

[問題訂正]

教科・科目名 (生物基礎・生物)

19頁 問3 (i) 誤字の修正。 上から5行目・6行目

誤) . . . 無髓神経線維、有髓神経線維

正) . . . 無髓神経纖維、有髓神経纖維

令和 7 年度入学者選抜学力検査問題
〈前期日程〉

理 科

(医学部 医学科)

科 目	頁 数
物 理 基 礎 ・ 物 理	2 頁 ～ 9 頁
化 学 基 礎 ・ 化 学	10 頁 ～ 17 頁
生 物 基 礎 ・ 生 物	18 頁 ～ 25 頁

注 意 事 項 I

この冊子には物理、化学、生物の問題がのっている。そこから 2 科目を選択し、解答すること。

注 意 事 項 II

- 1 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開いてはいけない。
- 2 試験開始の合図のあとで問題冊子の頁数を確認すること。
- 3 解答にかかる前に必ず受験番号を解答用紙に記入すること。
- 4 解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入すること。
所定の欄以外に記入したものは無効である。
- 5 問題冊子は持ち帰ってよい。

(このページは空白)

物理基礎・物理

1 滑らかな水平面上で運動している質量 M [kg] の小物体 A と質量 m [kg] ($M \geq m$) の小物体 B を上から観察する。小物体自体の回転の影響や、小物体と水平面の摩擦、空気抵抗、重力の影響は無視できるものとする。また、小物体 A と小物体 B には衝突の瞬間だけ力が働くものとする。

図 1 に示すように直交する x 軸と y 軸をとる。小物体 A は x 軸の正方向に速さ V_0 [m/s] で運動している。静止している小物体 B に小物体 A が 完全非弾性衝突 したときの運動を考える。衝突後、小物体 A と小物体 B は一体となって質量が $M + m$ の小物体 C となり、速さ V_1 [m/s] で x 軸の正方向に運動する。衝突前の小物体 A と小物体 B がもつ運動エネルギーの合計と、衝突後の小物体 C の運動エネルギーの差を Q [J] ($Q > 0$) とする。このとき、以下の問 1～問 3 に答えよ。

問 1 衝突前後の x 軸方向の運動量保存則を表す式を、 M, m, V_0, V_1 の中から必要な記号を用いて表せ。さらに、衝突後の速さ V_1 を、 M, m, V_0 の中から必要な記号を用いて表せ。

問 2 問 1 の結果を用いて、エネルギー Q を、 M, m, V_0 の中から必要な記号を用いて表せ。

問 3 エネルギー Q は、どのような種類のエネルギーになっていると考えられるか。具体例を 1 つ挙げよ。

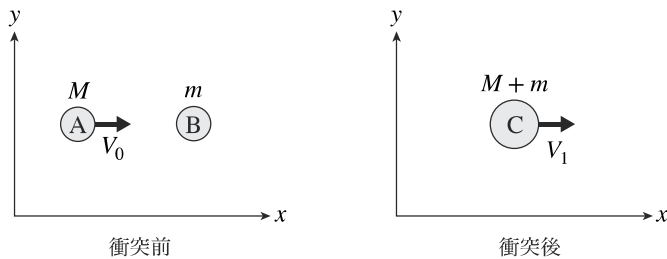


図 1

図2に示すように直交する x 軸と y 軸をとる。 x 軸の正方向に速さ V_0 で運動している質量 M の小物体 A が、静止している質量 m の小物体 B に弾性衝突（運動エネルギーと運動量が保存する衝突）をしたときの運動を考える。衝突後、小物体 A は速さ V_2 [m/s]、小物体 B は速さ U_2 [m/s] ($U_2 \neq 0$) で x 軸の正方向に運動する。このとき、以下の問4と問5に答えよ。

問4 衝突前後のエネルギー保存則と x 軸方向の運動量保存則を表す式を、 M, m, V_0, V_2, U_2 の中から必要な記号を用いて表せ。

問5 問4の結果を用いて、衝突後の小物体 A の速さ V_2 と小物体 B の速さ U_2 を、 M, m, V_0 の中から必要な記号を用いて表せ。必要であれば次の公式を用いてよい。

$$ax^2 + bx + c = 0 \text{ かつ } a \neq 0 \text{ のとき, } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

