



# 理 科

(120分)

## 環境科学部・工学部・人間文化学部

物理(1～9ページ) 化学(11～25ページ) 生物(27～39ページ)

### 注意事項

1. 解答開始の合図があるまで、この問題冊子および解答冊子の中を見てはいけません。
2. 問題は物理4題、化学4題、生物4題ありますが、志望学部学科によって解答する科目・問題が異なるので注意ください。指定されていない科目・問題を解答しても採点しません。
3. 環境科学部(環境生態学科)を受験する者は、次の科目・問題を解答ください。
  - ・物理、化学、生物のうちから2科目選択ください。
  - ・物理を選択する場合、「物理問題Ⅰ」、「物理問題Ⅱ」の2題を解答ください。
  - ・化学を選択する場合、「化学問題Ⅰ」、「化学問題Ⅱ」の2題を解答ください。
  - ・生物を選択する場合、「生物問題Ⅰ」、「生物問題Ⅱ」の2題を解答ください。
4. 環境科学部(生物資源管理学科)を受験する者は、次の科目・問題を解答ください。
  - ・物理、化学、生物のうちから1科目選択ください。
  - ・物理を選択する場合、「物理問題Ⅰ」～「物理問題Ⅳ」の4題を解答ください。
  - ・化学を選択する場合、「化学問題Ⅰ」～「化学問題Ⅳ」の4題を解答ください。
  - ・生物を選択する場合、「生物問題Ⅰ」～「生物問題Ⅳ」の4題を解答ください。
5. 工学部(材料科学科)を受験する者は、次の科目・問題を解答ください。
  - ・物理、化学の2科目を選択ください。
  - ・物理は、「物理問題Ⅰ」、「物理問題Ⅱ」の2題を解答ください。
  - ・化学は、「化学問題Ⅰ」、「化学問題Ⅱ」の2題を解答ください。
6. 工学部(機械システム工学科・電子システム工学科)を受験する者は、次の科目・問題を解答ください。
  - ・物理のみ解答ください。
  - ・「物理問題Ⅰ」～「物理問題Ⅳ」の4題を解答ください。

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

7. 人間文化学部(生活栄養学科)を受験する者は、次の科目・問題を解答しなさい。
  - ・物理, 化学, 生物のうちから1科目選択しなさい。
  - ・物理を選択する場合, 「物理問題Ⅰ」～「物理問題Ⅳ」の4題を解答しなさい。
  - ・化学を選択する場合, 「化学問題Ⅰ」～「化学問題Ⅳ」の4題を解答しなさい。
  - ・生物を選択する場合, 「生物問題Ⅰ」～「生物問題Ⅳ」の4題を解答しなさい。
8. 解答開始後, 選択した科目の解答冊子の表紙所定欄に受験番号, 氏名をはっきり記入しなさい。表紙にはこれら以外のことを書いてはいけません。選択しなかった科目の解答冊子は, 試験終了20分前に回収します。
9. 解答は, すべて解答冊子の指定された箇所に記入しなさい。解答に関係のないことを書いた答案は無効にすることがあります。
10. 解答冊子は, どのページも切り離してはいけません。
11. 試験終了後, 問題冊子は持ち帰りなさい。選択した科目の解答冊子を持ち帰ってはいけません。

# 物 理

## 物理問題 I

次の文を読んで、 に適した式を解答欄に記入せよ。また、問1および問2に導出過程も示して答えよ。なお、重力加速度の大きさは  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、空気抵抗は無視できるものとする。

図1に示すように、なめらかで水平な床上に、右向きを正とする  $x$  軸、それに直交し鉛直上向きを正とする  $y$  軸をとる。原点  $O$  から斜め上に、大きさの無視できる質量  $m$  [kg] の小球を、時刻  $t$  [s] が0のときに投げ上げる。投げ上げた角度を  $\theta$  [°] ( $0^\circ < \theta < 90^\circ$ )、初速度の大きさを  $v_0$  [m/s] とする。小球は、頂点に達した後、床に向かって落下し、床と衝突してはねかえる。その後、同様の運動をくり返す。なお、これらの運動はすべて  $xy$  平面内で起こるものとする。

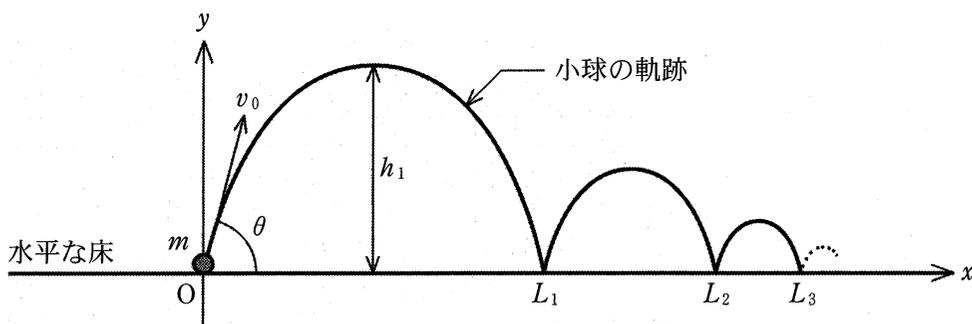


図1

投げ上げられた瞬間に小球がもつ運動エネルギーは  ア [J] である。

小球が1度目に達した頂点の高さは  $y = h_1$  [m] であった。床を重力による位置エネルギーの基準水平面とすると、1度目に頂点に達したとき、小球がもつ位置エネルギーは、 $h_1$  を含む式で  イ [J] と表すことができる。また、そのときの運動エネルギーは  $m$ 、 $v_0$ 、 $\theta$  を用いて  ウ [J] と表せる。したがって、 $h_1$  は  $m$ 、 $g$ 、 $v_0$ 、 $\theta$  を用いて  エ [m] と表せる。

小球が1度目に床と衝突した位置を  $x = L_1$  [m]、そのときの時刻を  $t = t_1$  [s] とする。 $t_1$  は  $v_0, g, \theta$  を用いて **オ** [s] と表せる。また、 $L_1$  は  $v_0, g, \theta$  を用いて **カ** [m] と表せる。 $x = L_1$  の位置で床と衝突した直後、小球は床からはねかえった。小球と床との間の反発係数を  $e$  ( $0 < e < 1$ ) とすると、はねかえった直後に小球がもつ運動エネルギーは  $m, v_0, \theta, e$  を用いて **キ** [J] と表せる。

その後、小球は  $x = L_2$  [m] の位置で床と衝突してはねかえり、さらにその後、 $x = L_3$  [m] の位置で床と衝突した。

問 1  $L_2$  を  $v_0, g, \theta, e$  を用いて表せ。

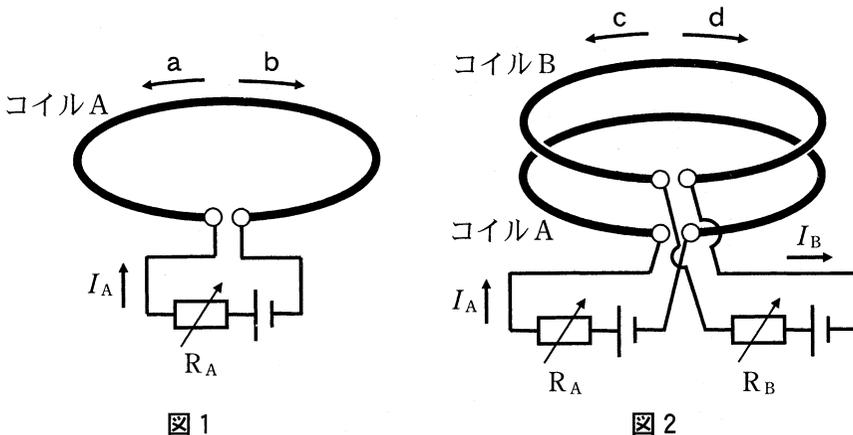
問 2  $L_1$  と  $L_3$  の間に、 $L_3 = 1.75 \times L_1$  の関係があったとする。このとき、反発係数  $e$  の値を求めよ。

