- (B) 重複した 2 つの遺伝子は、減数分裂によって、それぞれ別の配偶子に分配される。
- (C) 体細胞で重複した遺伝子は個体の生存に有利にはたらくため、それら遺伝子の大部分は次世代に受け継がれる。
- (D) 遺伝子が 2 つに重複した場合、片方の遺伝子に DNA の突然変異が生じる確率は、重複前と比べて  $\frac{1}{2}$  倍となる。

問 8 (エ) と (オ) に入る適切な数値をそれぞれ答えよ。

問 9 対立遺伝子 A と  $a$  が連鎖し、対立遺伝子  $a$  と B が連鎖していると仮定する。集団 P の個体と集団 Q の個体を交配し得られた雑種第一代において、正常花粉が 85 % の割合で生じたとき、A 遺伝子座と B 遺伝子座の間の組換え価は何%となるか、整数で答えよ。小数点以下の数値が算出された場合は、小数点第一位を四捨五入すること。

3 次のⅠとⅡの文章を読み、それぞれの間に答えよ。

Ⅰ 動物の体内環境は、自身の活動や体外環境の変化により絶えず変化するが、一定の生理的な条件の範囲内に収まるように調節されている。体内環境の維持を行う中枢として働いているのは間脳にある (ア) という器官である。(ア) は環境の変化を感知すると、(イ) 系と内分泌系という2つの仕組みにより、体内の各器官の機能を調節する。内分泌系では、内分泌腺がホルモンとよばれる物質を産生・放出し、これが血流を介して特定の器官・組織に作用する。(ア) は、その下の位置に存在する (ウ) からのホルモンの分泌を促進または抑制する。(ウ) から分泌されるホルモンには、末梢組織に働きかけて、その代謝や成長を直接的に調節するものと、特定の器官に働きかけて、それらの器官からのホルモン分泌を調節することで作用を発揮するものがある。<sup>a</sup> (ア) や (ウ) による分泌調節を受けるホルモンの一つとして糖質コルチコイドが挙げられる。糖質コルチコイドは、環状の炭化水素から成るステロイド核をもつホルモンの一群であり、ヒトにおいて最も主要なものはコルチゾールである。コルチゾールの分泌を促す刺激は (ア) を刺激し、副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモンを分泌させる。副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモンは血流を介して (ウ) を刺激し、副腎皮質刺激ホルモンを分泌させる。副腎皮質刺激ホルモンは血液循環を介して副腎に至り、コルチゾールの分泌を促す。コルチゾールは、様々な器官での (エ) の分解を引き起こし、(エ) を原料としたグルコースの合成を促進する作用を持つ。また、コルチゾールは様々なストレスに応答して分泌されることが知られている。そのため、血液中のコルチゾール濃度はストレスの指標として利用されている。コルチゾールは血液中だけではなく唾液中にも存在するため、コルチゾール濃度を測定する際に、血液のかわりに唾液を利用することが可能である。<sup>b</sup> この際に、唾液は口腔内に入れた脱脂綿に含ませたり、漏斗状の専用器具を用いることで容易に採取することができる。

問 1 文中の (ア) ~ (エ) に入る適切な語句を答えよ。

問 2 内分泌腺と外分泌腺はさまざまな点で差異がある。内分泌腺における分泌物の量および排出管、分泌部位それぞれについての特徴を、表 1 の(A)~(F)から 1 つずつ選び、解答欄に記号で答えよ。

表 1

| 項 目   | 選択肢       |         |
|-------|-----------|---------|
| 分泌物の量 | (A) 比較的多い | (B) 微量  |
| 排出管   | (C) な し   | (D) あ り |
| 分泌部位  | (E) 体 外   | (F) 血液中 |

問 3 次に示す(A)~(E)のそれぞれについて、下線部 a に示したホルモンの分泌調節の仕組みのように、間脳から分泌されるホルモンの作用により分泌量が調節されるホルモンは「○」、そうでないものは「×」として解答欄に記入せよ。

- (A) アドレナリン
- (B) グルカゴン
- (C) バソプレシン
- (D) インスリン
- (E) チロキシン

問 4 下線部 b について、コルチゾールの濃度を測定するために、血液ではなく唾液を用いる利点または注意点として不適切なものを次の(A)~(D)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (A) 注射針を使う採血のような痛みを伴わず、痛みのストレスにより誘導されるコルチゾールの分泌が起きないため、測定の誤差が生じにくい。
- (B) 唾液の分泌は自律神経により調節されて、変動があることから、採取する際の時間や環境を毎回できるだけ一定にする必要がある。
- (C) コルチゾールは唾液に豊富に含まれるアミラーゼにより徐々に代謝されてしまうので、採取した唾液のアミラーゼを阻害する必要がある。
- (D) 採血と比較して採取するための操作が容易であり、熟練していなくても簡単に採取することができる。



Ⅱ 成長ホルモンはポリペプチドでできたホルモンであり、体内の組織や器官の成長を促進する作用を持つ。特に、成長中の骨端軟骨や骨格筋に作用し、同化的な代謝を促進することで、細胞の増殖を促す。このような作用は、成長ホルモンそのものよりも、成長ホルモンが肝臓に作用した際に、肝臓から分泌されるホルモンであるインスリン様成長因子Ⅰを介した作用が大きい。成長ホルモンの分泌は、成長ホルモン放出ホルモンおよびソマトスタチンによって調節されている。分泌された成長ホルモンは、成長ホルモン放出ホルモンおよびソマトスタチン<sup>c</sup>の分泌を調節し、結果的に成長ホルモンの分泌は抑制される。

成長期において成長ホルモンによる情報伝達に障害が起こると、発育不全の原因となる場合がある。成長ホルモンに関連する発育不全の発症メカニズムは、成長ホルモンの分泌低下、または成長ホルモンに関連した情報伝達系の異常に分類される。成長ホルモンの分泌に異常がない場合は、薬剤投与により成長ホルモンの分泌を誘導すると、血液中の成長ホルモン濃度は投与後 30 分程度で一時的に上昇する。しかし、成長ホルモンの分泌に不全がある場合には、薬剤を投与しても分泌量にほとんど変化は無く、また血液中の成長ホルモン濃度は通常と比べて低値を示す。このような場合には、成長ホルモンを投与する補充療法<sup>d</sup>が行われる。ただし、ある動物種の成長ホルモンを、別種の動物の血管内に投与しても、効果が見られない場合がある<sup>e</sup>。一方で、症例数としては少ないものの、遺伝子<sup>f</sup>の異常により成長ホルモンやインスリン様成長因子Ⅰによる情報伝達系に異常がある場合には、血液中の成長ホルモン濃度は通常よりも高値を示すことがあるにもかかわらず、発育の不全が見られる。

問 5 下線部 c について、成長ホルモンは、成長ホルモン放出ホルモンおよびソマトスタチンの分泌をどのように調節すると考えられるか。「促進」または「抑制」のどちらかを解答欄に記入せよ。ただし、成長ホルモン放出ホルモンおよびソマトスタチンの成長ホルモンの分泌に対する作用は、表 2 に示した通りである。

