

令和8年度個別学力検査（後期日程）  
問題訂正

科目名 「 化学 」

問題冊子 12ページ

大問 2 （問4） 問題文 6行目

（誤）が見られなかった。

（正）がほとんど見られなかった。

科目名 「 生物 」

問題冊子 22ページ

大問 4 （問3） 問題文 8行目

（誤）標識再採捕法

（正）標識再捕法

12ページ「化学」の大問2（問4）については、採点作業において問題文中の「化合物A～Dはいずれも八面体構造であり、」という表現が不適切であることが判明しましたので全員正解として取扱い、解答例は空欄としております。

# 令和 8 年度 理学部後期日程

## 入学者選抜学力検査問題

	ページ
数学……………	1～2
物理……………	3～8
化学……………	9～14
生物……………	15～22
地学……………	23～27

**試験時間** 9：00～11：00

### 注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけません。
2. 数学、物理、化学、生物、地学の2教科5科目の中から**2科目を選択して解答**しなさい。
3. 選択した科目の解答紙に必ず受験番号を記入しなさい。  
なお、解答紙には、必要事項以外は記入してはいけません。
4. **解答は、必ず解答紙の指定された場所に記入**しなさい。
5. 試験開始後、この冊子または解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所などがあれば、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. この冊子の白紙と余白部分は、適宜下書きに使用してもかまいません。
7. 解答紙は、持ち帰ってはいけません。
8. 試験終了後、この冊子は持ち帰りなさい。

※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

## 数 学

1 原点を  $O$  とする  $xy$  平面上に 2 点  $F(0, 2)$ ,  $F'(0, -2)$  をとる。

点  $P(x, y)$  は、 $F'P - FP = 2$  を満たしながら  $xy$  平面上を動くとする。

(問 1) 線分  $OP$  の長さが最小値となる  $P$  の座標を求めよ。

(問 2)  $\frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$  のとり得る値の範囲を求めよ。

(問 3)  $\triangle F'FP$  の外接円の半径が  $2\sqrt{2}$  であるとする。このとき、 $P$  の  $x$  座標のとり得る値をすべて求めよ。

2 虚数単位を  $i$  とする。1 個のさいころを  $n$  回投げ、複素数  $z_1, z_2, \dots, z_n$  を次のように定める。

$k = 1, 2, \dots, n$  のとき、

$$z_k = \begin{cases} 1 & (k \text{ 回目に } 1 \text{ の目が出たとき}) \\ 1 + \sqrt{3}i & (k \text{ 回目に } 2 \text{ または } 3 \text{ の目が出たとき}) \\ 2\sqrt{2} + 2\sqrt{2}i & (k \text{ 回目に } 4 \text{ または } 5 \text{ の目が出たとき}) \\ 3\sqrt{3} + 3i & (k \text{ 回目に } 6 \text{ の目が出たとき}) \end{cases}$$

とする。

さいころの 1 から 6 までの目はそれぞれ  $\frac{1}{6}$  の確率で出るとし、 $n$  回のうち、2 または 3 の目が出た回数を  $p$ 、4 または 5 の目が出た回数を  $q$ 、6 の目が出た回数を  $r$  とする。

$Y_n = z_1 z_2 \cdots z_n$  とおく。 $Y_n$  の絶対値を  $|Y_n|$  とする。

(問 1)  $n = 2$  のとき、 $|Y_2| = 2$  となる確率を求めよ。

(問 2)  $n$  が 2 以上の自然数のとき、 $|Y_n| = 4$  となる確率を  $n$  の式で表せ。

(問 3)  $Y_n$  が実数のとき、 $4p + 3q + 2r$  は 12 の倍数であることを証明せよ。

(問 4)  $n$  が 4 以上の自然数のとき、 $Y_n = -192$  となる確率を  $n$  の式で表せ。

**3**

$e$  を自然対数の底,  $n$  を正の整数とする。正の実数  $a$  に対して曲線  $C$  を  $y = -a \log x$  とする。曲線  $C$  と  $x$  軸および直線  $x = e$  で囲まれた部分が,  $x$  軸の周りに 1 回転してできる回転体の体積を  $V_1$  とおく。曲線  $C$  と  $x$  軸と  $y$  軸および直線  $y = n$  で囲まれた部分が,  $y$  軸の周りに 1 回転してできる回転体の体積を  $I_n$  とおく。

(問 1)  $V_1$  を求めよ。

(問 2)  $I_n$  を  $n$  で表せ。

(問 3)  $\lim_{n \rightarrow \infty} I_n$  を  $V_2$  とおく。  $V_2$  を求めよ。

(問 4) (問 3)の  $V_2$  に対して  $2V_1 = V_2$  が成り立つとき,  $a$  の値を求めよ。

## 物 理

- 1 図1のように、水平面から角度  $\theta_0$  [rad] ( $0 < \theta_0 < \frac{\pi}{2}$ ) だけ傾いた粗い斜面の上に、大きさの無視できる質量  $m$  [kg] の物体が静止している。斜面と物体の間の静止摩擦係数は  $\mu$ 、動摩擦係数は  $\mu'$  である。そこに自然長  $l$  [m]、ばね定数  $k$  [N/m] の質量が無視できるゴムひもを取り付けた。ゴムひもの長さが  $l$  より短いとき、物体は力を受けない、 $l$  より長いときのみ、ゴムひもはばねとしてはたらく。斜面上向きに沿って  $x$  軸をとり、物体の位置を原点  $x = 0$  [m] とする。ゴムひもの他端を板と接続し、板は  $x = l$  の位置に固定した。以下の問いに答えよ。なお、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、必要な単位を記して解答すること。

- (問 1) 物体にはたらく静止摩擦力  $F$  [N] の大きさを、 $m$ 、 $l$ 、 $g$ 、 $k$ 、 $\theta_0$  のうち必要なものを用いて表せ。

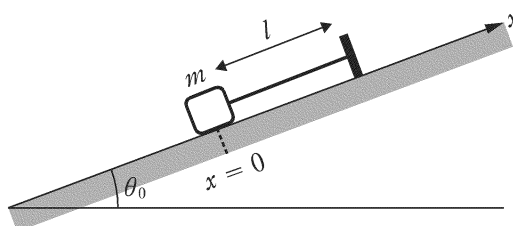


図 1

次に、板を  $x$  軸の正方向へゆっくりと動かしたところ、図2のように、ゴムひもが、自然長から  $l_0$  [m] だけ伸びるまでは物体は動かなかった。

- (問 2)  $l_0$  を、 $\mu$ 、 $\mu'$ 、 $m$ 、 $l$ 、 $g$ 、 $k$ 、 $\theta_0$  のうち必要なものを用いて表せ。