## 物理問題 II

次の文を読んで、 に適した式を解答欄に記入せよ。< >については、解答欄の適切な語句を○で囲め。また、問1～問3に答えよ。問2と問3には導出過程も示して答えよ。なお、コイルおよび配線の抵抗は無視できるものとする。また、電流  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I$  とその変化量  $\Delta I_A$ ,  $\Delta I_B$ ,  $\Delta I$  はすべて正の値をもつものとする。

図1に示すように1巻きのコイルAに電池と可変抵抗  $R_A$  が接続されている。可変抵抗の抵抗値を時間とともに変化させることでコイルに流す電流  $I_A$  [A]が増加すると、コイルを貫く磁束は<ア：減少，増加>する。誘導起電力はこの磁束の変化を妨げる向きに発生するから、誘導起電力の向きは<イ：矢印 a, 矢印 b>の向きとなる。電流  $I_A$  [A]が時間  $\Delta t$  [s]の間に  $\Delta I_A$  [A]だけ増加し、コイルを貫く磁束が  $\Delta\Phi$  [Wb]だけ変化した。このときコイルに発生する誘導起電力の大きさは  $\Delta t$  と  $\Delta\Phi$  を用いて  ウ  [V]で表される。誘導起電力と電流の変化  $\Delta I_A$  とを関係づける係数が自己インダクタンスであり、コイルAの自己インダクタンスが  $L$  [H]のとき誘導起電力の大きさは  $L \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$  で表すことができる。

つぎに、図2のようにコイルAの近くに同じ自己インダクタンス  $L$  をもつ1巻きのコイルBを置いたところ、相互インダクタンスは  $M$  [H]であった。



問 1 可変抵抗  $R_B$  の抵抗値は一定とし、可変抵抗  $R_A$  の抵抗値だけを時間とともに変化させた。コイル A に流す電流  $I_A$  [A] が時間  $\Delta t$  [s] の間に  $\Delta I_A$  [A] だけ増加しているとき、コイル B を貫く磁束の変化とコイル B に発生する誘導起電力について、解答欄の適切なものを○で囲め。また、コイル B に発生する誘導起電力の大きさを解答欄に記入せよ。

可変抵抗  $R_A$ ,  $R_B$  の抵抗値をともに変化させ、コイル A に流す電流を時間  $\Delta t$  [s] の間に  $\Delta I_A$  [A]、コイル B に流す電流を時間  $\Delta t$  [s] の間に  $\Delta I_B$  [A] だけ増加させた。このとき、コイル A に発生する誘導起電力の大きさ  $V_A$  は自己誘導によるものとコイル B からの相互誘導によるものの和となるから、 $V_A =$   [V] となり、同様にコイル B に発生する誘導起電力の大きさ  $V_B$  は  [V] となる。

つぎに、コイル A, B を図 3 のように接続し、流す電流  $I$  [A] を時間  $\Delta t$  [s] の間に  $\Delta I$  [A] だけ増加させた。各コイルに発生する誘導起電力の大きさは、コイル A が  [V]、コイル B が  [V] となる。したがってコイル A とコイル B を接続した全体の誘導起電力は  [V] となる。このことから、コイル A とコイル B を接続した全体の自己インダクタンスは  [H] と表される。

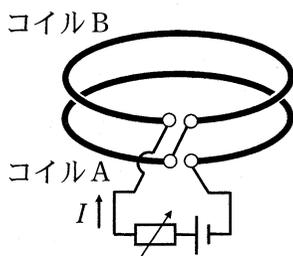


図 3

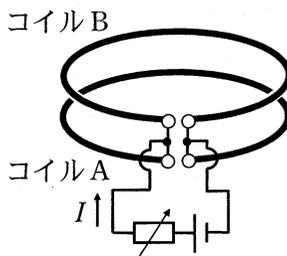


図 4

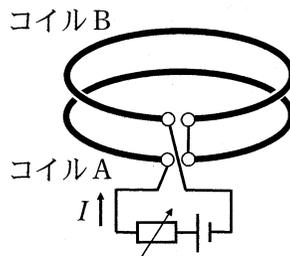


図 5

問 2 接続を図 4 のように変えた。このとき、コイル A とコイル B を接続した全体の自己インダクタンスを求めよ。

問 3 接続を図 5 のように変えた。このとき、コイル A とコイル B を接続した全体の自己インダクタンスを求めよ。

### 物理問題 III

次の文を読んで、 に適した式を、 $\{ \quad \}$  には適した語句を解答欄に記入せよ。また、問1では指示にしたがって作図し、問2と問3には導出過程も示して答えよ。なお、重力加速度の大きさは  $g(\text{m/s}^2)$ 、大気圧は  $p_0(\text{Pa})$ 、気体定数は  $R(\text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K}))$  とする。ただし、 $R$  は問2と問3以外では使用してはならない。

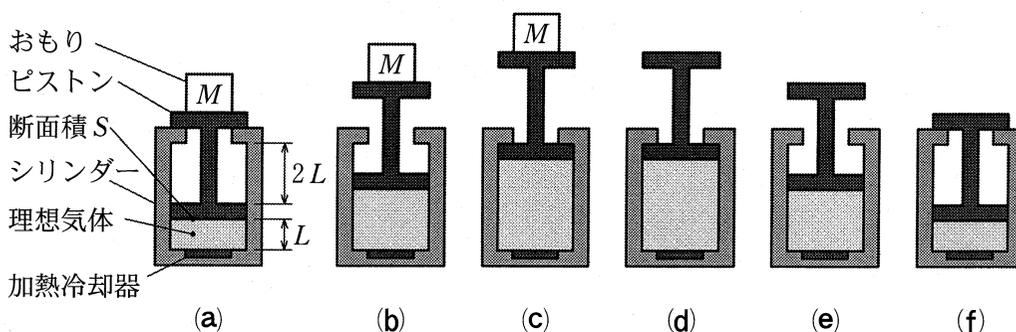


図1

図1(a)のように大気中で鉛直に固定された断面積  $S(\text{m}^2)$  のシリンダーの中に、質量が無視できてなめらかに動けるピストンがあり、温度  $T_0(\text{K})$ 、物質量  $n(\text{mol})$  の単原子分子理想気体を圧力  $p_0(\text{Pa})$  で封入している。シリンダーおよびピストンは断熱されており、シリンダーの底部には熱容量と体積の無視できる加熱冷却器が取り付けられている。図1(a)ではピストンは動作範囲の下端にある。このときシリンダーの底からピストンまでの距離は  $L(\text{m})$  であり、ピストンはこの位置から  $2L(\text{m})$  上方まで動くことができる。また、ピストンの上部には質量  $M(\text{kg})$  のおもりを置いている。

まず、図1(a)の状態をゆっくりと加熱しても、ピストンはしばらく動かなかった。このときの気体の状態変化は  $\{ \text{ア} \}$  である。その後、ピストンは図1(b)のようにゆっくりと上昇した。ピストンが上昇する直前の気体の圧力は  $g, M, p_0, S$  を用いて表すと  [Pa] であり、気体の温度  $T_1$  は  [K] になる。ピストンが上昇している間の気体の状態変化は  $\{ \text{エ} \}$  である。ピス

トンが図1(c)のように上端に達したときに加熱を止めた。このときの気体の温度  $T_2$  は  [K]になる。その後図1(d)のようにおもりをピストンからおろしたが、ピストンは静止したままであった。

つぎに、図1(d)の状態をゆっくりと冷却すると、気体の圧力が  [Pa]になるまでピストンは静止し、その後ピストンは下降をはじめた。ピストンが下降をはじめ直前の気体の温度  $T_3$  は  [K]である。気体を冷却しつづけると、図1(e)のようにピストンは下降し、図1(f)のようにピストンが動作範囲の下端に達したときに冷却を止めた。この後、おもりをピストンに置くと図1(a)の状態にもどる。ここまでの状態変化を1サイクルとする熱機関を考える。

問 1 この熱機関のサイクルにおける気体の圧力と体積の関係を示す図( $p$ - $V$ 図)を描け。また、状態変化が変わる点の圧力と体積も図中に示せ。

問 2 この熱機関の1サイクルにおいて、気体が吸収した熱量  $Q_{in}$  [J]と気体が放出した熱量  $Q_{out}$  [J]を  $n$ ,  $R$ ,  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  の中から必要なものを用いて表せ。