表 2

| ホルモンの名前      | 成長ホルモン分泌に対する作用 |
|--------------|----------------|
| 成長ホルモン放出ホルモン | 促 進            |
| ソマトスタチン      | 抑 制            |

問 6 下線部 d について、補充療法を行う場合、成長ホルモンを血管内に投与せずに、経口投与すると効果が見られない。考えられる理由を説明せよ。

問 7 下線部 e の理由として最も適切なものを次の(A)~(E)から 1 つ選び、記号で答えよ。

- (A) 成長ホルモンの一次構造の差異により、別種の動物内ではホルモンを作る細胞において成長ホルモンの修飾や分泌がうまく起こらなくなる。
- (B) 異なる動物種の成長ホルモンは、投与された後に細胞内に存在する受容体に結合してしまい、標的細胞に適切なシグナルを送ることができない。
- (C) 動物種間では血液の pH が異なることから、投与された別種の動物の成長ホルモンは変性し、基質特異性が変化してしまう。
- (D) mRNA からタンパク質に翻訳される際に、コドンとアミノ酸の対応関係が動物種間で異なるため、成長ホルモンは別種の動物の体内では正しく翻訳されない。
- (E) 受容体への結合を担う部分の一次構造が動物種間で異なるため、成長ホルモンが受容体に結合する力が弱まったり、結合性が失われる。

問 8 下線部 f について、以下の問に答えよ。

問 8-1 成長ホルモンに関連する情報伝達の異常は、次に示す要因(A)および(B)に分類される。それぞれの場合について、成長ホルモンの分泌を促進する薬剤を投与してから 30 分後の、①成長ホルモンおよび②インスリン様成長因子 I の血液中の濃度は、投与前と比べてどのようなになると考えられるか。それぞれの解答欄に、「上昇」、「変化なし」、「低下」の中から適切なものを記入せよ。

なお、ここで使用する成長ホルモンの分泌を促進する薬剤は、成長ホルモンやインスリン様成長因子 I それぞれの受容体には結合せず、これらとは異なる受容体に作用して効果を発揮するものとする。また、各ホルモンの受容体の機能障害については、全身の組織においてその受容体の機能が失われているとする。

(A) 成長ホルモン受容体の機能障害

(B) インスリン様成長因子 I 受容体の機能障害

問 8-2 問 8-1 における(A)の場合では、平常時における血液中の成長ホルモン濃度が正常な場合に比べて上昇している。その理由を述べた次の文章中の  と  について、(C)~(F)からそれぞれ適切なものを選び、記号で答えよ。また、 に入る適切な語句を答えよ。

や  を分泌する細胞において、成長ホルモンの受容体が機能していない。したがって、 や  の分泌が調節されないので、成長ホルモンがそれ自身の分泌を調節する  作用が消失する。

(C) 成長ホルモン

(D) 成長ホルモン放出ホルモン

(E) インスリン様成長因子 I

(F) ソマトスタチン

4 次の文章を読み、それぞれの問に答えよ。

人間の赤血球は、生き物としてのヒトの多様性を考える上で、興味深いさまざまな特徴<sup>a</sup>を持っている。たとえば、鎌状(鎌型)赤血球貧血症では、ヘモグロビン遺伝子の DNA 塩基配列がわずかに変化していることで、赤血球が三日月型になり、貧血症状を呈する。鎌状赤血球は正常赤血球にくらべ (ア) 運搬能力の面では不利となるのである。その一方で、鎌状赤血球を持つとマラリアにかかりにくいという利点もある。鎌状赤血球貧血症が、 (イ) などマラリア罹患のリスクが高い地域で頻繁にみられるのは、そのためである。つまり、マラリア感染がヒトの生命に重篤な影響を与えることを考えると、おそらく鎌状赤血球遺伝子は、自然選択によってもたらされた適応<sup>b</sup>と<sup>c</sup>いっていい。なお、マラリア感染は、マラリア原虫を持つ蚊に刺され、赤血球がマラリア原虫に寄生<sup>b</sup>されることによっておこる。そのため、蚊に対する殺虫剤の使用や蚊帳(防虫ネット)内での就寝<sup>c</sup>などの対策が広くおこなわれている。

一遺伝子によってもたらされる赤血球の多様性には、ABO 血液型もある。ABO 血液型は、赤血球膜に存在する抗原のタイプによって分類される。血液型 A 型は A 抗原、B 型は B 抗原、AB 型は A 抗原と B 抗原の両方を持つことを意味し、O 型は A 抗原と B 抗原のどちらも持たない。これらの区別は、輸血の際に凝集反応を生じないために重要である。各血液型の表現型に対応する遺伝子型は、血液型 A 型ならば AA または AO、B 型ならば BB または BO、AB 型は AB、O 型は OO である。すなわち、対立遺伝子 A や B は O に対して優性(顕性)である。ABO 血液型に関しては、さまざまな病気との関わりも調べられているものの、<sup>d</sup>特定の血液型が総合的にもっとも生存しやすいというような顕著な傾向はみられない。また、血液型に関しては性格との関連が話題になるものの、科学的には両者の関連は明確に否定されている。骨髄移植によって血液型が変わっても、性格が変わることはない。また、血液型の分布は、世界を見渡してみると地域によってさまざまである。

このような ABO 血液型の地域差は、人間がどのように移動し分布を広げてきたかの歴史を反映したものである。現生の人類(ホモ・サピエンス)は (イ)

大陸で出現し、その後世界中に拡散していった。人々の行き来が活発な2地点間、あるいは2集団間では、ABO血液型に関わる遺伝子頻度に大きな差はない。そうでない場合には逆に、遺伝子頻度の差が生じやすい。仮にはるか昔、それまで人間が住んでいなかった遠い島に、船で辿り着いた少数の人たちがいたとしよう。人々は、世代を交代しながらその島に住み続け、しかも、以降新たに流入してくる移住者が誰もいないまま年月が経ったとする。つまり島と本土では、集団間に隔離がおこっていたとする。その結果、島と本土では、血液型の遺伝子頻度に顕著な差が生じる可能性がある。このようなプロセスは、遺伝的浮動とよばれる。

問1 下線部aについて説明した次の(A)~(D)の文のうち適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

- (A) 赤血球は、血小板と同様に核を持たないため、細胞ではない。
- (B) 赤血球は、血液凝固の際にフィブリンを生成して、血べいとなる。
- (C) 赤血球は、造血幹細胞から分化する。
- (D) 赤血球を高張液にいれると、膨らんでやがて破裂する。