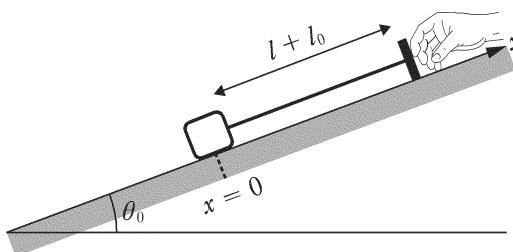


図 2

物体が動き始めたとき、板を  $x = l + l_0$  の位置に固定した。その後動き始めた物体は、 $x = x_1$  [m] ( $\geq l_0$ ) で静止した。

(問 3)  $x_1$  を、 $\mu$ 、 $\mu'$ 、 $m$ 、 $l$ 、 $g$ 、 $k$ 、 $\theta_0$  のうち必要なものを用いて表せ。

(問 4)  $x_1$  が  $l_0$  と一致した場合を考える。このときの  $\mu$  を  $\mu'$  と  $\theta_0$  を用いて表せ。

(問 4) のように物体を  $x = l_0$  で静止させておき、次に、図 3 のように、 $x < l_0$  の斜面を摩擦の無い滑らかな斜面に置き換え、斜面の角度を  $\theta$  [rad] ( $\theta_0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ ) に変化させた。その後、物体に  $x$  軸の負の方向へ速さ  $v_0$  [m/s] を与えた。物体はこの後、 $x = l_0$  の周りで斜面に沿った往復運動を繰り返した。ここで 1 往復運動とは、 $x = l_0$  を  $x$  軸の負の方向に通過した物体が、次に  $x = l_0$  を同じ方向に通過するまでの運動のことである。

(問 5) 物体が  $n$  ( $\geq 1$ ) 回往復運動したときの、 $x = l_0$  における速さ  $v_n$  [m/s] を、 $\mu'$ 、 $\theta$ 、 $v_0$ 、 $n$  を用いて表せ。

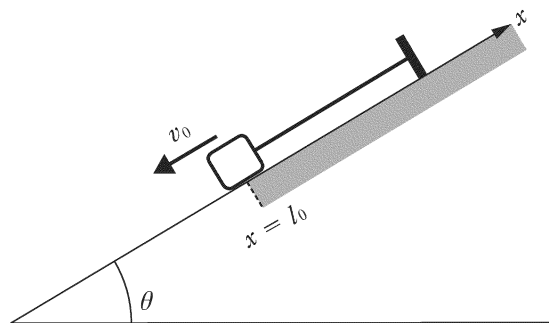


図 3

2

図1のように、真空中で、 $z$ 軸の正方向に、磁束密度の大きさ  $B$  [T] の一様な磁場(磁界)が印加されている空間に、質量  $m$  [kg]、電気量  $Q$  [C] の正の点電荷を、 $xy$  平面内で、 $x$  軸の正方向から  $\theta$  [rad] の角をなす向きに速さ  $u$  [m/s] で入射した。重力は無視して、以下の問いに答えよ。また、必要な単位を記して解答すること。

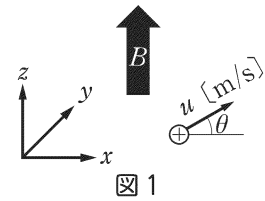


図1

(問1) 入射直後の点電荷にはたらくローレンツ力の  $x$ ,  $y$ ,  $z$  成分,  $f_x$  [N],  $f_y$  [N],  $f_z$  [N] をそれぞれ答えよ。

(問2) 入射後、点電荷は  $xy$  平面内で等速円運動をした。この等速円運動の半径  $r$  [m] と周期  $T$  [s] を  $B$ ,  $m$ ,  $Q$ ,  $u$  のうち必要なものを用いて表せ。

次に図2に示すように、長さ  $L$  [m]、幅  $w$  [m]、厚さ  $d$  [m] の直方体の試料を考える。 $x$  軸の正方向に大きさ  $I$  [A] の電流を流すと、試料の両端 A-B 間に大きさ  $V_x$  [V] の電圧が生じた。以下の問いに答えよ。

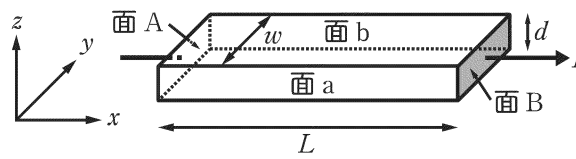


図2

(問3) この試料の抵抗率  $\rho$  [ $\Omega \cdot \text{m}$ ] を  $L$ ,  $w$ ,  $d$ ,  $V_x$ ,  $I$  のうち必要なものを用いて表せ。

試料中で、単位体積あたりの数が  $n$  [個/ $\text{m}^3$ ] で分布する電気量  $q$  [C] の荷電粒子を考える。試料中の荷電粒子は、試料中の熱振動している原子に衝突しながらさまざまな方向に運動しており、荷電粒子全体としての平均速度はゼロである。しかし電位差  $V_x$  を印加すると、荷電粒子は静電気力を受け加速するが、熱振動している原子との衝突で減速し、それを繰り返す。その結果、荷電粒子全体では、 $x$  軸方向に平均速さ  $v$  [m/s] で移動していると考えることができる。

(問4)  $v$  を  $L$ ,  $w$ ,  $d$ ,  $n$ ,  $q$ ,  $I$  のうち必要なものを用いて表せ。

次に、 $z$  軸の正方向に磁束密度の大きさ  $B$  [T] の一様な磁場を印加してしばらく経つと、 $y$  軸方向に電位差  $V_y$  [V] が観測された。

(問 5) なぜ  $V_y$  が生じたのか、荷電粒子にはたらく力をもとに説明せよ。

(問 6) 荷電粒子の電気量の正負により、面 a と面 b のどちらの電位が高いかが変わる。面 a より面 b の電位が高い時、試料の荷電粒子の電気量の正負について、理由と共に答えよ。

(問 7)  $V_y$  の大きさを、 $B$ 、 $I$ 、 $L$ 、 $w$ 、 $d$ 、 $n$ 、 $q$  のうち必要なものを用いて表せ。

(問 8) 電流  $I = 1$  mA を流して  $B$  を変化させると、図 3 のように  $V_y$  は変化した。この試料に、 $I = 2$  mA の電流を流したところ、 $V_y = 40$  mV となった。 $B$  の大きさを求めよ。