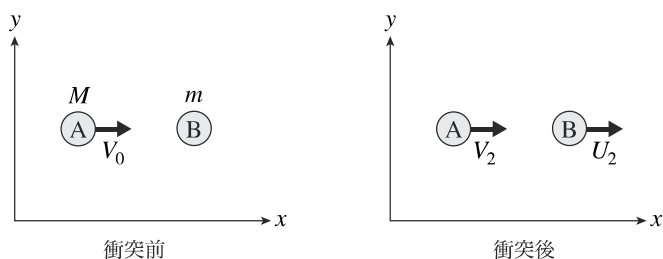


図2

図3に示すように直交する x 軸と y 軸をとる。 x 軸の正方向に速さ V_0 で運動している質量 M の小物体 A が、静止している質量 m の小物体 B に弾性衝突（運動エネルギーと運動量が保存する衝突）をし、小物体 A は x 軸の正方向から反時計回りで角度 θ $^{\circ}$ ($0 < \theta < 90^{\circ}$) 方向に速さ V_3 [m/s] で運動し、小物体 B は x 軸の正方向から時計回りで角度 ϕ $^{\circ}$ ($0 < \phi < 90^{\circ}$) 方向に速さ U_3 [m/s] で運動する場合を考える。衝突前から衝突の瞬間までの小物体を破線の円、衝突後の小物体を実線の円で示す。衝突の際、小物体間に生じる摩擦は無視できるものとする。このとき、以下の問6と問7に答えよ。

問6 衝突前後のエネルギー保存則、 x 軸方向の運動量保存則、 y 軸方向の運動量保存則を表す式を、 $M, m, V_0, V_3, U_3, \theta, \phi$ の中から必要な記号を用いて表せ。

問7 衝突後の小物体 A と小物体 B の速度ベクトルのなす角は直角だった ($\theta + \phi = 90^{\circ}$)。このとき、小物体 B の質量 m を、 M を用いて表せ。必要であれば次の公式を用いてよい。

$$\sin(90^{\circ} - \phi) = \cos \phi, \quad \cos(90^{\circ} - \phi) = \sin \phi, \quad \sin(\theta + \phi) = \sin \theta \cos \phi + \cos \theta \sin \phi$$

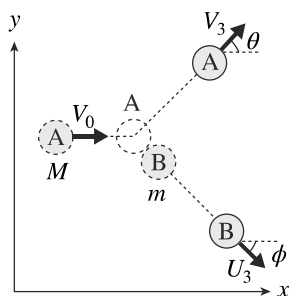


図3

(このページは空白)

2 人類の「光」への興味は、人類の知的探求の歴史とともにある。科学者は、光の正体を探索する苦闘を続け、新たな現象を発見し、新たな法則を解明してきた。その歴史を概観しよう。

「光」の正体解明について、17世紀末のホイヘンスによる研究が特筆される。ホイヘンスは「光は波である」という考えに基づいて、光に関わる現象を説明した。18世紀初頭、ニュートンは「光は粒子である」という議論を展開した。その後、「光は波か粒子か」という問題について論争が展開された。

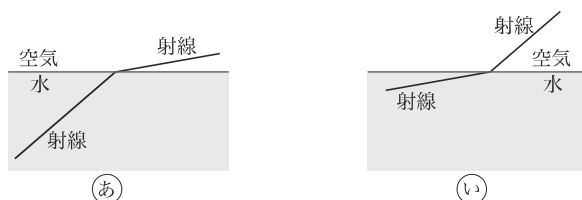
a) 光が空気と水の境界を通過すると屈折する。ホイヘンスは、空気中での光の波の速さが水中より速いとして、この現象を説明し、ニュートンは、水中での光の粒子の速さが空気中より速いとして説明を試みた。 b) ヤングは、太陽光を小さな穴に通し、その光を2つのスリットに照射し、スリットを通過した光が (ア) を作ることを示し、「光は波である」ことを検証した。しかし、「空気中の光の速さと水中の光の速さの関係」については決着していなかった。

19世紀半ば、c) フーコーは、図4(9ページ)のような高速回転する鏡を使った実験装置を用いて、水と空気を伝わる光の速さの違いを測定した。フーコーの結果は、屈折現象から予想されていた光の速さと一致するもので、光は波であることを数値的に明らかにした。

19世紀末、レントゲンが極めて透過性の高いX線を発見し、放射線および素粒子の発見へと門戸を開いた。20世紀になり、アインシュタインは、光電効果を理解するためには、光は「粒子の性質」をもつことが必要であると指摘した。その後、X線はエネルギーの大きな電磁波であることが判明し、d) X線が波の性質とともに、粒子の性質をもつことが明らかになった。

空気中の光の速さを c [m/s]、水中の光の速さを c' [m/s] として、以下の問いに答えよ。

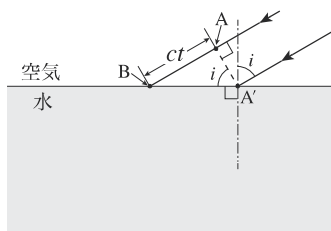
問1 下線部 a) について、「光が空気中から水中へ進行する場合」と「光が水中から空気中へ進行する場合」について、光が進む向き（射線）はどのようなになるか、下図から、それぞれの場合について、㊸か㊹を選択せよ。