問 3 この熱機関の熱効率  $e$  を  $n$ ,  $R$ ,  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  の中から必要なものを用いて表せ。

## 物理問題 IV

次の文を読んで、 に適した式を解答欄に記入せよ。また、 に適した語句を解答欄に記入せよ。さらに、問1～問3に答えよ。なお、レンズの厚さは無視できるものとする。

- (1) 図1のように、焦点距離 $f$ [m]の凸レンズの光軸上に、物体 $AA'$ とスクリーンが一直線上に配置されている。凸レンズの焦点を点 $F$ および点 $F'$ 、凸レンズの中心点を点 $O$ 、点 $A'$ を通る光軸に平行な直線と凸レンズの中心線との交点を点 $P$ とする。物体 $AA'$ と凸レンズの距離を $a$ [m] (ただし、 $a > f$ )、凸レンズとスクリーンの距離を $b$ [m]にしたところ、スクリーンに物体 $AA'$ の像 $BB'$ が鮮明に生じた。この像は物体からの光が集まってできたので  像という。また、この像の向きから  像という。図1の破線は、点 $A'$ から出た光の一部の経路を示す。 $\triangle AA'O$ は $\triangle BB'O$ と相似であるため、 $a$ 、 $b$ 、 $f$ を必要に応じて用いると  $\frac{AA'}{BB'} = \text{ウ}$  で表せる。また、 $\triangle OPF'$ は $\triangle BB'F'$ と相似であるため、 $a$ 、 $b$ 、 $f$ を必要に応じて用いると  $\frac{OP}{BB'} = \text{エ}$  で表せる。

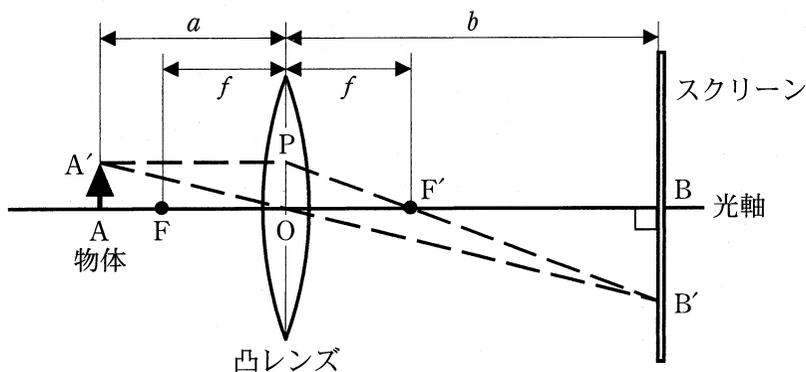


図1

- 問1 以上の結果を用いて、 $\frac{1}{f}$  を  $a$  と  $b$  を用いて表せ。導出過程も示すこと。また、物体 $AA'$ に対する像 $BB'$ の大きさの比(倍率)を  $a$  と  $b$  を用いて表せ。

(2) 図1の物体AA'を凸レンズに近づけて $a < f$ にし、スクリーンを取り除いて、スクリーンがあった側から凸レンズによってできた像を観察した。このとき、レンズを通して観察される像は物体AA'とは別の位置にあるように見える。この像は、実際にこの位置に光が集まっていないので { オ } 像という。また、この像の向きから { カ } 像という。

問2 (2)のとき、点A'から点Pおよび点Oに向かう光がそれぞれ解答欄の図中に実線で描かれている。これらの2点を通過した光がその後どのような経路を通るか、解答欄の図に実線で追加せよ。つぎにその結果を利用して、物体AA'の { オ } 像をその位置と大きさがわかるように物体AA'にならって矢印で図示せよ。ただし、その矢印の位置と大きさを求めるために用いた線は破線で示すこと。

{ オ } 像と凸レンズの距離を改めて $b$ とすると、 $\frac{1}{f}$ は $a$ と $b$ を用いると 



 であり、物体AA'に対する { オ } 像の大きさの比(倍率)は $a$ と $b$ を用いると 



 である。

問題は次ページに続く。

(3) 同じ焦点距離  $f$  (m) の凸レンズ2つを、図2のように互いの光軸を一致させながら離れた位置に配置した。つぎに、凸レンズ1から距離  $a_1$  (m) 左側(ただし、 $a_1 > f$ ) に物体 AA' をおいた。このとき、凸レンズ1から  $b_1$  (m) 右側で、かつ凸レンズ2から  $a_2$  (m) 左側(ただし、 $a_2 < f$ ) に { ア } 像ができ、凸レンズ2から  $b_2$  (m) 左側に { オ } 像ができたとする。このとき、物体 AA' に対する { オ } 像の大きさの比(倍率)は  $a_1, a_2, b_1, b_2$  を用いると ケ となる。

問3 (3)において、凸レンズ2を焦点距離  $f'$  ( $\neq f$ ) の凸レンズ2'に変更した。ただし、 $a_2 < f'$  とする。このとき、凸レンズ2'の左側にできる { オ } 像のレンズ2'からの距離を導出過程も示して求めよ。つぎに、その倍率を導出過程も示して求めよ。

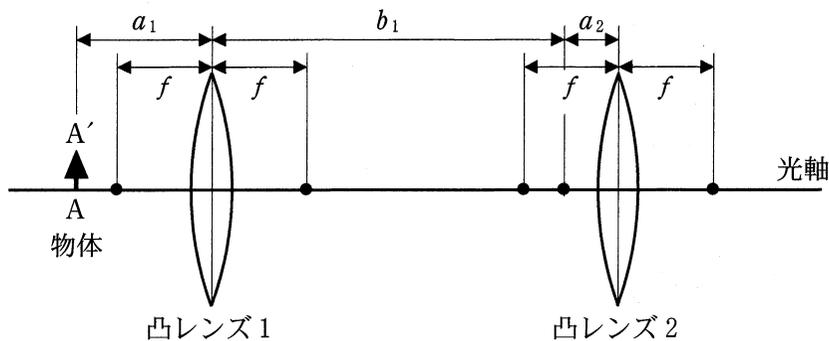


図2

理科の試験問題は次に続く。

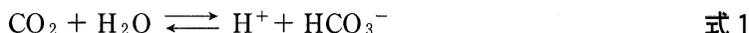
# 化 学

## 化学問題 I

次の文を読んで、問1～問5に答えよ。必要であれば、原子量として  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $O = 16.0$ ,  $S = 32.0$ , また、 $\log_{10} 2 = 0.301$ ,  $\log_{10} 3 = 0.477$  を用いよ。解答の数値は、特に指定がない限り有効数字2桁で示せ。

大気汚染物質の影響がない場合に降る雨の pH は、大気中の二酸化炭素の水への溶解度と二酸化炭素が溶解したあとの電離平衡から求めることができる。

一定の圧力のもとでは、気体の水への溶解度は温度が高くなるほど小さくなる。大気中の二酸化炭素はヘンリーの法則にしたがい、雨水に一定の濃度で溶ける。水に溶けた二酸化炭素は、その一部が水素イオンと炭酸水素イオンに電離する(式1)。



炭酸水素イオンの一部はさらに電離するが、その影響は無視できる。式1の電離定数  $K_a$  は、平衡状態で水に溶解した二酸化炭素のモル濃度を  $[\text{CO}_2(\text{aq})]$ 、水素イオンのモル濃度を  $[\text{H}^+]$ 、炭酸水素イオンのモル濃度を  $[\text{HCO}_3^-]$  とすると、式2で表すことができる。

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2(\text{aq})]} \quad \text{式2}$$

一般に、雨水は大気中に含まれる二酸化炭素の影響を受けて酸性を示す。

酸性雨は、大気中の二酸化炭素と平衡状態の雨水より強い酸性を示す雨と定義されている。酸性雨を引き起こす原因は、主として化石燃料の燃焼によって大気中へと排出された硫黄酸化物や窒素酸化物などの酸性物質である。それらが雨に溶け込むことで酸性雨になる。欧州では酸性雨による湖沼の酸性化が報告されているが、日本の場合、このような酸性化の事例は少ない。