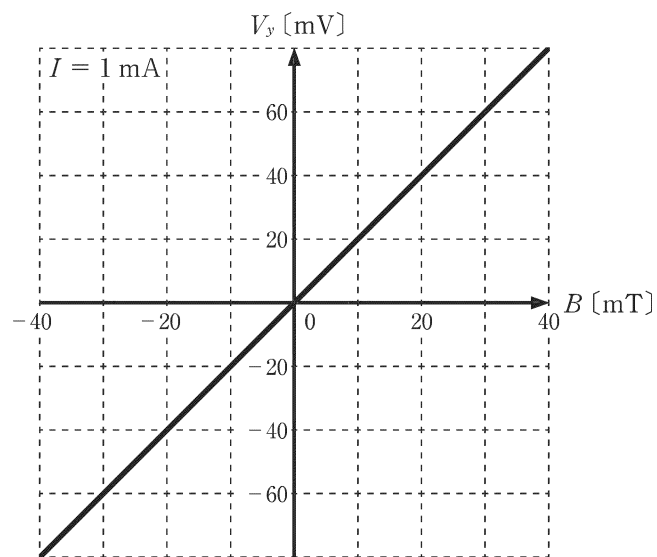


図 3

3 図1のように、空気中で、半径  $R_1$  [m] の球面と平面からできた平凸レンズを点  $O$  で接するように平面ガラスの上にのせ、レンズの上から平面に垂直に波長  $\lambda$  [m] の単色光を入射させる。真上から見ると、点  $O$  を中心とする同心円状の明暗の縞模様(明環, 暗環)が見える。平面ガラスと平凸ガラスの屈折率を、それぞれ、 $n_0$  と  $n_1$  とする。ただし、 $n_1 \geq n_0 > 1$  で、空気の屈折率を1とする。また、平面ガラスの上面と球面の距離は  $R_1$  に比べると極めて小さく、必要であれば、絶対値が1より十分に小さい  $\alpha$  に対して成り立つ近似式  $(1 + \alpha)^\beta \doteq 1 + \alpha\beta$  を用いてよい。以下の問いに答えよ。また、必要な単位を記して解答すること。

(問 1) 図1のように、接点  $O$  から距離  $x$  [m] だけ離れた位置での平面と曲面の距離  $d$  [m] を  $x$  と  $R_1$  で表せ。

(問 2)  $x$  において  $O$  から数えて  $m$  ( $m \geq 1$ ) 番目の明環が見られた。 $x$  を  $\lambda$ ,  $m$ ,  $R_1$  で表せ。

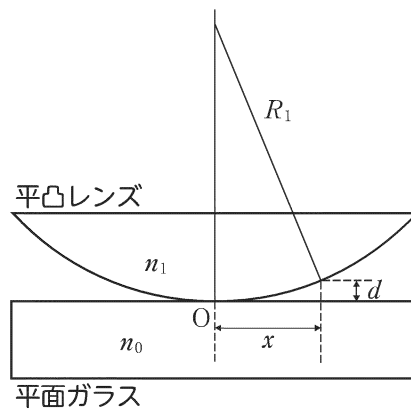


図 1

次に、図2のように、図1の平面ガラスの上面を削って作成した、半径  $R_0$  [m] ( $R_0 > R_1$ ) の球面と平面からなる平凹レンズの上に、図1の平凸レンズを点  $P$  で接するようにのせる。この場合も、波長  $\lambda$  の単色光を入射させると、同心円状の明暗の縞模様が見える。以下の問いに答えよ。

(問 3) 図2のように、接点  $P$  から距離  $w$  [m] だけ離れた位置で、 $P$  から数えて  $m$  ( $m \geq 1$ ) 番目の明環が見られた。 $w$  を  $\lambda$ ,  $m$ ,  $R_0$ ,  $R_1$  で表せ。

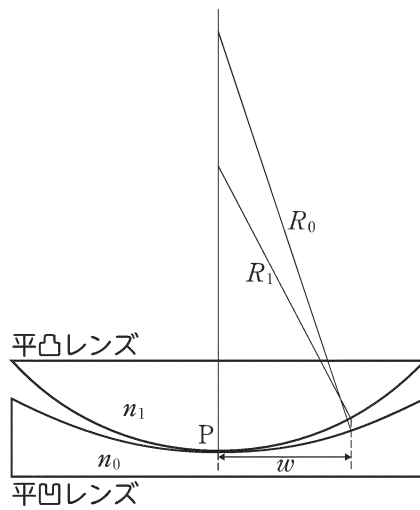


図 2

次に、図 3 のように、平凹レンズと平凸レンズの間を、屈折率が  $n$  の透明な液体で満たした。以下の問いに答えよ。

(問 4) 明暗の縞模様が見える場合、図 3 のように、接点 P から距離  $v$  [m] だけ離れた位置で、P から数えて  $m$  ( $m \geq 1$ ) 番目の明環が見られた。 $v$  を  $\lambda$ ,  $m$ ,  $R_0$ ,  $R_1$ ,  $n$  で表せ。 $n$  の大きさに場合分けをして答えよ。

(問 5) 明暗の縞模様が見えなくなるときの屈折率  $n$  を答えよ。

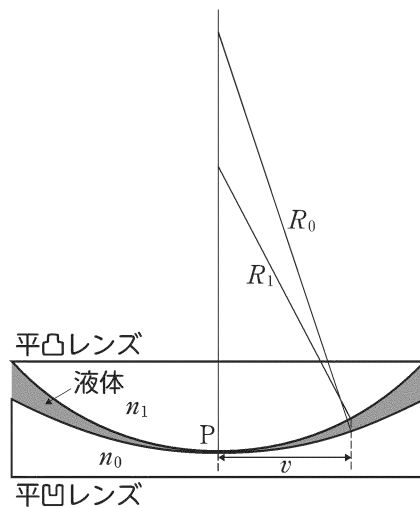


図 3

# 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, Na = 23, Cl = 35.5

標準状態(0℃, 1.013 × 10<sup>5</sup> Pa)における 1 mol の水素の体積：22.4 L

1 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

化学反応や物質の状態変化などの過程において、観察の対象となる部分を系とよび、それ以外の部分を **ア** とよぶ。こうした過程が起こる際には、系と **ア** の間で <sup>a)</sup> エネルギーの出入りが起こっている。例えば、エンタルピー変化  $\Delta H$  は、一定 **イ** のもとで <sup>b)</sup> 系が熱として放出・吸収するエネルギーの量に相当する。また、エントロピー変化  $\Delta S$  は、系の **ウ** の変化を表す指標となり、例えば、液体から <sup>c)</sup> 気体へ状態変化する際の  $\Delta S$  は **エ** の値となる。化学反応や状態変化が **オ** にかかるかどうかは、エンタルピー変化  $\Delta H$  とエントロピー変化  $\Delta S$  の兼ね合いで決まる。