問2 文中の (ア) と (イ) に入る適切な語句を答えよ。

問 3 下線部 b の寄生とは、共生する生物どうしの関わりのひとつである。以下の表は、生物 2 種(X, Y)が関わりあうことで、利益(+)と不利益(-)どちらを被るかの組み合わせを示している。生物 2 種が共生関係にある場合、(ウ)~(ケ)にはどのような語が入るか、適切なものを選択肢から選べ。(オ)と(カ)、(ク)と(ケ)の順序は問わない。なお、選択肢の中にあてはまるものがない場合には×を記せ。

|     | 生物 X   |   | 生物 Y |   |
|-----|--------|---|------|---|
| 寄 生 | マラリア原虫 | + | 人 間  | - |
|     | (ウ)    | + | ウ シ  | - |
| (エ) | アブラムシ  | + | ア リ  | + |
|     | (オ)    | + | (カ)  | + |
| (キ) | (ク)    | - | (ケ)  | - |

選択肢 {相利共生 片利共生 片害共生 捕食 乳酸菌 根粒菌  
エゾシカ エンドウマメ キツネ ハマグリ マダニ メダカ ラッコ}

問 4 下線部 c のような対策が効果を発揮すると、蚊は次世代を残しにくくなる。そのため、うまく人間の対策をいかくぐることができた個体が子を残し増えていき、進化がおこる可能性がある。これについて、次の問に答えよ。

問 4-1 殺虫剤使用の結果として、蚊の側にはどのような進化がおこると考えられるか、10 字以内で答えよ(句読点不要)。

問 4-2 蚊帳の使用により蚊の側におこる進化としてどのような可能性があるか。次の(A)~(D)から適切なものをすべて選び、記号で答えよ。

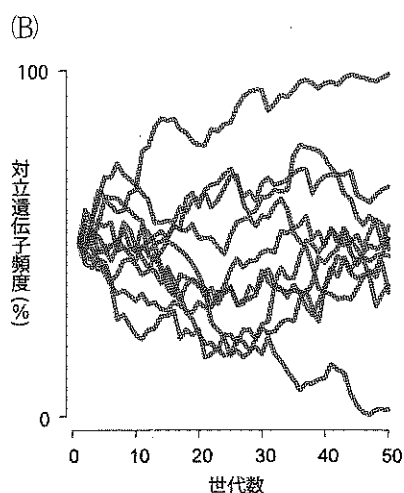
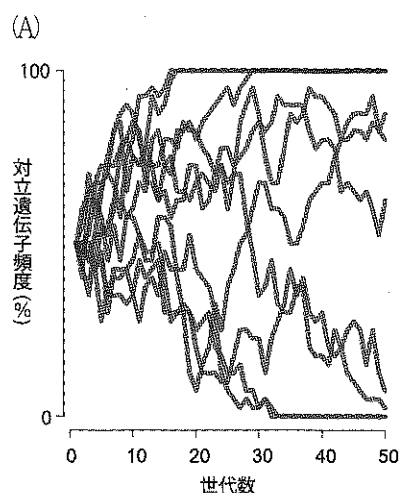
- (A) 人間が就寝する夜間には血が吸えないことを学習した蚊は、徐々に活動する時間をずらしていく。
- (B) 夜間に人が活動している特定の場所をおぼえて分布するようになる。
- (C) 人間が活動する日中に吸血するような活動サイクルを示す個体が増える。
- (D) 人間以外の哺乳類を好んで吸血する蚊が増える。

問 5 下線部 d に関し、実際とは異なる状況を以下に記す(1)あるいは(2)のように 2 通り仮定した。それぞれの状況で数世代を経た場合、どのような変化がみられるか、(A)~(E)からあてはまるものをすべて選び、記号で答えよ。あてはまるものがない場合には×を記せ。

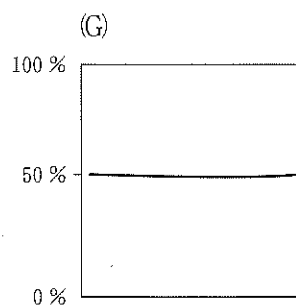
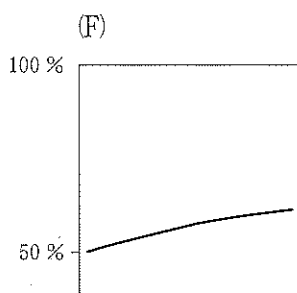
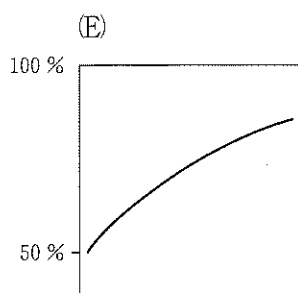
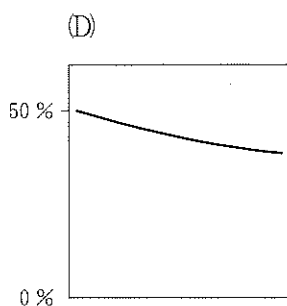
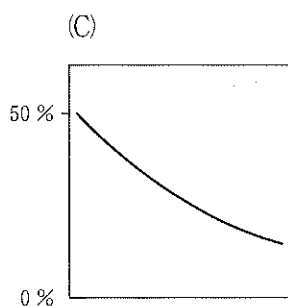
- (1) 血液型 O 型の子供が罹患しやすい病気が流行し、この病気にかかっても死亡することはないが、生殖能力に負の影響が残る。
- (2) 血液型 A 型の人が老年期になると罹患しやすい病気が流行し、この病気にかかっても死亡することはないが、運動能力が著しく衰える。
- (A) 血液型 O 型の相対割合の減少
- (B) 血液型 B 型の相対割合の減少
- (C) 対立遺伝子 A を持つ人の相対比率の減少
- (D) 対立遺伝子 A を持つ人の相対比率の増加
- (E) 血液型の対立遺伝子頻度のハーディ・ワインベルグ平衡からの逸脱

問 6 下線部 e に関連して、次の問に答えよ。

問 6-1 本土から島に移住した人は B 型と O 型しかいなかったとする。対立遺伝子 B と O の頻度は最初 50 % ずつで、50 世代を経る間にそれがどのように変化するか 10 回シミュレーションした結果を、(A)と(B)の 2 つのグラフに示した。各グラフ中の折れ線は、それぞれが 1 回ずつのシミュレーションに対応し、重なっていても分かるよう半透明の灰色で示されている。2 つのグラフは、島に移住した人数が相対的に多い時と少ない時どちらかを示している。島に移住した人数が多い場合のグラフは (A)と(B)のどちらか、記号で答えよ。



問 6-2 問 6-1 で説明したようなシミュレーションによってグラフ(A)の結果がもたらされた時、血液型の遺伝子型に関し、ヘテロ接合を持つ人の集団中に占める割合は、世代を経るにつれてどのように変化していったと考えられるか。10回のシミュレーションを平均した結果に最も近いグラフを(C)~(G)から1つ選び、記号で答えよ。(C)~(G)のグラフの横軸の世代数は(A)と同じであるとする。





問 6-3 個体群の変遷は、人間の移住だけではなく、さまざまな生物の過去と未来に関わる問題である。北海道に生息するツルの一種タンチョウは、19世紀末には絶滅寸前にまで減少し、およそ数十羽しかいなかったと報告されている。しかしその後の人々の努力によって、現在は1,000羽を超えるほどに個体数が回復した。それでも、タンチョウの保護をめぐる状況は、安心できるものではないとの見方もある。問 6-1 および問 6-2 の内容をふまえた上で、タンチョウの現状にはどのような懸念があるか、以下の文章中の (コ) と (サ) を埋めることで説明せよ。(コ) は10字以内、(サ) は20字以内とする(句読点は不要)。