問 1 下線部(a)について、圧力一定で温度を上昇させたとき、気体分子の水への溶解度が小さくなる理由について説明せよ。

問 2 下線部(b)について、温度一定の条件では、雨水に溶ける二酸化炭素の濃度は大気中の二酸化炭素の分圧  $P_{\text{CO}_2}$  [Pa] に比例する。二酸化炭素は、 $30^\circ\text{C}$ 、 $1.000 \times 10^5 \text{ Pa}$  において水 1 L に  $3.130 \times 10^{-2} \text{ mol}$  溶ける。 $30^\circ\text{C}$ 、 $1.000 \times 10^5 \text{ Pa}$  の大気中の雨水に溶けている二酸化炭素のモル濃度を求めよ。解答のモル濃度は有効数字 3 桁で示せ。計算過程も記せ。ただし、大気中の二酸化炭素のモル分率は、 $4.000 \times 10^{-4}$  として考えよ。

問 3 下線部(c)について確認するために、以下の i), ii) に答えよ。

i) 式 2 について、水素イオンのモル濃度  $[\text{H}^+]$  を電離定数  $K_a$  と水に溶解した二酸化炭素のモル濃度  $[\text{CO}_2(\text{aq})]$  を用いて表せ。ただし、 $[\text{H}^+] = [\text{HCO}_3^-]$  として考えよ。

ii) 問 2 で二酸化炭素のモル濃度を求めた雨水の pH を求めよ。計算過程も記せ。電離定数  $K_a$  は、 $4.80 \times 10^{-7} \text{ mol/L}$  とし、水中の  $[\text{CO}_2(\text{aq})]$  は常に一定として計算せよ。

問 4 下線部(d)について、硫黄が燃焼して生じる二酸化硫黄は、さらに酸化されたのちに、最終的に硫酸 ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) となる。以下の i), ii) に答えよ。

i)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  以外の硫黄を含む無機化合物のうち、硫黄原子の酸化数が  $-2$ 、 $+4$ 、 $+6$  となるものをそれぞれ一つずつ化学式で記せ。

ii) 上空にある雨雲(水分量が 1000 L)に  $\text{H}_2\text{SO}_4$  が 1.47 g 溶け込み、雨が降った。この雨水が示す pH を求めよ。計算過程も記せ。ただし、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  は雨水中で完全に電離しているものとし、雨水には  $\text{H}_2\text{SO}_4$  のみが溶解しているものとする。また、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  の体積は無視してよい。

問 5 下線部(e)の要因は、湖水中に含まれている炭酸水素イオンが酸性雨による pH の変化を抑えているためである。例えば、夏の琵琶湖の表層水の pH は 8.0～8.5 程度であり、水中に溶解している二酸化炭素はほとんどが炭酸水素イオンの状態で存在している。 $2.00 \times 10^{-5}$  mol/L の  $\text{H}_2\text{SO}_4$  のみを含む雨が琵琶湖に降ったとき、 $7.20 \times 10^{-4}$  mol/L の炭酸水素イオンが溶けた湖水 1.00 L が中和できる雨水の体積を求めよ。計算過程も記せ。

理科の試験問題は次に続く。

## 化学問題 II

次の文を読んで、問1～問7に答えよ。解答の構造式は図1の例にならって記せ。

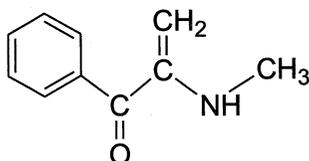


図1 構造式の例

ベンゼンおよびベンゼン環を含む芳香族炭化水素は、私たちの身の回りにある有用な化学物質の重要な原材料である。

フェノールに常温で希硝酸を反応させてニトロ化すると、*o*-位が一ヶ所のみ置換された化合物Aと*p*-位が置換された化合物Bが生成する。このうちBにスズと塩酸を加えて反応させ、生成物を中和すると化合物Cが得られる。最後にCに無水酢酸を反応させると、塩化鉄(III)水溶液で呈色する化合物Dが生成する。Dはアセチルサリチル酸と同様に解熱鎮痛薬として知られている。医薬品として用いられる有機化合物の多くには、鏡像異性体(光学異性体)が存在し、それぞれの鏡像異性体では、人体に与える影響が互いに異なる可能性がある。

ベンゼン環を含む化合物Eは、ポリスチレンの原料として使用されている。Eを硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液で酸化すると、ベンゼン環を含むアルデヒドとともに、還元性を示す化合物Fが生じる。Fはさらに酸化されて水と二酸化炭素に分解される。また、Eを適切な触媒を用いて酸化すると、分子式C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>Oで示される化合物が生じる。

問1 下線部(a)について、ベンゼンとアルケンの構造および反応の特徴を、下の語をすべて用いて説明せよ。

不飽和結合

付加反応

置換反応

問 2 化合物 A ~ D の構造式を記せ。

問 3 フェノールはジエチルエーテルなどの有機溶媒によく溶ける。しかし、フェノールを強塩基の水溶液に溶かすと、分液ろうとを用いてジエチルエーテルで抽出することは難しい。この理由を説明せよ。

問 4 下線部(b)について、次の i), ii) に答えよ。

- i) 図 2 に示す乳酸には一つの不斉炭素原子があり、二つの鏡像異性体が存在する。乳酸の二つの鏡像異性体の構造を図 3 にならって立体的に、鏡像の関係であることがわかるように記せ。図 3 において、実線は化学結合を、点線は四面体構造の辺を表すものとする。

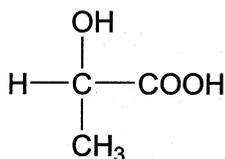


図 2 乳酸の構造式

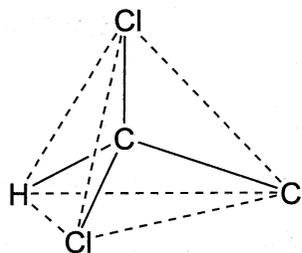


図 3 四面体構造をもつ化合物の立体的な示し方

- ii) 鏡像異性体に関する記述として、適切なものを次の①~④からすべて選び、番号で記せ。
- ① 一对の鏡像異性体において、光に対する性質は異なる。
  - ② 一对の鏡像異性体において、融点、沸点、および密度は、いずれも異なる。
  - ③ すべての  $\alpha$ -アミノ酸には鏡像異性体が存在し、天然には一方の鏡像異性体のみが存在する。
  - ④ 一对の鏡像異性体において味は同じであり、区別できない。

問 5 化合物 E と F の構造式を記せ。

問 6 化合物 E を単量体の一つとする共重合体に ABS 樹脂がある。ABS 樹脂は耐衝撃性に優れ、自動車部品や電気部品として使用されている。この ABS 樹脂は、E とともに、化合物 G と H が付加重合して得られる。図 4 に示すように ABS 樹脂には、G と H がそれぞれ繰り返し結合した構造が含まれる。化合物 G と H の構造式を記せ。

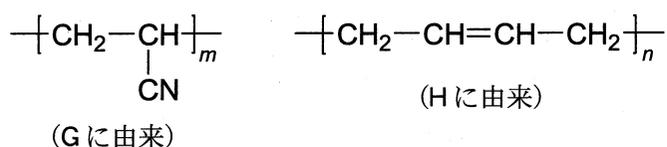


図 4 ABS 樹脂において G と H に由来する繰り返し構造  
(構造式の  $m$  と  $n$  は重合度を表す)

問 7 下線部(c)について、分子式  $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}$  で示される、ベンゼン環をもつ化合物には多くの構造異性体がある。それらのうち、ベンゼン環の部分を除いて不飽和結合が無く、銀鏡反応を示さない一置換ベンゼンの構造式を記せ。なお、一置換ベンゼンとは、ベンゼンの水素原子の一つを別の官能基で置換した化合物である。

理科の試験問題は次に続く。

### 化学問題 III

次の文を読んで、問1～問5に答えよ。必要であれば、原子量としてC = 12.0, O = 16.0を、気体定数として $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ を用いよ。気体はすべて理想気体とする。解答の数値は、有効数字2桁で示せ。

約40億年前の地球の大気の主成分は、二酸化炭素と水(水蒸気)、窒素であったといわれている。<sup>(a)</sup>これらの分子は現在でもなお、地球環境のみならず人類の活動にも重要な役割を果たしている。