(問 1) 文章中の空欄 **ア** ~ **オ** に入る適切な語を記せ。

(問 2) 下線部 a) に関する以下の①~④の記述について、正しいものをすべて選び、番号で答えよ。

- ① 光のエネルギーは、光の波長が長くなるにつれて大きくなる。
- ② 電気分解では、電気エネルギーによって酸化還元反応を起こしており、陽極では酸化反応、陰極では還元反応が起こる。
- ③ 触媒を使うと、反応の活性化エネルギーが大きくなり、反応速度が大きくなる。
- ④ 共有結合の結合エネルギーは、その共有結合を切断するのに必要なエネルギーのことであり、必ず正の値になる。

(問 3) **下線部 b)**に関して、固体の水酸化ナトリウム 2.0 g を 20 °C の水 48 g に完全に溶解させると、2.1 kJ の熱が放出された。これに関する以下の各問いに答えよ。

(ア) この溶解反応を、エンタルピー変化を付した反応式で表せ。なお、エンタルピー変化の値は有効数字 2 桁で記せ。

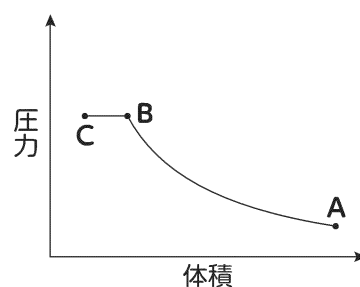
(イ) 反応後、この水酸化ナトリウム水溶液の温度は何°C となるか。有効数字 2 桁で記せ。なお、反応で生じた熱はすべてこの水溶液の温度変化に使われたものとし、また、この水溶液の比熱は 4.2 J/(g·K) とする。

(ウ) この水溶液に水酸化ナトリウムをさらに加えていくと、飽和溶液となった。このような飽和溶液では溶解平衡が成立している。溶解平衡とは、一般にどのような状態のことか。「時間」、「粒子」という語を用いて簡潔に説明せよ。

(問 4) **下線部 c)**について、以下の各問いに答えよ。

(ア) 温度 0 °C で体積が  $V_0$  の理想気体について、圧力を一定に保ったまま、温度を  $T_1$  [°C] に上昇させたところ、体積が  $V_1$  となった。この体積  $V_1$  を、 $V_0$  や  $T_1$  ならびに適当な数値を用いて表せ。

(イ) ある実在気体を、温度ならびに物質量を一定に保ったまま、右図の点 A から圧縮したところ、点 B を経て点 C に到達した。点 B から点 C の間において、気体の体積は減少する一方で圧力が一定である理由を説明せよ。



2 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

**ア** が一方の原子から他方の原子やイオンに提供されることで形成される結合を配位結合という。**ア** をもつ分子やイオンが金属イオンに配位結合することで形成される、 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$  や  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  のようなイオンを錯イオンといい、 $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  や  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  のように錯イオンを構成要素に含む塩を **イ** という。また、 $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  を高濃度を含むシュワイツァー(シュバイツァー)試薬にセルロースを溶解し、再び酸性条件下で繊維状に再沈殿させることで、再生繊維である **ウ** が得られる。

硝酸銀水溶液に少量のアンモニア水を加えると、褐色の沈殿が生じる。この溶液に、徐々にアンモニア水を加えると、沈殿は溶けて無色透明になる。<sup>b)</sup> 錯イオンは一般に遷移金属イオンによって形成されることが多いが、アルミニウムやスズなどの<sup>c)</sup> **エ** 元素が錯イオンを形成する例も知られている。例えば、スズを水酸化ナトリウム水溶液に加えると、<sup>d)</sup> 気体を発生しながら溶ける。

(問 1) 文章中の空欄 **ア** ~ **エ** に当てはまる最も適切な語句を記せ。

(問 2) 下線部 a) について、配位結合を含むものを以下の選択肢のうちからすべて選び、番号で答えよ。

- ① ダイヤモンド
- ② 二酸化炭素
- ③ 塩化アンモニウム
- ④ オキシニウムイオン
- ⑤ 塩化ナトリウム
- ⑥ ヘキサフルオロアルミン酸ナトリウム(氷晶石)

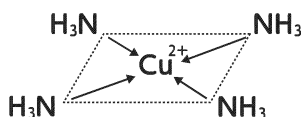
(問 3) 下線部 b) の変化をイオン反応式で表せ。

(問 4) **下線部 c)**について、以下の文章を読み、各問いに答えよ。

コバルト(Ⅲ)イオン、塩化物イオン、アンモニアからなる化合物 **A**、**B**、**C**、**D** がある。構造解析の結果、化合物 **A** ~ **D** はいずれも八面体構造であり、コバルト原子 1 個に対して塩化物イオンを 3 個含む化合物であった。**A** ~ **D** をそれぞれ 1 mol、水に溶かした後に、硝酸銀水溶液を十分量加えたところ、**A** ~ **C** では白色の沈殿が得られ、**D** では変化が見られなかった。得られた沈殿の量は **A** が最も多く、次いで **B**、**C** の順であり、**D** ではほとんど沈殿が生じなかった。ただし、これらの沈殿生成には、配位結合を形成する塩化物イオンは関与しないものとする。

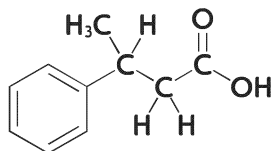
(ア) 化合物 **A**、**B**、**D** の化学式を答えよ。

(イ) 複数種類の配位子が一つの金属イオンに配位するとき、幾何学的構造が異なる異性体が生じることがあり、これを幾何異性体という。化合物 **C** は、複数の幾何異性体を有する。化合物 **C** における錯イオンのすべての幾何異性体について、立体構造を下記の例にならって記せ。なお、化合物 **C** は正八面体構造として考えるものとする。



(問 5) **下線部 d)**の変化を化学反応式で表せ。ただし、生成する錯イオンの中心金属の酸化数は+2、配位数は 4 とする。

- 3 分子量が 150 以下で、組成式がいずれも  $C_5H_8$  である 4 種類の不飽和炭化水素 A ~ D がある。これらの化合物に関する以下の実験を読み、各問いに答えよ。なお、構造式は下記の例にならって書け。