北海道のタンチョウは、極端な個体数減少を経験したことで、(コ) が失われている可能性がある。その結果として、環境の変化や病原体に対する抵抗性が低下しているかもしれない。一方で、ロシアや中国で繁殖するユーラシア由来のタンチョウが北海道に飛来している可能性が最近あきらかになった。しかし、たとえユーラシアからのタンチョウが北海道に定着したとしても、(サ) がおこらない限り、低下した(コ) の解決にはならない。

## 地 学

1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

地球表層を構成する岩石はその成因から、火成岩、堆積岩、変成岩の3種類に分類することができる。火成岩は、マグマが冷えて固化した岩石で、地表もしくは地下浅部で急激に冷えて固化した<sup>a</sup> (ア) と、地下深部でゆっくり冷えて固化した (イ) がある。堆積岩は、主に水中で砂や泥などが堆積したものが固結してできた岩石である。変成岩は、既存の岩石が高温や高圧などの条件に置かれて、<sup>c</sup> 鉱物組み合わせや組織が変化した岩石である。

問 1 文章中の空欄 (ア) , (イ) にあてはまる適切な語句を答えよ。

また、それぞれの岩石の薄片を偏光顕微鏡で観察したときに見られる特徴的な組織の名称をそれぞれ答えよ。

問 2 下線部 a について、地下深部で生じたマグマは、上昇して固化するまでの間に様々な要因により化学組成が変化することがある。マグマの化学組成を変化させる要因の一つに、異なる種類のマグマの混合がある。地下深部で生じた  $\text{SiO}_2$  成分を 49 質量% 含んだマグマ A が、上昇途中に存在していた  $\text{SiO}_2$  成分を 72 質量% 含んだマグマ B と、質量比 3 : 2 で混合してマグマ C ができたとする。マグマ C に含まれる  $\text{SiO}_2$  成分の割合(質量%)を計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。また、マグマ C がその化学組成を変えず、地表もしくは地下浅部で急激に冷えて固化した岩石と、地下深部でゆっくり冷えて固化した岩石の名称をそれぞれ答えよ。

問 3 下線部 b について、堆積岩の一つであるチャートの多くは、 $\text{SiO}_2$  からなる放散虫の殻などが、堆積・固結してできたものである。以下の設問に答えよ。

(1) チャートが堆積・固結したのはどのような場所か、15 字以内で答えよ。

(2) 今日、チャートを日本列島各地の露頭で見ることができる理由について、「プレート」と「付加」の言葉を用いて、30 字以内で答えよ。

問 4 下線部cについて、図1を参照して、以下の設問に答えよ。

- (1) らん晶石・紅柱石・珪線石は、化学組成( $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ )が同じであるが、結晶構造が異なる鉱物である。このような関係を何というか答えよ。
- (2) ある変成岩には、Naに富む斜長石( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ )が含まれず、石英( $\text{SiO}_2$ )とひすい輝石( $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ )が含まれていた。この変成岩に化学組成が $\text{Al}_2\text{SiO}_5$ である鉱物が含まれるとすると何か、鉱物名を答えよ。
- (3) 設問(2)の変成岩の生成温度は $450^\circ\text{C}$ 程度と見積もられている。地表からこの変成岩が生成したところまでの地下増温率( $^\circ\text{C}/\text{km}$ )の上限、あるいは、下限を有効数字2桁で答えよ。その値が上限であれば解答欄の「より小さい」を、下限であれば「より大きい」を丸で囲むこと。なお、地表の地温は $10^\circ\text{C}$ とし、地下増温率は一定であるとする。

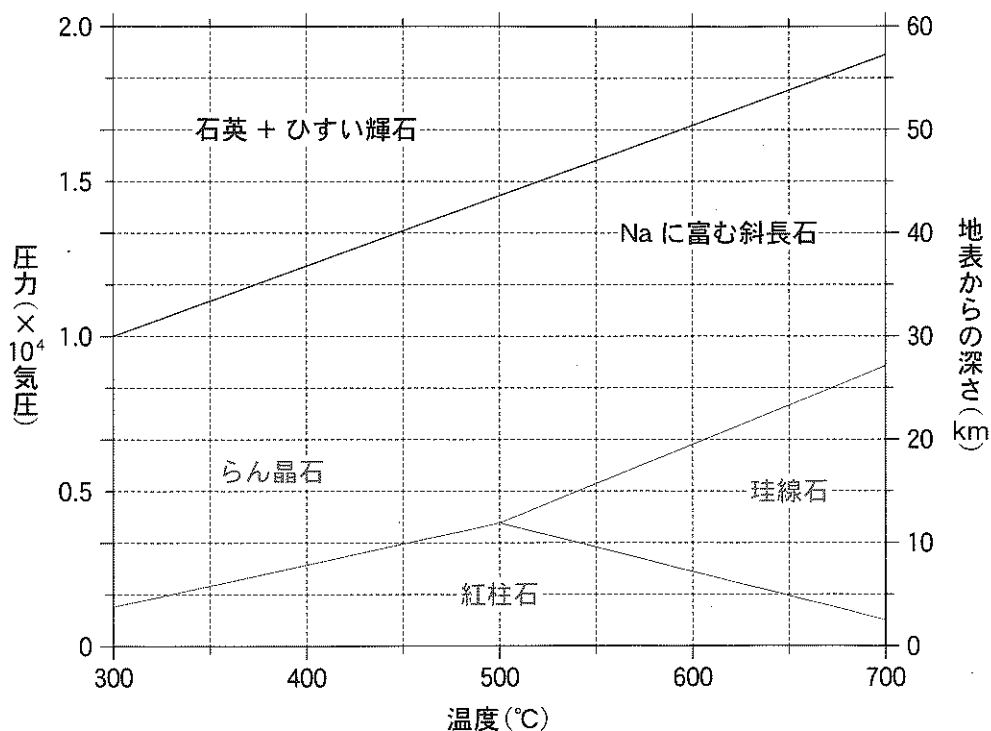


図1 変成岩中に含まれる鉱物が形成される温度圧力条件

2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

気象学者で探検家でもあったドイツのウェゲナーは、1912年に大陸移動説を  
発表した。大陸が移動することは、その後1950年代頃<sup>a</sup>から明らかになった海洋  
底拡大の証拠などにより、やがてプレートテクトニクスとして広く受け入れられ  
るようになった。現在では、(ア) や (イ) などの測量や、位置がほぼ  
動かないホットスポットが形成した火山活動の痕跡からプレートの動きを知るこ  
とができる。<sup>b</sup> 図1のように、地球の表面にプレートAを仮定し、その周りのプ  
レートは動かないものとする。プレートAの運動は、地球の中心を通る回転軸  
の位置と回転速度で表現される。プレートAの各地点の移動速度は、回転軸か  
らの距離が近いほど (ウ) 。また、プレートAの縁辺部では、<sup>c</sup> 様々な地震  
活動や火山活動が発生する。