例えば、二酸化炭素の固体であるドライアイスは、冷却剤や食品の保冷剤などに用いられている。ドライアイスは、二酸化炭素からなる固体の **ア** 結晶であり、結晶構造は面心立方格子になっている。様々な温度や圧力における二酸化炭素の状態を表した状態図を図1に示している。ドライアイスは大気圧において加熱すると、固体から気体へと変化する。気体の二酸化炭素に圧力を加えていくと、ある温度以上では液体になり、ある温度以下では固体(ドライアイス)になる。例えば、 $-32.0\text{ }^\circ\text{C}$ において気体の二酸化炭素に圧力を加えていくと、ある圧力で液体になる。<sup>(b)</sup> <sup>(c)</sup>このように物質の状態は、温度や圧力により変化するが、ある温度と圧力下では、固体、液体、気体が共存する平衡状態となり、この点は特に **イ** と呼ばれる。

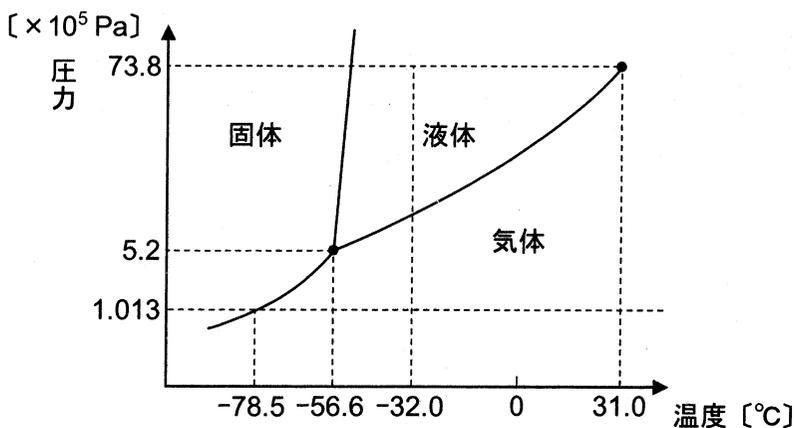


図1 二酸化炭素の状態図

工業的には、ドライアイスは気体の二酸化炭素からではなく、液体の二酸化炭素から製造される。高圧で貯蔵した液体の二酸化炭素を断熱的に大気に放出すると、大量の蒸発熱が奪われ、固体のドライアイスが得られる。

二酸化炭素のように、多くの物質では、気体の物質に圧力を加えると液体になり、さらには固体に変化する。しかし、水の場合、状態変化の挙動が異なる。これは氷特有の水素結合による構造に起因し、氷が水よりも密度が小さいためである。<sup>(d)</sup>

問 1  ,  に適切な語句を記せ。

問 2 下線部(a)について、以下の i), ii) に答えよ。

- i) 二酸化炭素, 水, 窒素それぞれの分子の電子式(点電子式)を図 2 の例にならって解答欄の原子の位置に合わせて記せ。
- ii) 中心原子の周囲にある共有電子対と非共有電子対は、互いに反発し立体的にできるだけ離れようとする。これに基づくと、分子の立体的な形を予想できる。例えば、メタン分子の場合、C—H 結合に使われている 4 組の共有電子対が反発しあうことで、分子の形は図 3 のような正四面体形になる。水分子もメタン同様、4 組の電子対の反発により形を予想できる。化学結合と電子対の位置関係がわかるように、解答欄の補助線を用いて、水分子の立体的な構造を示せ。

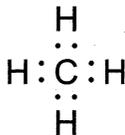


図 2 メタンの電子式

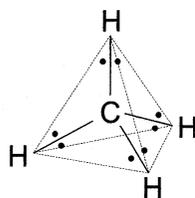


図 3 メタン分子の構造

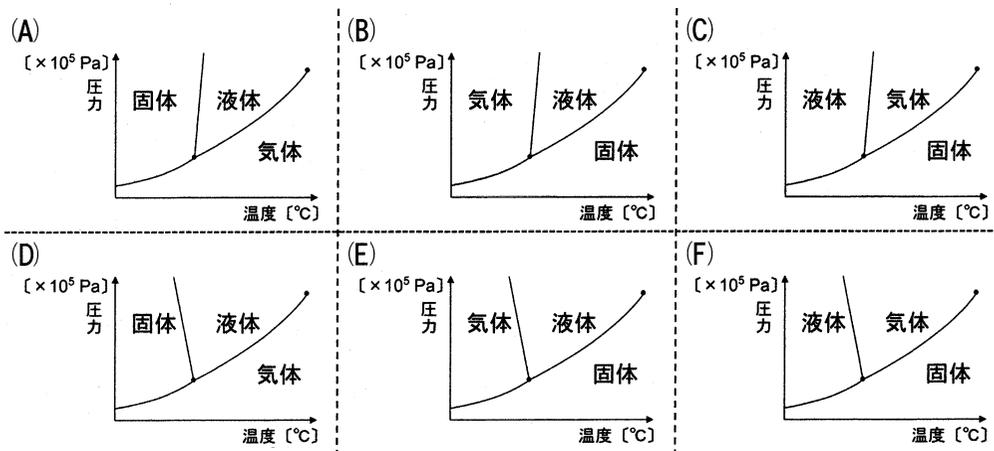
問 3 下線部(b)について、以下の i), ii) に答えよ。

- i) この状態変化を指す最も適切な語句を記せ。
- ii) 標準状態(0℃, 1.013 × 10<sup>5</sup> Pa)においてドライアイスが気体になると体積は何倍に膨張するか求めよ。計算過程も記せ。ただし、ドライアイスの密度は 1.60 g/cm<sup>3</sup> とする。

問 4 下線部(c)について、二酸化炭素に圧力を加えて液化させる実験を行った。摩擦のないピストン付きの密閉容器の中を、気体の二酸化炭素のみで満たした。容器内を加圧すると、温度  $-32.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、圧力  $4.00 \times 10^5\text{ Pa}$  のとき、容積が  $39.0\text{ L}$  であった。温度を一定に保ったまま、さらに加圧すると、ある圧力に達したとき液体が生じた。この液体が生じる直前の容積は  $12.0\text{ L}$  であった。このときの容器内の圧力を求めよ。計算過程も記せ。

問 5 下線部(d)について、水の状態変化について、以下の i) ~ iii) に答えよ。

i) 水の状態図の概形としてふさわしいものを以下の(A)~(F)より選べ。



ii) i) で選んだ状態図を解答欄に作図し、グラフの適切な位置に、 $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$  における  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  の点を記せ。さらに、この点の位置関係がわかるように、図 1 にならってグラフ上に数値と点線を書き入れよ。

iii) 水の固体である氷は、水素原子と酸素原子の間での水素結合によってすき間の多い構造となる。一つの水分子に対して四つの水分子が正四面体形の頂点方向から水素結合で結合している。水分子中の酸素原子に着目すると、四つの酸素原子が正四面体形の頂点に位置し、その中心に一つの水素原子が位置している。氷における、この水分子同士の水素結合の様子を解答欄の補助線を用いて図示せよ。ただし、水分子の共有結合を実線で、水素結合を点線で記せ。

理科の試験問題は次に続く。

## 化学問題 IV

次の文を読んで、問1～問7に答えよ。必要であれば、原子量として  $H = 1.0$ ,  $C = 12.0$ ,  $O = 16.0$ , 気体定数として  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$  を用いよ。解答の数値は、有効数字2桁で示せ。

一般的に分子量が1万をこえるような物質を高分子化合物という。タンパク質やデンプンは自然界に存在する高分子化合物であり、天然高分子化合物に分類される。タンパク質は多数の  $\alpha$ -アミノ酸が結合した構造であり、形状の違いから  タンパク質と  タンパク質に分類される。酵素は生体内で触媒として機能するタンパク質であり、主に水溶性の  タンパク質として存在する。酵素の特徴として、特定の基質と反応することや、高い触媒作用を示す最適 pH をもつことなどがある。酵素は、最適 pH から大きく pH を変化させると、pH を元に戻しても触媒作用を示さなくなることがある。<sup>(a)</sup>