空気中と水中を進む光の射線の選択肢
射線に矢印は付けていない。

問2 下線部 a) についての問いである。「光が空気中から水中へ進む場合」について、ホイヘンスの考え方に基づいて屈折現象を説明し、 $c > c'$ であるとして入射角 i [rad] と屈折角 r [rad] の大小関係を示せ。

解答欄には、空気中を進む光が入射角 i で、水面に向かっていている場合について、説明の前半が書かれている。解答欄には下図と同じ図が描かれているので、必要な線や記号などを書き入れ、屈折角を r として説明の後半を完成させよ。



解答欄に描かれている図

問3 下線部 b) について、(ア) に入る適切な語句を答えよ。

問4 下線部 d) について、X 線が「波の性質」をもつことは X 線回折の観測によって確認された。

「粒子の性質」を表す用語について、適切なものを以下の選択肢からひとつ選び、㊸～㊹で答えよ。

- ㊸ コンプトン効果 ㊹ フランク・ヘルツの実験 ㊺ リュードベリ定数

下線部 c) について考える。以下は、フーコーの実験の説明とフーコーが用いた装置の概念図 (図 4) である。なお、簡単のために、光は図 4 の紙面内だけを進むものとし、すべての反射は光の射線と鏡の角度によって決まり (反射の法則)、反射の前後で光の速さは変わらないものとする。

- C を通り紙面に垂直な直線を回転軸として、平面鏡が時計まわりに、図 4(a) と (b) の

$$\cdots \rightarrow \textcircled{1} \rightarrow \textcircled{2} \rightarrow \textcircled{3} \rightarrow \textcircled{4} \rightarrow \textcircled{1} \rightarrow \textcircled{2} \rightarrow \cdots$$

のように角速度 ω [rad/s] で回転する (「回転する鏡」)。

- M_1, M'_1, M_2 は「球面鏡」で、C を中心とする半径 R [m] の球面の一部を凹面鏡としたものである。紙面上で球面は図 4 の円で示されている。
- 直線 CM_2 上 (図 4(b)) を進む光が、一部、水中を通過するように、長さ L [m] ($L < R$) の水槽が設置されて、静止している。水槽以外、光は空気中を通過する。水槽の容器の影響や物質の境界での屈折などは考えなくてよい。
- 図 4(a) の場合、光は光源 S から入射し、「回転する鏡」上の C と「球面鏡」 M_1 で反射し

$$S \rightarrow \textcircled{1} \text{ 上の } C \rightarrow M_1 \rightarrow \textcircled{2} \text{ 上の } C \rightarrow A$$

と進み、点 A で観測される。光は空気中のみを進む。

- 図 4(b) の場合、光は光源 S から入射し、「回転する鏡」上の C と「球面鏡」 M_2 で反射し

$$S \rightarrow \textcircled{3} \text{ 上の } C \rightarrow M_2 \rightarrow \textcircled{4} \text{ 上の } C \rightarrow W$$

と進み、点 W で観測される。 $C \rightarrow M_2 \rightarrow C$ では、光は距離 $2L$ の水中と距離 $2(R - L)$ の空気中を進む。

- 入射した光が、C で反射して再び C に戻る間に、「回転する鏡」の角度が変化する。図 4(a) で①から②の角度の変化を θ [rad] とし、図 4(b) で③から④の角度の変化を $\theta \times (1 + \delta)$ [rad] とする。

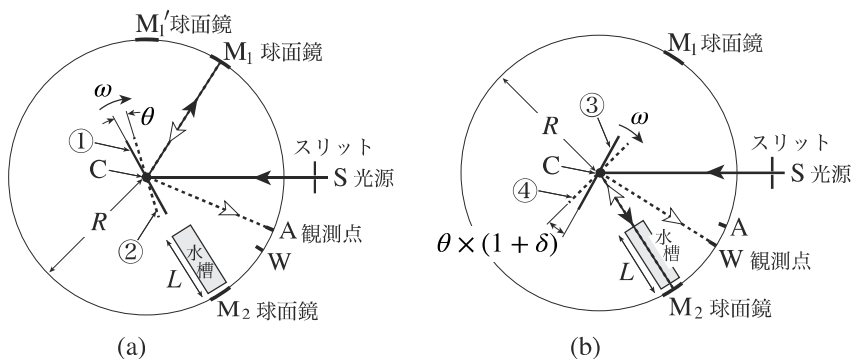
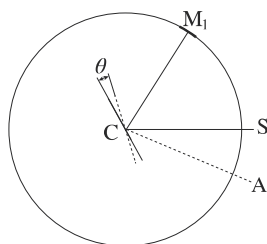