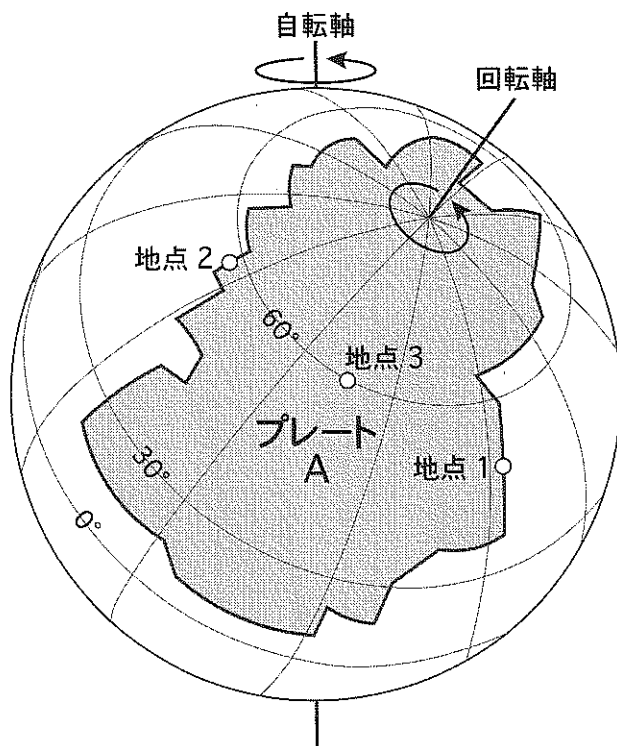


図1 地球の表面上のプレートA。回転軸を中心に図のように運動する。細い線は回転軸を基準とした緯線、経線を示し、緯度には30°ごとに数値を記している。

問 1 文章中の空欄 (ア) ~ (ウ) について、以下の設問に答えよ。

- (1) 以下の文は空欄 (ア) と (イ) の測量技術について説明したものである。これらの測量技術名の略称(アルファベット)をそれぞれ答えよ。

空欄 (ア) : 遠方の天体(クエーサー)から届く電波を地表の複数点で同時に受信し、地表の観測点間距離を精密に測定する方法

空欄 (イ) : 地球の周りを回る複数の人工衛星から届く電波を同時に受信し、受信点の位置を決める、世界各国のシステムの総称

- (2) 空欄 (ウ) に入る語句は「大きい」、「小さい」のどちらか。適切なものを答えよ。

問 2 下線部 a について、大陸移動説を説明するのに用いられなかった証拠を以下の A ~ D からすべて選び、記号で答えよ。

- A. 海岸線や大陸棚の分布
- B. 海底の磁気異常の縞模様
- C. 造山帯や山脈のつながり
- D. 古生代以前の動植物化石の分布

問 3 下線部 b について、ホットスポットが形成した火山活動の痕跡から、どのようにしてプレートの移動方向と速さを知ることができるか。60 字以内で答えよ。

問 4 図 1 のプレート A に関して、以下の設問に答えよ。

- (1) 下線部 c について、プレート A の縁である地点 1 および地点 2 は、どのようなプレート境界に分類されるか。また、そこで発生する地震の断層運動はどのような型が多いか。それぞれについて答えよ。
- (2) プレート A は回転軸の周りを 100 万年かけて  $1^\circ$  回転すると仮定する。このとき、地点 3 は地球の表面を 1 年間で何 mm 移動するか。計算過程とともに有効数字 2 桁で答えよ。ただし、地球を球とみなし、その半径を 6400 km、また円周率を 3.0 とする。

3 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

波動は大気および海洋の変動において重要な役割を果たしている。中高緯度の対流圏では一般に西よりの風が卓越し、それに対応して長期間で平均した対流圏中層の 500 hPa の等圧面高度は、低緯度で (ア) 　く、高緯度で (イ) 　いという極を中心とするおおむね同心円的な分布をしている。しかし、日々の等圧面高度の等高線は南北に大きく蛇行しており、これは (ウ) 　波動を表している。さらに、成層圏の極渦<sup>a</sup>が一時的に崩壊することで生じる (エ) 　昇温にも、対流圏で発生した大規模な大気の波動の伝播がかかわっている。なお、海陸<sup>b</sup>の分布に関係して、季節ごとに特徴的な気圧分布が形成される傾向もある。

風が海上を吹くと、海面に波を生じさせる。風の力を直接受けてできる波を (オ) 　といい、一方、強風域で発生した (カ) 　が伝播して風の強くない場所にも見られる波をうねりという。これらの波が進む速さ  $v$  は、波長が水深に比べて十分短い場合に、

$$v = \sqrt{\frac{gL}{2\pi}}$$

と表される。ここで  $g$  は重力加速度、 $L$  は波長、 $\pi$  は円周率である。うねりの代表例が、数千 km 南方の台風周辺で発生した波が日本の沿岸まで伝わってくる土用波である。なお、津波は大規模な海底の隆起または沈降によって引き起こされ、津波の進む速さ<sup>c</sup>は一般にうねりよりも速い。

問 1 文章中の空欄 (ア) 　～ (オ) 　にあてはまる適切な語句を答えよ。

問 2 下線部 a について、主に南半球における春季の極渦の内部では、太陽からの紫外線を吸収する大気中の分子が破壊される。その分子の名称と分子式を答えよ。



問 3 下線部 b の代表例の一つが、冬季に発達するシベリア高気圧である。その成因を以下から適切な語句を三つ用い、60 字以内で答えよ。

語句：大陸，海洋，潜熱加熱，放射冷却，重く，軽く

問 4 波長が水深よりも十分短いうねりの進む速さが 36 km/h である場合に、その波長 (m) を有効数字 2 桁で答えよ。解答には計算過程も示せ。ただし重力加速度は  $10 \text{ m/s}^2$ ，円周率は 3.0 とする。

問 5 下線部 c について、水深が 1.0 km である海において、波長が水深よりも十分長い津波が進む速さ (km/h) を、有効数字 2 桁で答えよ。解答には計算過程も示せ。ただし重力加速度は  $10 \text{ m/s}^2$  とする。

4 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

星々の間の空間に存在する星間物質は一様に分布しておらず、密度が濃い部分を星間雲<sup>a</sup>という。星間雲が収縮した結果、原始星が生まれる。太陽の場合は、誕生からおよそ (ア) 年たつと中心部の温度が (イ) K 以上となり、水の核融合反応<sup>b</sup>が始まって (ウ) 星となった。恒星の晩年の姿は、その質量によって異なる。太陽程度の質量の恒星は、およそ (エ) 年で、(ウ) 星の段階を離れて、表面温度が低く半径が大きな (オ) になる。やがて外側のガスは星間空間に広がり、惑星状星雲として観測される。中心部は収縮して白色わい星になる。太陽の8倍以上の質量をもつ恒星は、(カ) と呼ばれる現象を起こし、中心部に中性子星やブラックホールを残す。(キ) より重い元素はこの (カ) <sup>c</sup>の際につくられる。