### 実験

(ア) 化合物 A ~ D をそれぞれ 6.80 g 秤量し、白金触媒の存在下で水素分子と完全に反応させたところ、以下の結果が得られた。

- ① 化合物 A の反応では、標準状態で 1.12 L の水素分子が消費され、環式飽和炭化水素が生じた。
  - ② 化合物 B の反応では、標準状態で 2.24 L の水素分子が消費され、環式飽和炭化水素が生じた。
  - ③ 化合物 C ならびに化合物 D の反応では、いずれも標準状態で 4.48 L の水素分子が消費され、同一の鎖式飽和炭化水素が生じた。
- (イ) 化合物 A と B はいずれも塩化水素と付加反応を起こし、<sup>a)</sup>不斉炭素原子をもたない化合物を生じた。
- (ウ) 化合物 B は臭素と付加反応を起こし、不斉炭素原子を 2 個もつ化合物を生じた。
- (エ) 化合物 C は、硫酸水銀(Ⅱ)を触媒として、水と反応してケトンを生じた。
- (オ) 化合物 D の構造を調べたところ、D には 2 種類の立体異性体が存在することがわかった。
- (カ) 化合物 D は臭素と付加反応を起こし、不斉炭素原子を 3 個もつ化合物を生じた。

(問 1) 不飽和炭化水素に関連して、アルケンの一般的な性質の説明として正しいものを、以下の①~⑤の記述のうちからすべて選んで番号で答えよ。

- ① 過マンガン酸カリウム水溶液に作用させると過マンガン酸イオンの赤紫色が消える。
- ② 銀鏡反応を示す。
- ③ 二重結合の炭素原子間の距離がベンゼンの炭素原子間の距離よりも短い。
- ④ ナトリウムと反応して水素が発生する。
- ⑤ 加水分解によってアルコールとカルボン酸を生じる。

- (問 2) 実験(ア)①の結果から、化合物 **A** の分子式を答えよ。
- (問 3) 下線部 **a**) について、水素原子、炭素原子、塩素原子のみからなり、不斉炭素原子を 1 個もつ化合物のうち、分子量が最も小さいものについて構造式を書け。
- (問 4) 実験(エ)に関連して、化合物 **C** からケトンが生じた理由を「エノール」と「異性化」という用語を使って説明せよ。なお、「異性化」はある異性体から他の異性体に変化することを意味する用語である。
- (問 5) 不飽和炭化水素 **A** ~ **C** に当てはまる化合物としては、それぞれ複数考えられる。それらのうちから、A ~ C についてそれぞれ一つの構造式を書け。
- (問 6) 不飽和炭化水素 **D** として考えられる化合物の構造式を、立体異性体を区別してそれぞれ書け。

## 生 物

1 次の文章を読み、下記の(問 1)～(問 5)に答えよ。

PCR法(ポリメラーゼ連鎖反応法)では、高温でも変性しにくい耐熱性 DNA ポリメラーゼが利用される。変性・プライマーの結合・複製のサイクルを 30 回ほど繰り返すと目的の DNA 領域が大量に増幅される。理論上、DNA 断片は 1 サイクルごとに 2 倍ずつ増幅する。増幅した DNA はアガロースゲル電気泳動により、その DNA の長さや DNA 量がある程度判定できる。

(問 1) 耐熱性 DNA ポリメラーゼが発見される以前の初期の PCR 技術では、DNA の増幅を行うために次のどのような技術や器械が必要であったか、適切なものを過不足無く選び、番号で答えよ。

- ① DNA の変性・アニーリング・伸長を同時に行う特別な低温 PCR 装置を使った。
- ② DNA の変性・アニーリング・伸長を別々に行うために 3 つの異なる温度の水槽を使った。
- ③ 大量の DNA ポリメラーゼを加えておくことで繰り返し反応できた。
- ④ 各サイクルのたびに新たに DNA ポリメラーゼを手作業で添加していた。
- ⑤ RNA ポリメラーゼを用いて DNA の合成を代用していた。
- ⑥ 目的 DNA 断片の増幅には、制限酵素を利用していた。

(問 2) DNA 断片は 1 サイクルごとに 2 倍ずつ正確に増幅するとし、初期 DNA 分子数は 1000 本である場合、DNA コピー数が約 100 万本(=  $10^6$ )に達するのは何サイクル後か答えよ。

(問 3) DNA 断片を PCR で増幅し、最終的に約 100 万本(=  $10^6$ )のコピーを得た。この DNA 断片は 500 塩基対(bp)で構成されるものとする。1 塩基対あたりの分子量は 660 とし、1 mol あたりの分子数が  $6.0 \times 10^{23}$  個とした場合、この DNA 断片 1 本の総質量(g)を有効数字 2 桁で答えよ。

(問 4) アガロースゲル電気泳動の操作において、DNA のゲル中での移動について、適切なものを過不足無く選び、番号で答えよ。

- ① DNA は正に帯電しており、陽極から陰極へ移動する。
- ② DNA は負に帯電しており、陰極から陽極へ移動する。
- ③ DNA は帯電しているので、大きいDNA ほどゲル中を速く移動する。
- ④ 分子量の小さいDNA ほどゲル中を速く移動する。
- ⑤ DNA は中性分子なので、電場では移動しない。
- ⑥ DNA は水素結合でゲルに引っかかるため、方向には関係なくランダムに移動する。

(問 5) ある潜性の遺伝性疾患は、X 染色体上の、ある遺伝子の特定の領域に 1 塩基の変異があるかどうかで診断できるとする。この変異により、制限酵素 *EcoRI* の認識配列 (GAATTC) が消失する。疾患の有無を調べるために PCR で増幅した DNA 断片 (600 bp) を *EcoRI* で処理した場合、変異型の場合は 600 bp になるのに対し、正常型の DNA 断片は 200 bp と 400 bp に分かれる。遺伝子疾患を発症していないヘテロ接合の女性と正常男性との間にできた子どもについて述べた以下の文章のうち、正しいものを過不足無く選び、番号で答えよ。なお、生まれる子どもの男女比は 1:1 であるとする。

- ① バンドパターンが 600 bp (のみ) の DNA 断片になる子どもは、全体の 1/4 である。
- ② バンドパターンが 400 bp と 200 bp (2 本) の DNA 断片になる子どもは、全体の 1/4 である。
- ③ バンドパターンが 600 bp と 400 bp と 200 bp (3 本) の DNA 断片になる子どもは、全体の 1/2 である。
- ④ この両親から生まれる女兒は発症しない。
- ⑤ この両親から生まれる男児は発症しない。

2 次の文章を読み、下記の(問 1)～(問 3)に答えよ。

ヒトなどの脊椎動物では、神経細胞(ニューロン)とグリア細胞などから構成される神経系<sup>a)</sup>は、<sup>b)</sup>たらしきによって、受容器で受容された外界や体内からの刺激が情報として脳に伝えられ、処理される。その処理された情報は、骨格筋などの効果器に伝えられ、さまざまな反応<sup>c)</sup>を示す。