デンプンは水に溶けやすい  と水に溶けにくい  から構成される多糖類である。デンプンに酵素Aとマルターゼを同時に加えて加水分解するとマルトースを経て単糖類のグルコースに変換される。また、グルコースは、酵素のはたらきによって、二酸化炭素とエタノールになる。<sup>(b)</sup><sup>(c)</sup>

比較的大きな分子は通過できず、水のように小さい分子は自由に通過できる膜を半透膜と呼ぶ。半透膜を通過できない分子の水溶液と純水を半透膜で仕切り、放置すると水分子が半透膜を通過して水溶液側に移動する。

問1  ～  に適切な語句、または物質名を記せ。

問2 下線部(a)について、酵素が触媒作用を示さなくなる理由を20字以内で説明せよ。

問 3 下線部(b)について、以下の i), ii) に答えよ。

i) 酵素 A として適切な酵素を下記の選択肢から選び、番号で記せ。

- ① アミラーゼ                      ② リパーゼ                      ③ ラクターゼ

ii) デンプンが加水分解され、グルコースが得られる反応の化学反応式を記せ。

なお、デンプン、グルコースは構造式で記さなくてよい。また、デンプンからマルトースが生成される反応は省略してよい。

問 4 下線部(c)について、グルコースからエタノールと二酸化炭素が得られる反応の化学反応式を記せ。なお、グルコース、エタノールは分子式で記せ。

問 5 下線部(b), (c) について、162 g のデンプンから生成されるエタノールの質量を求めよ。計算過程も記せ。なお、デンプンはすべてエタノールまで分解されたものとする。

問 6 下線部(b)について、以下の i), ii) に答えよ。なお、酵素 A, B, C, およびマルターゼは同じ範囲の温度で触媒活性をもつ。

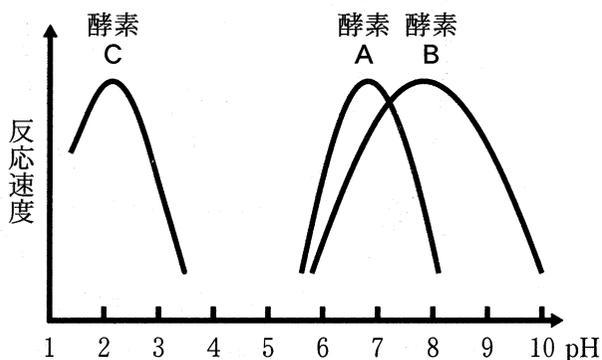


図 1 酵素反応の速度と pH の関係

- i) 図1は酵素A, B, Cの反応速度とpHの関係を示す。デンプンに酵素Aとタンパク質分解酵素である酵素Bを加えると、デンプンの分解効率が明らかに低下した。その理由を説明せよ。なお、反応条件は下線部(b)と同じである。
- ii) デンプンに酵素Aとタンパク質分解酵素である酵素Cを加えると、i)と比較してデンプンの分解反応は進行し、マルトースの生成量が増えた。i)と比べてデンプンの分解反応が進んだ理由を説明せよ。なお、反応条件は下線部(b)と同じである。

問7 図2に示すようにグルコースが通過しない半透膜を用いて実験を行った。グルコース1.00 gを溶解させた水溶液100 mLと、純水100 mLを半透膜で仕切り放置すると、水溶液側の水面が上昇した。水溶液側の水面を上昇させないために必要な圧力[Pa]を求めよ。計算過程も示せ。なお、室温は27℃とする。

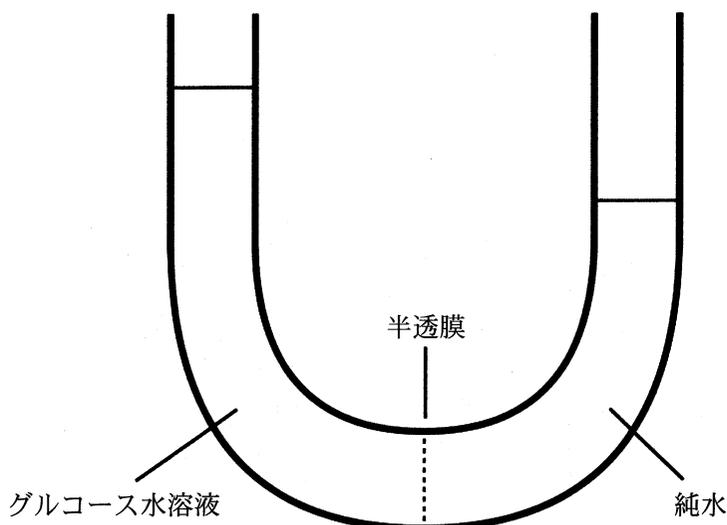


図2 半透膜で仕切ったU字管にグルコース水溶液と純水を入れて平衡に達した状態

理科の試験問題は次に続く。

# 生 物

## 生物問題 I

次の文を読んで、問1～問6に答えよ。

植物プランクトンは光合成を行う生産者として、海や湖などの水圏生態系で重要な役割を果たしている。植物プランクトンは魚貝類等の成長の基礎を担っていて、人間の食料資源の供給に大きく寄与している。しかしながら、人間活動によって富栄養化が進行すると、植物プランクトンが異常増殖し、赤潮やアオコが発生する。赤潮の原因となるプランクトンとアオコの原因となるプランクトンは基本的に異なり、赤潮は真核性の植物プランクトンにより発生する。一方、アオコは原核性のシアノバクテリア(ラン藻)により発生する。

赤潮やアオコの発生により、海や湖全体の酸素濃度が低下することがある。このことは時として魚貝類の大量死をもたらす。特に、大規模な赤潮やアオコが養殖場で発生した場合、その被害は甚大なものになる。近年では、長崎県伊万里湾で赤潮が発生し、トラフグ、クロマグロ等の大量死により数億円以上の被害が生じた。また、有明海や瀬戸内海の内湾域では、植物プランクトンの異常増殖によりノリの色が悪くなる‘色落ち’が生じ、商品としての価値が著しく低下する被害が出ることもある。

さらに、植物プランクトンには高次捕食者(魚類、鳥類、哺乳類)にとって、強い毒となる物質を産生する種が存在する。このような植物プランクトンを、人間を含む高次捕食者が直接摂取しても深刻な被害は生じない。しかしながら、植物プランクトンを摂取した二枚貝が高次捕食者によって摂取されることにより被害が生じる。その被害は深刻で、時として摂取した個体(高次捕食者)が死に至ることもある。

問1 下線部(a)について、解答欄の光合成の化学反応式を完成させよ。

問 2 下線部(a)について、表 1 はある湖沼におけるエネルギー量を栄養段階ごとに数値で示したものである。ア～カに当てはまる数値を答えよ。なおエネルギー効率(%)を求めるに当たって、生態系に入射した太陽の光エネルギー量は  $499262 \text{ J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{年})$  とし、すべて四捨五入して小数点第二位まで求めよ。

表 1 ある湖沼におけるエネルギー収支(単位  $\text{J}/(\text{cm}^2 \cdot \text{年})$ )とエネルギー効率(%)

栄養段階	総生産量	純生産量	呼吸量	被食量	枯死量, 死滅量	不消化排出量	成長量	エネルギー効率(%)
生産者	130	105	イ	75	15	/	15	エ
一次消費者	64	57	7	32	5	11	ウ	オ
二次消費者	ア	23	6	3	5	3	15	カ

総生産量の欄の一次消費者と二次消費者の数値は、その栄養段階の同化量を示す。  
純生産量の欄の一次消費者と二次消費者の数値は、その栄養段階の生産量を示す。

問 3 下線部(b)について説明している下記の A～E のうち、誤りを含むものを一つ選べ。

- A 赤潮の原因となるプランクトンの中には、動物プランクトンや魚類のエサとして有用な種がある。
- B 植物プランクトンが豊富に存在する海域は一般的に漁獲量が多い。
- C 日本では、下水設備整備などにより赤潮発生件数が近年減少している海域や湖が多い。
- D 植物プランクトンの異常増殖により沈水植物の生育が悪くなることがある。
- E アサリ等の二枚貝は海底を攪はんするため赤潮の発生に寄与する。