問 1 文章中の空欄 (ア) ~ (キ) にあてはまる適切な語句、または数値を答えよ。なお、数値は下から選択すること。

100 万, 1000 万, 4000 万, 46 億, 100 億, 138 億

問 2 下線部 a について、星間雲には散光星雲や暗黒星雲として観測されるものがある。以下の設問に答えよ。

- (1) 散光星雲は明るい領域として観測される。その原因を 30 字以内で答えよ。
- (2) 暗黒星雲は暗い領域として観測される。その原因を 30 字以内で答えよ。

問 3 下線部 b について、核融合反応が始まる前に、原始星が温度上昇するエネルギー源は何か。30 字以内で答えよ。

問 4 下線部 c について、一定の周期でパルス状の X 線や電波を放射する天体であるパルサーとして、数々の中性子星が発見されている。あるパルサーに惑星が発見され、両者の平均距離は 0.5 天文単位、その公転周期は 0.25 年であった。このパルサーの質量は太陽質量の何倍か、有効数字 2 桁で答えよ。計算過程も示すこと。なお、惑星の質量はパルサーの質量に対して十分小さいとする。

R—5    Ⓐ

|         |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 受 験 番 号 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 物理 0—1 |
| 51—0—1 |

採点記入欄

理 科 解 答 用 紙 (物理)

3 枚の解答用紙と 1 枚の下書き用紙がある。  
下書き用紙は回収しない。

|                    |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|
| 座 席 番 号            |  |  |  |
| (下の座席番号欄にも記入すること。) |  |  |  |

注意  
※採点記入欄  
には何も記  
入しないこ  
と。

1

問 1

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (1) |  | (2) |  |
|-----|--|-----|--|

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (3) |  | (4) |  |
|-----|--|-----|--|

(1)~(4)

|  |
|--|
|  |
|--|

問 2

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (5) |  | (6) |  |
|-----|--|-----|--|

|     |  |
|-----|--|
| (7) |  |
|-----|--|

(5)~(7)

|  |
|--|
|  |
|--|

問 3

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (8) |  | (9) |  |
|-----|--|-----|--|

|      |  |
|------|--|
| (10) |  |
|------|--|

(8)~(10)

|  |
|--|
|  |
|--|

|      |
|------|
| ※採点欄 |
|      |

|          |
|----------|
| 選抜<br>区分 |
| A        |

R—5    Ⓐ

注意  
1. この欄の座席番号も必ず記入すること。  
2. ※採点表には何も記入しないこと。

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 物理 0—1 |
| 51—0—1 |

|      |    |    |
|------|----|----|
| 座席番号 |    |    |
|      |    |    |
| 10   | 11 | 12 |

|      |    |    |
|------|----|----|
| ※採点表 |    |    |
| 問題 1 |    |    |
| 0    |    |    |
| 13   | 14 | 15 |

R—5

Ⓐ

|         |   |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|
| 受 験 番 号 | A |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|

解答用紙番号

物理 0—2

51—0—2

採点記入欄

## 理 科 解 答 用 紙 (物理)

座 席 番 号

(下の座席番号欄にも  
記入すること。)

注意  
※採点記入欄  
には何も記  
入しないこ  
と。

2

問 1

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (1) |  | (2) |  |
| (3) |  | (4) |  |
| (5) |  | (あ) |  |

(1)~(5), (あ)

|  |
|--|
|  |
|--|

問 2

|     |  |      |  |
|-----|--|------|--|
| (6) |  | (い)  |  |
| (7) |  | (8)  |  |
| (9) |  | (10) |  |
| (う) |  | (え)  |  |

(6)~(10),  
(い)~(え)

|  |
|--|
|  |
|--|

※採点欄

|  |
|--|
|  |
|--|

選抜  
区分

A

R—5

Ⓐ

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

解答用紙番号

物理 0—2

51—0—2

座席番号

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

10 11 12

※採点表

問題 2

|   |  |  |
|---|--|--|
| 0 |  |  |
|---|--|--|

13 14 15



|        |        |   |  |  |  |  |  |  |
|--------|--------|---|--|--|--|--|--|--|
| 受<br>番 | 驗<br>号 | A |  |  |  |  |  |  |
|--------|--------|---|--|--|--|--|--|--|

解答用紙番号  
物理 0—3

51-0-3

採点記入欄

## 理科解答用紙 (物理)

|    |    |  |  |
|----|----|--|--|
| 座番 | 席号 |  |  |
|----|----|--|--|

(下の座席番号欄にも)  
(記入すること。)

**注意**  
※採点記入欄  
には何も記  
入しないこ  
と。

3

問 1

|     |  |
|-----|--|
| (1) |  |
|-----|--|

|     |  |
|-----|--|
| (2) |  |
|-----|--|

|     |  |
|-----|--|
| (3) |  |
|-----|--|

|     |  |
|-----|--|
| (4) |  |
|-----|--|

|     |  |
|-----|--|
| (5) |  |
|-----|--|

(1)~(5)



問 2

|     |  |
|-----|--|
| (6) |  |
|-----|--|

|     |  |
|-----|--|
| (7) |  |
|-----|--|

|     |  |
|-----|--|
| (8) |  |
|-----|--|

|     |  |
|-----|--|
| (9) |  |
|-----|--|

[illegible]

(6)~(9), (あ)

※採点欄

選拔  
区分

A

R-5



**注意**

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

解答用紙番号  
物理 0—3

51—0—3

|      |
|------|
| 座席番号 |
|------|

10 11 12

|      |  |  |
|------|--|--|
| ※採点表 |  |  |
| 問題 3 |  |  |
| 0    |  |  |

13 14 15

R—5    Ⓐ

|      |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 受験番号 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 化学0—1  |
| 52—0—1 |

採点記入欄

理 科 解 答 用 紙 (化学)

3 枚の解答用紙と 1 枚の下書き用紙がある。  
下書き用紙は回収しない。

|                    |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|
| 座席番号               |  |  |  |
| (下の座席番号欄にも記入すること。) |  |  |  |

注意  
※採点記入欄には何も記入しないこと。

1

I 問 1 (1)    (ア)     (イ)

                  (ウ)     (エ)

(2)

(3)     (4)

問 2 (1)  L

(2)    圧力  $P$   Pa    Z

(3)

問 1

問 2

II 問 1    (オ)     (カ)     (キ)

問 2   

問 3    (1)     (2)

          (3)

問 4    (1)  mol/(L·min)

          (2)     (3)

問 1 ～ 問 2

問 3 ～ 問 4

※採点欄

R—5    Ⓐ

|      |
|------|
| 選抜区分 |
| A    |

注意  
1. この欄の座席番号も必ず記入すること。  
2. ※採点表には何も記入しないこと。

|        |                      |
|--------|----------------------|
| 解答用紙番号 | 座席番号                 |
| 化学0—1  | <input type="text"/> |
| 52—0—1 | 10 11 12             |

|          |
|----------|
| ※採点表     |
| 問題 1     |
| 0        |
| 13 14 15 |

R—5

A

|        |        |   |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|--------|---|--|--|--|--|--|--|--|
| 受<br>番 | 験<br>号 | A |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|--------|---|--|--|--|--|--|--|--|