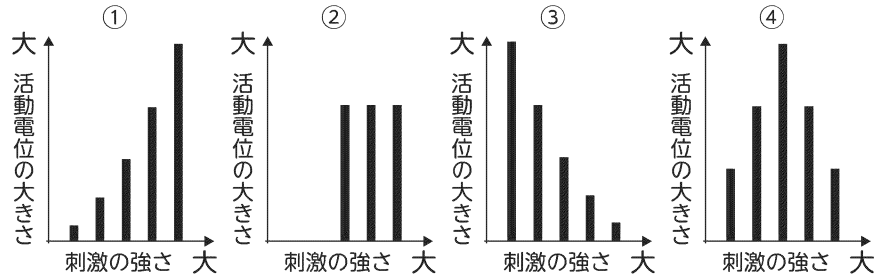
(問 1) 下線部 a) に関して、次の文章を読み、 ～  に入る適切な語句を答えよ。

ニューロンは、核をもった  と、そこから伸びた多数の突起からできている。短い多数の突起は  とよばれ、他のニューロンから情報を受け取る。細長く伸びた突起は  とよばれ、隣接するニューロンや効果器に情報を伝える。ニューロンは、伝える情報の違いや体の中で見られる場所で分類される。受容器からの情報を伝える求心性のニューロンを  ニューロン、筋肉などを動かす情報を伝える遠心性のニューロンを  ニューロンとよぶ。 ニューロンと  ニューロンとの間をつなぐ  ニューロンは、情報を処理し、 神経系を形成している。グリア細胞の細胞膜は何重にもニューロンの  のまわりに巻き付いて  を形成する。 をもつニューロンの  を有髄神経繊維というが、その情報の伝え方を  とよぶ。

ニューロンは、他のニューロンや筋肉などの効果器の細胞とシナプスを形成して情報を伝達する。シナプス前細胞に発生した活動電位が  の末端に伝わると、電位依存性  $\text{Ca}^{2+}$  チャンネルが開き、 $\text{Ca}^{2+}$  が  の末端の内部に流入する。その結果、シナプス前細胞の細胞膜と、 の末端の内部にある  が融合し、 の内部にある神経伝達物質が  に放出される。神経伝達物質は、 と接するシナプス後細胞の細胞膜に存在し、受容体としてはたらくリガンド依存性イオンチャンネルに特異的に結合することで、 とよばれる膜電位の変化を発生させる。骨格筋では、 ニューロンが筋繊維とシナプスを形成している。活動電位が  ニューロンの  の末端に伝わると、神経伝達物質である  が放出され、筋繊維に存在する受容体に結合し、一連の順序を経て骨格筋は収縮する。

(問 2) 下線部 b) に関して、以下の設問(ア), (イ)に答えよ。

(ア) 刺激を受容したニューロンが活動電位を発生する興奮の過程で、刺激の強さ(横軸)と活動電位の大きさ(縦軸)との関係を表す図を次の①～④から1つ選び、番号で答えよ。



(イ) ニューロンの興奮を起こすイオンの移動について、次の①～④から適切なものを1つ選び、番号で答えよ。

- ① 細胞外の  $\text{Na}^+$  が細胞内に流入したことによる。
- ② 細胞内の  $\text{Na}^+$  が細胞外に流出したことによる。
- ③ 細胞外の  $\text{Na}^+$  と  $\text{K}^+$  が細胞内に流入したことによる。
- ④ 細胞内の  $\text{Na}^+$  と  $\text{K}^+$  が細胞外に流出したことによる。

(問 3) 下線部 c) に関して、以下の設問(ア), (イ)に答えよ。

(ア) 神経伝達物質が筋繊維に存在する受容体に結合した後、骨格筋が弛緩するまでに、筋収縮が1度だけ起こる過程でみられる以下の①～⑧の現象を順番に並びかえ、番号で答えよ。

- ① アクチンとミオシン頭部の結合
- ②  $\text{Ca}^{2+}$  とトロポニンの結合
- ③ ミオシン頭部による ATP の加水分解
- ④ アクチンフィラメントの滑走運動の発生
- ⑤ 筋繊維での活動電位の発生
- ⑥ 筋小胞体への  $\text{Ca}^{2+}$  の回収
- ⑦ 筋小胞体からの  $\text{Ca}^{2+}$  の放出
- ⑧ 骨格筋の収縮

(イ) 骨格筋の収縮には、単収縮や強縮などのように違いがある。それはどのような原因によって生じると考えられるか、次の①～④から適切なものを1つ選び、番号で答えよ。

- ① 刺激の頻度
- ② 刺激の強さ
- ③ 刺激の持続時間
- ④ 刺激の経時的変化

**3** 次の文章を読み、下記の(問 1)～(問 4)に答えよ。

生物の進化は、まず DNA の突然変異や遺伝子の組換え<sup>a)</sup>などにより、個体間に遺伝的変異が生じることから始まる。これらの変異の中には、生存や繁殖に有利なものがあり、自然選択<sup>b)</sup>によってその形質をもつ個体が次世代に多く遺伝情報を残す。集団が分かれて別々に進化を続けると、やがて交配が不可能になり、新たな種<sup>c)</sup>が誕生する。これが種分化<sup>d)</sup>である。

(問 1) **下線部 a)**に関して、減数分裂中のある現象によって、染色体上の配列に不均衡が生じることが知られている。この現象を何というか答えよ。またこの現象によってどのような染色体が生じるか、40 字以内で答えよ。

(問 2) **下線部 b)**に関して、自然選択によって進化が起こるためには、いくつかの条件がそろっている必要がある。次の①～⑥から、自然選択がはたらくために必要な条件を過不足無く選び、番号で答えよ。

- ① 個体間に遺伝的な違いがある。
- ② すべての個体が同じ確率で子を残す。
- ③ 個体のもつ遺伝的な違いが、生存や繁殖のしやすさに影響する。
- ④ 獲得形質が遺伝する。
- ⑤ 環境が変化しない。
- ⑥ 個体の違いが次世代に伝わる。

(問 3) **下線部 c)**に関して、現在までに名前がつけられている現生生物の種数として最も適切なものを次の①～④から 1 つ選び、番号で答えよ。

- ① 約 20 万種
- ② 約 200 万種
- ③ 約 2000 万種
- ④ 約 2 億種

(問 4) 下線部 d)に関して、次の各進化の例がそれぞれ(A)適応放散、(B)収れん、(C)人為選択のいずれに該当するかを判別し、記号で答えよ。

- ① オオカミからイヌの多様な品種が生み出されたこと。
- ② アザラシやイルカが魚類のような体形をもつように進化したこと。
- ③ ガラパゴス諸島で、くちばしの形が異なるフィンチ類が多様化したこと。
- ④ 恐竜の絶滅後、哺乳類が様々な環境に進出して多様化したこと。
- ⑤ コウモリと鳥が、空を飛ぶために翼をもつように進化したこと。