問 4 下線部(c)について、酸素濃度がなぜ低下するのか、理由を一つ考え簡潔に答えよ。

問 5 下線部(d)について、ノリの色が悪くなる理由を一つ考え簡潔に答えよ。

問 6 下線部(e)について、このように食物連鎖によってある物質が高次捕食者に大量に蓄積することをなんというか、答えよ。

## 生物問題 II

次の文〔I〕と〔II〕を読んで、問1～問7に答えよ。

### 〔I〕

遺伝情報を担うDNAは、相補的な2本のヌクレオチド鎖からなる。ヌクレオチドはリン酸、糖、塩基から構成される。DNAを構成する塩基には、アデニン(A)、グアニン(G)、チミン(T)、シトシン(C)の4種類がある。

細胞が分裂するときには、基本的にまったく同一の塩基配列からなるDNAが複製される。DNAの複製では、相補的な2本のヌクレオチド鎖が、両方とも鋳型となる。DNAが複製される際には、によって特定の塩基配列の部分で、塩基間の水素結合が切断されて開裂し、部分的に1本鎖のヌクレオチド鎖となる。それぞれのヌクレオチド鎖を鋳型として、相補的な塩基をもったヌクレオチドをのはたらきによって結合していく。ヌクレオチド鎖の合成には方向性があり、5'末端から3'末端の方向に進行する。2本鎖のDNAが開かれていく方向と同じ方向に合成される鎖をといい、それとは逆の方向に合成される鎖をと呼ぶ。こうして複製されたDNAの一方のヌクレオチド鎖は、もとのDNAのヌクレオチド鎖がそのまま受け継がれる。

真核生物のDNAは、ヒストンなどのタンパク質と結合して、ヌクレオソームを形成している。ヌクレオソームのつながりは折りたたまれた状態(クロマチン)で存在しているため、そのままではが結合できず、転写が起こらない。折りたたまれたクロマチンがゆるむとが基本転写因子とよばれる複数のタンパク質と転写複合体を形成し、特定の塩基配列に結合することによって転写が開始される。

問1 文中の～に適切な語句を入れよ。ただし、,  
, には酵素名を入れよ。

問2 下線部(a)について、ヌクレオチド鎖の塩基配列が5'-ATTGCCTG-3'であった場合、相補的なもう一方のヌクレオチド鎖の塩基配列を答えよ。

問 3 下線部(b)について、あるゲノム DNA の塩基の割合のうちグアニンが 28.3 % であった場合、アデニンは何%になるか、答えよ。

問 4 下線部(c)について、 では DNA の開裂方向と逆向きに新しい DNA が合成されるため、 のように連続的に合成することができない。以下の語句をすべて用いて、 での DNA 合成のしくみを述べよ。語句は何度用いてもよい。

DNA リガーゼ      岡崎      ヌクレオチド鎖

問 5 下線部(d)について、このような複製方式をなんと呼ぶか、答えよ。

## [II]

原核生物では、機能的に関連性のある複数の遺伝子が隣りあって存在し、同時に発現することがある。このような遺伝子群をオペロンという。原核生物の遺伝子発現と機能を解析するため以下の実験を行った。

### 実験材料

遺伝子 X と遺伝子 Z をもつプラスミド(プラスミド XZ)

遺伝子 Y と遺伝子 Z をもつプラスミド(プラスミド YZ)

LB 寒天培地

LB/Amp 寒天培地(抗生物質であるアンピシリンを加えた LB 寒天培地)

X-gal( $\beta$ -ガラクトシダーゼによって分解されると青色の物質を生じる)

IPTG(ラクトースオペロンの発現を誘導する)

大腸菌(*E. coli*, ラクトースを分解・合成する酵素をつくれな)にプラスミド XZ もしくはプラスミド YZ を導入し、大腸菌増殖用培地中で培養した。同様に、プラスミドを導入しない大腸菌も培養した。これら 3 種類の大腸菌培養液の一部を、LB 寒天培地、LB/Amp 寒天培地もしくは X-gal と IPTG を加えた LB/Amp 寒天培地に植

菌し、37℃で一晩培養した(表1(A)~(G)の実験条件)。翌日、自然光もしくは紫外線を照射してコロニーの様子を観察した。

なお、プラスミドXZおよびYZは、ラクトースオペロンの調節遺伝子、プロモーターおよびオペレーターを持ち、遺伝子XとYの発現はこれらの働きにより調節されている。遺伝子Zは、プラスミドXZおよびプラスミドYZを大腸菌に導入すると速やかに発現し、機能する。

表1 実験条件と実験結果

実 験 条 件			実 験 結 果	
	導入した プラスミド	寒天培地	自 然 光	紫外線照射
(A)	なし	LB寒天培地	多数の白いコロニー	コロニーの色は変化せず
(B)	なし	LB/Amp寒天培地	コロニーなし	コロニーなし
(C)	なし	LB/Amp寒天培地 X-gal・IPTG添加	コロニーなし	コロニーなし
(D)	XZ	LB/Amp寒天培地	少数の白いコロニー	コロニーの色は変化せず
(E)	XZ	LB/Amp寒天培地 X-gal・IPTG添加	少数の青いコロニー	コロニーの色は変化せず
(F)	YZ	LB/Amp寒天培地	少数の白いコロニー	コロニーの色は変化せず
(G)	YZ	LB/Amp寒天培地 X-gal・IPTG添加	少数の白いコロニー	コロニーが緑色に光った

問 6 表 1 の実験条件と実験結果について、以下の(1), (2)に答えよ。

- (1) 遺伝子 X, Y, Z の名称を答えよ。または、遺伝子 X, Y, Z から発現するタンパク質名もしくは機能を答えよ。
- (2) 表 1 中の(A)と(B)の実験を行った理由を簡潔に述べよ。

問 7 真核生物の遺伝子発現の調節は、mRNA の合成量の調節によって行われる場合が多い。一方で、特定の mRNA の一部と同じ塩基配列をもつ短い 2 本鎖 RNA を細胞内に導入すると、合成された mRNA が分解され、特定の遺伝子の機能を阻害することができる。このような現象もしくは方法の名称を答えよ。

### 生物問題 III

次の文を読んで、問1～問7に答えよ。

陸上には、森林や草原などのさまざまな植生がみられる。植生は環境要因によって大きく影響され、植生の外観上の様相は **ア** と呼ばれる。植物のうちで最も量的な割合が高い種のことを **イ** と呼び、 **ア** を決定づける種となっている。森林の構造を見てみると、 **ウ** と呼ばれる森林の最上部から **エ** と呼ばれる地表に近い部分まで、さまざまな植物が存在する。比較的日当たりの良い場所に生育する植物を陽生植物、 **エ** など弱い光の場所に生育する植物を陰生植物という。森林では陽樹と陰樹が存在し、はじめに陽樹林が形成されて最終的には陰樹林へと変化する。ただし、陰樹林でも陽樹は生育し、絶滅することはない。

植生は常に変化<sup>(a)</sup>(遷移)していて、そのはじまりの状態によって、一次遷移と二次遷移<sup>(b)</sup>に分けられる。遷移の初期段階で侵入する植物は **オ** と呼ばれ、地衣類、コケ類、草本植物がこれにあたる。遷移が進むと最終的に構成種が大きく変化しない状態になる。このような状態の森林を **カ** という。

地球上では様々な環境に適応した植物や動物がある程度の集団を形成している。このような集団をバイオームという。バイオームの成立にはその地域の年平均気温と年降水量が関連している(図1)。<sup>(c)</sup>