解答用紙番号

化学0—2

52—0—2

採点記入欄

## 理 科 解 答 用 紙 (化学)

座  
番席  
号(下の座席番号欄にも  
記入すること。)注意  
※採点記入欄  
には何も記  
入しないこ  
と。

2

I 問 1

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (ア) |  | (イ) |  |
|-----|--|-----|--|

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (ウ) |  | (エ) |  |
|-----|--|-----|--|

問 2

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

問 3

|  |
|--|
|  |
|--|

問 4

|  |
|--|
|  |
|--|

問 5

|  |
|--|
|  |
|--|

問 6

|     |         |     |         |
|-----|---------|-----|---------|
| (1) | Al/Si = | (2) | Ca/Si = |
|-----|---------|-----|---------|

問 1～問 3

問 4～問 6

II 問 1

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (オ) |  | (カ) |  |
|-----|--|-----|--|

問 2

|  |
|--|
|  |
|--|

問 3

|  |
|--|
|  |
|--|

問 4

|     |  |     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|-----|--|
| (キ) |  | (ク) |  | (ケ) |  |
|-----|--|-----|--|-----|--|

問 5

|     |  |
|-----|--|
| (1) |  |
|-----|--|

|     |    |
|-----|----|
| (2) | Ah |
|-----|----|

問 1～問 2

問 3～問 5

※採点欄

選抜  
区分

A

R—5

A

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

解答用紙番号

化学0—2

52—0—2

座席番号

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

10 11 12

※採点表

問題 2

|   |  |  |
|---|--|--|
| 0 |  |  |
|---|--|--|

13 14 15



R—5

A

|         |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 受 験 番 号 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

解答用紙番号

化学0—3

52—0—3

採点記入欄

## 理 科 解 答 用 紙 (化学)

座 席 番 号

(下の座席番号欄にも  
記入すること。)

注意  
※採点記入欄  
には何も記  
入しないこ  
と。

3

I 問 1

|     |  |     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|-----|--|
| (ア) |  | (イ) |  | (ウ) |  |
| (エ) |  | (オ) |  | (カ) |  |
| (キ) |  |     |  |     |  |

問 2

|  |
|--|
|  |
|--|

問 3

|  |
|--|
|  |
|--|

問 4

|  |
|--|
|  |
|--|

問 5

|  |
|--|
|  |
|--|

II 問 1

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (ク) |  | (ケ) |  |
|-----|--|-----|--|

問 2

|    |  |      |  |
|----|--|------|--|
| 名称 |  | アミノ酸 |  |
|----|--|------|--|

問 3

|    |  |     |  |
|----|--|-----|--|
| vi |  | vii |  |
|----|--|-----|--|

問 4

|     |   |  |  |
|-----|---|--|--|
| (1) |   |  |  |
| (2) | B |  |  |
|     | C |  |  |

問 1 ~ 問 2

問 3 ~ 問 5

問 1 ~ 問 3

問 4

※採点欄

R—5

A

選抜  
区分

A

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

解答用紙番号

化学0—3

52—0—3

座席番号

10 11 12

※採点表

問題 3

0

13 14 15

R—5    Ⓐ

|      |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 受験番号 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 生物0—1  |

53—0—1

採点記入欄

理科解答用紙（生物）

4枚の解答用紙と2枚の下書き用紙がある。  
下書き用紙は回収しない。

|      |  |  |  |
|------|--|--|--|
| 座席番号 |  |  |  |
|------|--|--|--|

（下の座席番号欄にも記入すること。）

注意  
※採点記入欄には何も記入しないこと。

1 問 1

|     |  |
|-----|--|
| (ア) |  |
|-----|--|

|     |
|-----|
| 問 1 |
|-----|

問 2

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (イ) |  | (ウ) |  |
| (エ) |  |     |  |

|     |
|-----|
| 問 2 |
|-----|

問 3

|  |
|--|
|  |
|--|

|     |
|-----|
| 問 3 |
|-----|

問 4

|    |  |
|----|--|
| 名称 |  |
| 理由 |  |

|     |
|-----|
| 問 4 |
|-----|

問 5-1

|  |
|--|
|  |
|--|

問 5-2

|     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|
| (1) |  | (2) |  |
|-----|--|-----|--|

|     |
|-----|
| 問 5 |
|-----|

問 6

|  |
|--|
|  |
|--|

|     |
|-----|
| 問 6 |
|-----|

問 7-1

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

|     |
|-----|
| 問 7 |
|-----|

問 7-2

|  |
|--|
|  |
|--|

|     |
|-----|
| 問 8 |
|-----|

問 8

|  |
|--|
|  |
|--|

|      |
|------|
| ※採点欄 |
|      |

|      |
|------|
| 選抜区分 |
| A    |

R—5    Ⓐ

- 注意
1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
  2. ※採点表には何も記入しないこと。

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 生物0—1  |

53—0—1

|      |  |  |
|------|--|--|
| 座席番号 |  |  |
|      |  |  |

10 11 12

|      |  |  |
|------|--|--|
| ※採点表 |  |  |
| 問題 1 |  |  |
| 0    |  |  |

13 14 15

R—5 ㊤

|      |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 受験番号 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 生物0—2  |

53—0—2

採点記入欄

## 理科解答用紙 (生物)

|      |  |  |  |
|------|--|--|--|
| 座席番号 |  |  |  |
|------|--|--|--|

(下の座席番号欄にも記入すること。)

注意  
※採点記入欄には何も記入しないこと。

|   |     |     |  |     |  |     |  |
|---|-----|-----|--|-----|--|-----|--|
| 2 | 問 1 | (ア) |  | (イ) |  | (ウ) |  |
|---|-----|-----|--|-----|--|-----|--|

|     |
|-----|
| 問 1 |
|-----|

|     |  |
|-----|--|
| 問 2 |  |
|-----|--|

|     |
|-----|
| 問 2 |
|-----|

|     |  |
|-----|--|
| 問 3 |  |
|-----|--|

|     |
|-----|
| 問 3 |
|-----|

|     |  |
|-----|--|
| 問 4 |  |
|-----|--|

|     |
|-----|
| 問 4 |
|-----|

|     |  |
|-----|--|
| 問 5 |  |
|-----|--|

|     |
|-----|
| 問 5 |
|-----|

|     |               |   |   |
|-----|---------------|---|---|
| 問 6 | 雑種第二代         |   | % |
|     | 雑種第三代         |   | % |
|     | 雑種第 $n + 1$ 代 | { |   |

|     |
|-----|
| 問 6 |
|-----|

|     |  |
|-----|--|
| 問 7 |  |
|-----|--|

|     |
|-----|
| 問 7 |
|-----|

|     |     |  |     |  |
|-----|-----|--|-----|--|
| 問 8 | (エ) |  | (オ) |  |
|-----|-----|--|-----|--|

|     |
|-----|
| 問 8 |
|-----|

|     |  |   |
|-----|--|---|
| 問 9 |  | % |
|-----|--|---|

|     |
|-----|
| 問 9 |
|-----|

|      |
|------|
| ※採点欄 |
|      |

選抜区分

A

R—5 ㊤

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 生物0—2  |

53—0—2

|      |  |  |
|------|--|--|
| 座席番号 |  |  |
|      |  |  |

10 11 12

|      |  |  |
|------|--|--|
| ※採点表 |  |  |
| 問題 2 |  |  |
| 0    |  |  |

13 14 15

R—5

Ⓐ

|         |   |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|
| 受 験 番 号 | A |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|