4 次の文章を読み、下記の(問 1)～(問 4)に答えよ。

ある地域に生息する同種個体の集まりを個体群という。個体群内の各個体は、さまざまな関係<sup>a)</sup>を保ちながら生活している。個体群の大きさは、単位空間あたりの個体数で表され、これを個体群密度<sup>b)</sup>という。植物では、個体群密度の違いに関わらず、成長に伴って個体群全体の重さが一定の値に近づく傾向があり、これを  の法則という。同じ場所に集まり、多少とも統一的な行動をとる動物の個体群を、群れという。また、動物の個体や群れが同種の他個体の侵入を防ぐために防衛する特定の範囲を、縄張り<sup>c)</sup>という。個体数の少ない個体群では、近縁個体どうしの交配の頻度が高まり、有害な潜性遺伝子をホモでもつ個体が出現しやすくなる。これを  という。個体数が減少した個体群では、有害遺伝子の蓄積→個体群の適応度低下→個体数のさらなる減少が繰り返される悪循環に陥る場合がある。これを  という。一方、異なる種間にも、さまざまな関係がみられるが、一緒に生活する2種のうち、一方は利益を得るが、他方が利益も不利益も受けない関係を  という。ある地域に生息する複数種の個体群の集まりを生物群集といい、生物群集と、それを取り巻く  を1つのまとまりとしてとらえたものを  という。 を構成する要素には光、水、酸素、栄養塩類などがある。 に生物の生活が影響を及ぼすことを  といい、 が生物に影響を及ぼすことを  という。

(問 1)  ～  に入る適切な語句を答えよ。

(問 2) 下線部 a)に関して、「一様分布」、「ランダム分布」に関する説明として適切なものを、次の①～④から過不足無く選び、番号で答えよ。該当するものが無い場合は、「無い」と解答欄に記入せよ。

- ① 風により散布された種子が発芽・成長した場合にみられる。
- ② 個体間の競争が激しい場合にみられる。
- ③ ある個体の存在が他個体の存在位置に影響を与えていない場合にみられる。
- ④ 成長に適した環境が局所的に存在する場合にみられる。

(問 3) **下線部 b)** に関して、次の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) 個体群密度の推定法の 1 つである区画法は、移動能力の低い生物の全個体数を推定する方法である。ある生物種の生息地の面積が  $0.37 \text{ km}^2$ 、ある区画内の本種の個体数が 34 個体だったことから、生息地全体の本種の個体数は 125800 個体と推定された。この推定に用いられた区画の面積を、単位  $\text{m}^2$  で答えよ。

(イ) 標識再捕法は移動性の高い動物の個体群密度の推定方法である。ある草原でネズミを 104 匹捕獲し、すべてに標識をつけて逃がした。数日後、同じ草原でネズミを 83 匹捕獲し、標識の有無を確認した。その結果、標識再採捕法が使用できる条件がすべて満たされていたと仮定した場合、この草原には合計 664 匹のネズミが生息すると推定された。2 回目に捕獲されたネズミのうち、標識がついてなかった個体は、何匹だったか答えよ。

(問 4) **下線部 c)** に関する説明として適切なものを、次の①～④から過不足無く選び、番号で答えよ。該当するものが無い場合は、「無い」と解答欄に記入せよ。

- ① 縄張りが大きくなるにつれ、縄張りを維持するためのコストは増加するが、やがて頭打ちになる。
- ② 周辺の同種個体群密度が低くなると、最適な縄張りの大きさは、小さくなる。
- ③ 縄張りを維持するコストから、縄張りから得られる利益を引いた差が、プラスかつ最大になる場合が、縄張りの最適な大きさである。
- ④ 縄張りが小さくなるにつれ、縄張りから得られる利益は、小さくなる。

# 地 学

1 地表では降水や火山噴火などによってさまざまな物質が移動し、自然災害が引き起こされる。

(問 1) 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

地表では岩石が細かく砕かれ、分解される現象である風化が起こる。温度変化による造岩鉱物の膨張・収縮で、鉱物粒間に割れ目ができる。割れ目に入った水が **あ** すると体積が膨張し、岩石の破壊が進む。そのような風化を **い** 風化と呼ぶ。また、浸透した水に溶けていた  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  や  $\text{CaCO}_3$  などが晶出して結晶が成長することで、破壊が進む風化を **う** 風化と呼ぶ。さらに、植物の根が割れ目を押し広げるなどして岩石を砕くことがあり、この風化は **え** 風化と呼ばれる。

一方、鉱物や岩石が水や大気と反応して分解されていく風化を **お** 風化と呼ぶ。**お** 風化では、石灰岩が雨水と反応して溶食する **か** 地形や、<sup>a)</sup>すり鉢状のくぼ地、<sup>b)</sup>そして鍾乳洞と呼ばれる洞窟ができる。

さらに地表では、流水による侵食作用・運搬作用・堆積作用が働き、さまざまな地形が形成される。侵食作用には、川底を削って掘り下げる **き** と、川岸を削って川幅を広げる **く** がある。風化や侵食によって陸域で生成された碎屑物は、河川などによって運搬されて、最終的に海底に堆積して地層を形成する。

侵食作用の強さは流速の <sup>c)</sup>**A** 乗に比例し、河川が運搬できる最大の岩片の体積は、流速のほぼ **B** 乗に比例する。流水によって運搬される岩片は、次第に砕かれて、粒径の小さな碎屑物になっていく。粒径が **C** mm 以上の碎屑物を礫、**C** mm ~ 1/ **D** mm のものを砂、1/ **D** mm 未満のものを泥という。

図 1 は流水による 3 つの作用と流速および粒径の関係を示している。例えば、礫は粒径が **け** ほど侵食・運搬されやすいのに対し、泥は粒径が **こ** ほど侵食・運搬されやすい。また流速が 10 cm/s 以下に減少したとき、粒径が 10 mm の粒子は **さ** するが、粒径が 0.01 mm 以下の粒子は **し** が続くことがわかる。