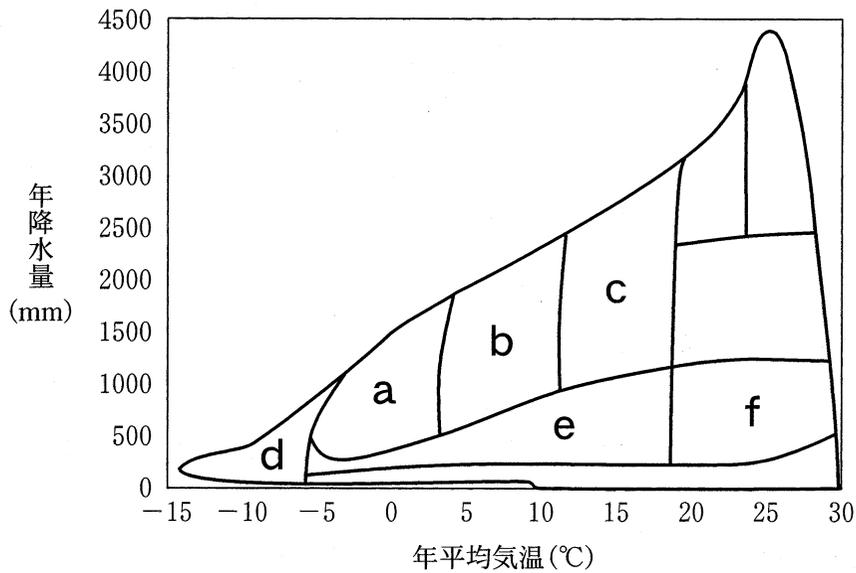


図1 気候とバイオームの関係

問 1 文中の **ア** ~ **カ** に適切な語句を入れよ。

問 2 下に示した図 2 は、陽生植物の二酸化炭素吸収速度と光の強さの関係を示している。陰生植物の二酸化炭素吸収速度と光の強さの関係を解答欄のグラフに描き加えよ。さらに、陰生植物の光補償点を矢印で示せ。

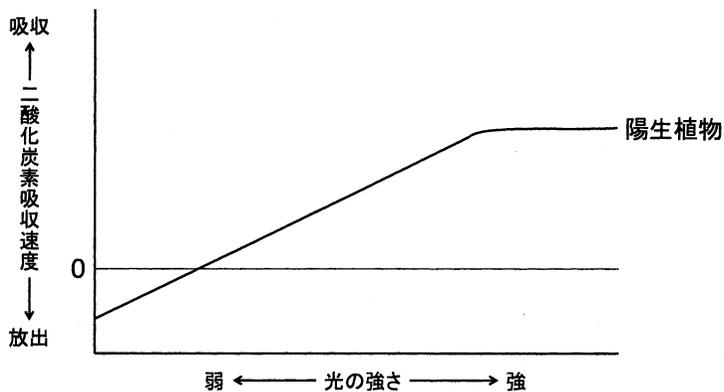


図 2 二酸化炭素吸収速度と光の強さの関係

問 3 陰生植物が陽生植物よりも生育に有利である光の強さの範囲が存在する。問 2 で作成したグラフを参考にして、その範囲を簡潔に説明せよ。

問 4 下線(a)について、その理由を簡潔に説明せよ。

問 5 下線(b)について、一次遷移と二次遷移に分けてその特徴を、はじまりの状態や植生の遷移の仕方と関連させて簡潔に説明せよ。

問 6 下線(c)について、図 1 の a ~ f のバイオームの名称をそれぞれ答えよ。

問 7 図 1 の d ~ f のバイオームについて、それぞれの気候帯に分布し、どのような植生を示すのか簡潔に答えよ。

理科の試験問題は次に続く。

## 生物問題 IV

次の文を読んで、問1～問6に答えよ。

細胞には核をもつ真核細胞と、核をもたない原核細胞がある。ヒトを含む動物や植物のように真核細胞で構成される生物を真核生物、細菌や **ア** のように原核細胞から構成される生物は原核生物と呼ばれる。すべての細胞には共通した構造体があるが、植物細胞がもつ特徴的な構造体として光合成を行う葉緑体、細胞の保護や形を保持する役割のある **イ**、**イ** を貫いて隣接する細胞とつながる **ウ** がある。

細胞の中ではさまざまな化学反応が起きていて、この反応は酵素により効率的に行われている。酵素の反応速度は温度、pH、補酵素など多くの要因によって調節されている。

細胞内で合成されたタンパク質には、細胞内で働くものもあれば、細胞外に分泌されて機能するものもある。

問1 文中の **ア** ～ **ウ** に適切な語句を入れよ。

問2 真核細胞と原核細胞の両方に存在する構造体を次の中からすべて選び、記号で答えよ。

- A リボソーム
- B 細胞膜
- C 核膜
- D 核膜孔

問 3 下線部(a)について、葉緑体とミトコンドリアはATPを合成するという共通の役割をもっているが、構造上の特徴にも共通点がある。葉緑体とミトコンドリアに共通する構造上の特徴を二つ答えよ。

問 4 下線部(b)について、以下の文を読んで問いに答えよ。

一般に温度、pHなどの条件が適切で酵素濃度が一定のとき、酵素の反応速度は、基質濃度に比例して増加し、やがて反応速度は一定となりそれ以上増加しなくなる。一方、基質以外の物質が酵素に結合し、酵素の反応速度を低下させる場合がある。その中でも、酵素の活性部位に結合して酵素の働きを阻害する作用を **エ** と呼ぶ。

- (1) **エ** に適切な語句を入れよ。
- (2) 図1の実線は酵素反応速度と基質濃度の関係を表している。**エ** を引き起こす物質が反応液中に存在するとき、グラフはどのように変化すると予想されるか。①～③の点線から一つ選び、そのように考えた理由を簡潔に答えよ。

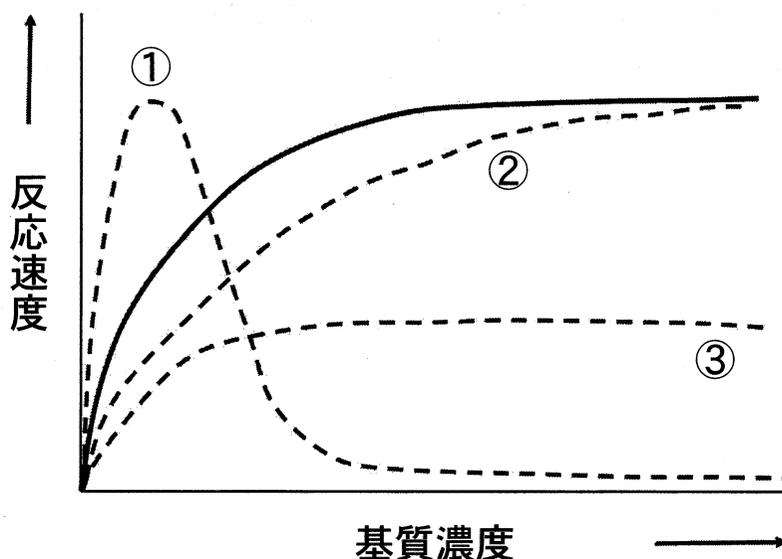


図1 酵素反応と基質濃度の関係

問 5 下線部(b)について、酵母がもつ酵素 A の性質を調べるために、酵母の無細胞抽出液(すりつぶした酵母のしぼり汁)から溶液ア～オを作製した。それぞれの溶液単独では酵素 A の活性を示さなかったが、これらのうち二つを組み合わせると酵素 A の活性を示した。ただし、半透膜はタンパク質などの大きな分子は通さないが、比較的小さい物質は通すことができる膜とする。

- ア 無細胞抽出液を加熱処理したもの
- イ 無細胞抽出液を半透膜の袋に入れ流水中に浸した内液
- ウ 無細胞抽出液を半透膜の袋に入れ流水中に浸した外液を濃縮した溶液
- エ イを加熱処理した溶液
- オ ウを加熱処理した溶液

- (1) アの溶液単独では酵素活性を示さない理由を簡潔に答えよ。
- (2) 酵素活性を示すと考えられるア～オの溶液の二つの組み合わせをすべて選び、記号で答えよ。

問 6 下線部(c)について以下の問いに答えよ。

- (1) 細胞外に分泌されて働くタンパク質の多くは、分泌される前に糖鎖の付加や濃縮などの処理を受ける。この処理を行う細胞内構造体の名称を答えよ。
- (2) (1)の構造体から生じるリソソームの働きについて簡潔に答えよ。

1 ページ 物理問題 I 下から2行目から

(誤)  $h_1$  は  $m, g, v_0, \theta$  を用いて



(正)  $h_1$  は  $m, g, v_0, \theta$  のうち必要なものを用いて

39 ページ 生物問題IV 問5 (2)

(誤) 酵素活性を示すと考えられるア～オの溶液の二つの組み合わせをすべて選び、記号で答えよ。



(正) 酵素活性を示すア～オの溶液の二つの組み合わせは3通りであった。その組み合わせをすべて選び、記号で答えよ。