解答用紙番号

生物 0—3

53—0—3

採点記入欄

## 理 科 解 答 用 紙 (生物)

座 席 番 号

(下の座席番号欄にも  
記入すること。)

注意  
※採点記入欄  
には何も記  
入しないこ  
と。

3

問 1

|     |  |     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|-----|--|
| (ア) |  | (イ) |  | (ウ) |  |
| (エ) |  |     |  |     |  |

問 1

問 2

|       |     |      |
|-------|-----|------|
| 分泌物の量 | 排出管 | 分泌部位 |
|-------|-----|------|

問 2

問 3

|     |  |     |  |     |  |     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|
| (A) |  | (B) |  | (C) |  | (D) |  | (E) |  |
|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|--|

問 3

問 4

|  |
|--|
|  |
|--|

問 4

問 5

|              |  |
|--------------|--|
| 成長ホルモン放出ホルモン |  |
| ソマトスタチン      |  |

問 5

問 6

|  |
|--|
|  |
|  |

問 6

問 7

|  |
|--|
|  |
|--|

問 7

問 8-1

|     |        |  |              |  |
|-----|--------|--|--------------|--|
| (A) | 成長ホルモン |  | インスリン様成長因子 I |  |
| (B) | 成長ホルモン |  | インスリン様成長因子 I |  |

問 8-1

問 8-2

|     |  |     |  |     |  |
|-----|--|-----|--|-----|--|
| (オ) |  | (カ) |  | (キ) |  |
|-----|--|-----|--|-----|--|

問 8-2

※採点欄

選抜  
区分

A

R—5

Ⓐ

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

解答用紙番号

生物 0—3

53—0—3

座席番号

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  |  |
|--|--|--|

10 11 12

※採点表

問題 3

|   |  |  |
|---|--|--|
| 0 |  |  |
|---|--|--|

13 14 15

◇K 30 (544—62)

R—5

A

|         |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 受 験 番 号 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

解答用紙番号

地学0—1

54—0—1

採点記入欄

## 理 科 解 答 用 紙 (地学)

4枚の解答用紙と2枚の下書き用紙がある。  
下書き用紙は回収しない。

座 席 番 号

(下の座席番号欄にも  
記入すること。)

注意  
※採点記入欄  
には何も記  
入しないこ  
と。

1 問 1

(ア)

(イ)

(ア)に見られる組織名称：

(イ)に見られる組織名称：

問 2

急激に固化した岩石名：

ゆっくり固化した岩石名：

問 3

(1)

10

(2)

10

20

問 4

(1)

(2)

(3)

℃/km

より大きい

より小さい

※採点欄

R—5

A

選抜  
区分

A

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

解答用紙番号

地学0—1

54—0—1

座席番号

10 11 12

※採点表

問題 1

0

13 14 15

R—5

Ⓐ

|         |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 受 験 番 号 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 地学0—2  |

54—0—2

採点記入欄

理 科 解 答 用 紙 (地学)

|         |  |  |  |
|---------|--|--|--|
| 座 席 番 号 |  |  |  |
|---------|--|--|--|

(下の座席番号欄にも)  
記入すること。

注意  
※採点記入欄  
には何も記  
入しないこ  
と。

2

問 1 (1)

(ア)

(イ)

(2)

(ウ)

問 2

問 3

10

20

問 4 (1) 地点 1 プレート境界

断層運動

地点 2 プレート境界

断層運動

(2)

※採点欄

R—5

Ⓐ

選抜  
区分

A

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

解答用紙番号

地学0—2

54—0—2

座席番号

10 11 12

※採点表

問題 2

0

13 14 15

R—5    Ⓐ

|         |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 受 験 番 号 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 地学 0—3 |

54—0—3

採点記入欄

理 科 解 答 用 紙 (地学)

|         |  |  |  |
|---------|--|--|--|
| 座 席 番 号 |  |  |  |
|---------|--|--|--|

(下の座席番号欄にも)  
記入すること。

注意  
※採点記入欄  
には何も記  
入しないこ  
と。

|   |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|
| 3 | 問 1 | (ア) | (イ) | (ウ) |
|   |     | (エ) | (オ) |     |

|     |    |     |
|-----|----|-----|
| 問 2 | 名称 | 分子式 |
|-----|----|-----|

|     |  |    |  |    |
|-----|--|----|--|----|
| 問 3 |  | 10 |  | 20 |
|     |  |    |  |    |
|     |  |    |  |    |
|     |  |    |  |    |

|     |  |
|-----|--|
| 問 4 |  |
|-----|--|

|     |  |
|-----|--|
| 問 5 |  |
|-----|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

|      |
|------|
| ※採点欄 |
|      |

|          |
|----------|
| 選抜<br>区分 |
| A        |

R—5    Ⓐ

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 地学 0—3 |

54—0—3

|      |
|------|
| 座席番号 |
|      |

10 11 12

|      |
|------|
| ※採点表 |
| 問題 3 |
| 0    |

13 14 15



R—5    Ⓐ

|         |   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 受 験 番 号 | A |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 地学 0—4 |

54—0—4

採点記入欄

理 科 解 答 用 紙 (地学)

|         |  |  |  |
|---------|--|--|--|
| 座 席 番 号 |  |  |  |
|---------|--|--|--|

(下の座席番号欄にも  
記入すること。)

注意  
※採点記入欄  
には何も記  
入しないこ  
と。

|       |     |     |     |
|-------|-----|-----|-----|
| 4 問 1 | (ア) | (イ) | (ウ) |
|       | (エ) | (オ) | (カ) |
|       | (キ) |     |     |

問 2 (1) 散光星雲

|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

(2) 暗黒星雲

|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

問 3

|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 20 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

問 4

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

|  |
|--|
|  |
|--|

※採点欄

|  |
|--|
|  |
|--|

|          |
|----------|
| 選抜<br>区分 |
| A        |

R—5    Ⓐ

注意

1. この欄の座席番号も必ず記入すること。
2. ※採点表には何も記入しないこと。

|        |
|--------|
| 解答用紙番号 |
| 地学 0—4 |

54—0—4

|      |
|------|
| 座席番号 |
|      |

10 11 12

|      |
|------|
| ※採点表 |
| 問題 4 |
| 0    |

13 14 15