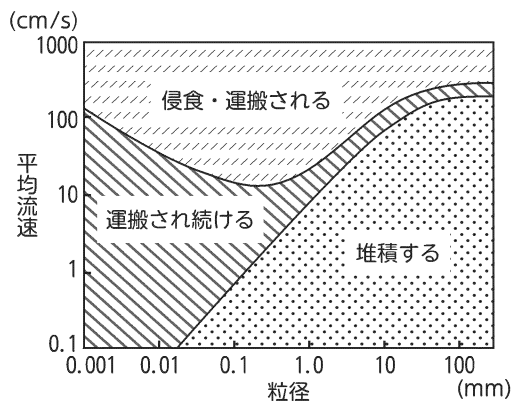


図 1 流速と粒径による侵食・運搬・堆積の関係

(ア)  ～  に入る語句を答えよ。

(イ)  ～  に入る数値を答えよ。

(ウ) 下線部 a) について、石灰岩の主成分が雨水と反応して溶食を受ける際の、化学反応式を答えよ。

(エ) 下線部 b) のような地形を何というか答えよ。

(オ) 下線部 c) について、砂や泥が混濁流となって海底に堆積した地層を何というか答えよ。

(問 2) 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

日本列島で毎年のように起こる土砂災害は、発生形態によって3つに区分される。 は、大量の雨や地震の揺れによって地盤が緩み、急激に斜面が崩れ落ちる現象である。この現象は突発的で土砂の移動速度が速い。また、 は地中に滑りやすい粘土層や帯水層などがあるときに、それらに沿って土砂や岩石が滑り出す災害である。この災害では移動速度が遅い場合も、一度に広い範囲が動いて被害の範囲が大きくなることがある。さらに、崖や谷底にたまった土砂が、長期の降雨や局地的な大雨などによる水と一体となって一気に流れ下る現象である  が起こることもある。この現象は速度が速く、破壊するエネルギーも大きいため、大きな被害を引き起こす。

火山列島である日本は、国土の約 20% が火山噴出物におおわれている。これまで火山噴火が繰り返し起こり、火山の周辺に住む人たちは、火山災害に脅かされてきた。1991年6月の雲仙岳噴火では、溶岩片が高温の火山ガスや火山灰と混合して高速で流れ下る現象である  が発生して、43名の犠牲者が出た。また、2014年9月の御嶽山では、水蒸気爆発に伴う噴石によって死傷者が出ている。さらに、堆積した火山砕屑物に降雨が加わったり、積もった雪が噴火の熱で一気にとけたりすると  が発生することがあり、1926年の十勝岳噴火ではその山麓で大きな被害をもたらした。

災害が発生した際に、その被害を軽減するために、私たちはまず過去に起こった災害を知ることが重要である。国や地方自治体は、さまざまな災害に備えて、地形や地盤の特徴や過去の災害履歴をもとに、被災が想定される区域や避難場所・避難経路などを示した地図を公表している。そうした地図をもとに、私たちは自助・共助のための行動をとらなければならない。

(ア)  ～  にあてはまる土砂災害名を答えよ。

(イ)  と  にあてはまる火山災害名を答えよ。

(ウ) **下線部 a)**に示した水蒸気爆発とはどのような噴火かを 50 字程度で説明せよ。

(エ) **下線部 b)**のような地図を何というか答えよ。

2 地球大気の層構造と成分について、次の文章を読み以下の問いに答えよ。

地球大気は、気温の鉛直分布により、下から対流圏、成層圏、中間圏、熱圏に分けられる。対流圏と成層圏の境界である対流圏界面は、平均高度約  km にあり、この高度まで気温は 1 km につき約  °C の割合で低下する。この割合を  という。対流圏界面から高度約  km まで、気温は高度とともに上昇し、この高度で極大となる。対流圏界面からこの高度までを成層圏<sup>a)</sup>といい、成層圏の上端を成層圏界面とよぶ。成層圏界面付近の気温は約  °C である。成層圏界面より上空、高度約  km まで気温は高度とともに低下し、この高度で極小となる。成層圏界面からこの高度までを中間圏<sup>a)</sup>といい、中間圏の上端を中間圏界面とよぶ。中間圏界面付近の気温は約  °C である。中間圏界面より上空の熱圏<sup>b)</sup>で気温は再び上昇に転じ、高度 200 km 以上では 500 °C 以上になる。熱圏の上端の高度は太陽活動の強さによって異なるが、約 500 ~ 700 km と見積もられている。この高度より上空、地球大気の最も外側は  とよばれ、そこでの気圧は極めて低く、連続的に宇宙空間になっていくため上端は明瞭ではない。

水蒸気を除いた地球大気の成分の体積比率は、 界面付近までほぼ変化しない。これは、この高度まで大気がよくかき混ぜられているためである。そして体積比率の大きい上位 2 成分は、地表付近の大気組成の  % を占め、温室効果ガス<sup>c)</sup>の 1 つである二酸化炭素は 4 番目の成分で  % を占める。熱圏と  の大気組成は、地表付近の大気組成と大きく異なり、小さな分子量の軽い原子や分子の割合が、高度が上昇するほど大きくなる。大気現象において重要な役割を果たす水蒸気は、その大部分が対流圏に存在し、<sup>d)</sup>地域や季節、天気などによってその体積比率が大きく変化する。水蒸気は地表付近の大気組成において、体積比率にして約 1 ~  % を占める。

(問 1)  ~  に入る適切な数値・語句を記入せよ。, ,  は整数,  は小数点以下 1 桁までの数値,  は小数点以下 2 桁までの数値で答えよ。

(問 2)  ~  に入る適切な数値を下の数値群から選び記入せよ。

【数値群】

-120	-90	-60	-30	0
30	40	50	60	70
90	120	150	180	210

- (問 3) オゾン層がある圏名を対流圏, 成層圏, 中間圏, 熱圏より選び記入し, オゾン層があるおおよその高度幅を記せ。
- (問 4) 電離圏の大部分が含まれる圏名を対流圏, 成層圏, 中間圏, 熱圏より選び記入し, 電離圏があるおおよその高度幅を記せ。そしてなぜこの層が電離圏と呼ばれるのか, その理由を 50 字程度で説明せよ。
- (問 5) **下線部 a)**について, 成層圏で気温が上昇する理由を 30 字程度で説明せよ。
- (問 6) **下線部 b)**について, 熱圏で気温が上昇する理由を 30 字程度で説明せよ。
- (問 7) 水蒸気を除いた大気組成の体積比率で大きい方から 3 番目の成分名を記せ。
- (問 8) **下線部 c)**について, 水蒸気と二酸化炭素はどちらも温室効果ガスである。水蒸気と二酸化炭素以外の温室効果ガスを 1 つ記せ。
- (問 9) **下線部 d)**について, 赤道域の地表面付近に単位質量あたりの大気に含まれる水蒸気量が  $16 \text{ g/kg}$  あり,  $2 \text{ km}$  上空へ行くごとに水蒸気量が  $1/2$  になると仮定する。この場合に, 赤道域の単位質量あたりの大気に含まれる水蒸気量が,  $2 \text{ g/kg}$  になる高度を整数で記せ。