図 4: フーコーが用いた装置の概念図

①～④は平面鏡 (「回転する鏡」) を表す。

フーコーの実験について、以下の問 5～問 9 に答えよ。

問 5 図 4(a) の M_1 で反射する光について考えて、 $\angle SCA$ の大きさを θ で表せ。解答欄には下図と同じ図が描かれているので、記号や補助線を書き足して説明に用いてもよい。



解答欄に描かれている図

問 6 図 4(a) における $C \rightarrow M_1' \rightarrow C$ を光が進む場合も、光が観測される位置は点 A であることを、問 5 の $\angle SCA$ の結果を用いて説明せよ。

問 7 光が $C \rightarrow M_1 \rightarrow C$ を進む時間 T [s] と $C \rightarrow M_2 \rightarrow C$ を進む時間 T' [s] を、 R, L, c, c' の中から必要なものを用いて表せ。

問 8 「回転する鏡」が一定の角速度 ω で回転しているものとして、空気中と水中の光の速さの比 $\frac{c}{c'}$ を、問 7 の結果を用いて、 R, L, δ の中から必要なものを用いて表せ。

問 9 $R = 4$ m, $L = 2$ m で測定すると $\delta = \frac{1}{6}$ となったとする。問 8 の結果を用いて、水の真空中に対する屈折率として最も適切な値を下の選択肢から選び、㉞～㉟で答えよ。なお、空気sの真空中に対する屈折率を 1 とし、計算過程を明記すること。

㉞ 0.8

㉟ 1.0

㊱ 1.3

化学基礎・化学

1 次の化学反応速度に関する文章を読み、以下の問1～5に答えなさい。

反応速度式は、反応速度 v と各反応物(X, Y, …)の濃度([X], [Y], …)の関係を表したもので、実験によって求められる。一般的に、反応速度式は、 $v = k[X]^a[Y]^b \cdots$ のように表され、その反応速度式中の k を反応速度定数、各反応物の濃度の指数の総和($a + b + \cdots$)を反応次数、とそれぞれ定義している。例えば、実験結果から過酸化水素 H_2O_2 の分解速度 v は、 $v = k[H_2O_2]$ という H_2O_2 の濃度の一次の反応速度式で表されるので、 H_2O_2 の分解反応は**一次反応**と呼ばれる。また、ヨウ化水素 HI の分解速度 v は、 $v = k[HI]^2$ という HI の濃度の二次の反応速度式で表されるので、 HI の分解反応は**二次反応**と呼ばれることになる。反応次数は、化学反応の種類により様々であるが、ここでは**一次反応**の特徴についてさらに詳しく調べることにする。

$A \rightarrow B$ で表される**一次反応**で、時刻 t から時刻 $(t + \Delta t)$ の間における反応物 A の濃度変化を $\Delta[A]$ とすると、 Δt の間の平均反応速度 $v_{\text{平均}}$ は、次の(1)式で表される。

$$v_{\text{平均}} = - \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \quad \cdots \cdots (1)$$

(1)式で、 Δt を限りなく **0 (ゼロ)** に近づけることにより、 $v_{\text{平均}}$ は、 t における v となるので、次の(2)式が得られる。

$$\begin{aligned} v &= - \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} \\ &= - \frac{d[A]}{dt} \quad \left(\frac{d[A]}{dt} : \text{微分係数} \right) \quad \cdots \cdots (2) \end{aligned}$$

また、**一次反応**であることから、 v は $[A]$ の1乗に比例するので、(2)式は、次の(3)式のように表される。

$$v = - \frac{d[A]}{dt} = k[A] \quad (k : \text{反応速度定数}) \quad \cdots \cdots (3)$$

この(3)式の後半部の等式を移項変形すると次の(4)式が得られる。

$$\frac{1}{[A]} d[A] = -k dt \quad \cdots \cdots (4)$$

この(4)式を積分すると、次の(5)式が得られる。

$$\log_e [A] = -kt + C \quad (C : \text{積分定数}) \quad \cdots \cdots (5)$$

この(5)式において、 A の初濃度($t = 0$ のときの濃度)を $[A]_0$ とすると、 $\log_e [A]_0 = \boxed{\text{ア}}$ となる。また、(5)式は、次の(6)式のように変形できる。

$$\log_e (\boxed{\text{イ}}) = - \boxed{\text{ウ}} t \quad \cdots \cdots (6)$$

ここで、反応物の濃度 $[A]$ が初濃度 $[A]_0$ の半分 (0.5 倍) になる時間 (半減期) を $t_{0.5}$ とすると、(6)式は次の(7)式ようになる。

$$\log_e(\boxed{\text{エ}}) = -\boxed{\text{ウ}} t_{0.5} \quad \dots\dots(7)$$

(7)式より、最終的に次の(8)式が求められる。

$$t_{0.5} = \frac{0.693}{\boxed{\text{ウ}}} \quad \dots\dots(8)$$

問 1 $\boxed{\text{ア}} \sim \boxed{\text{エ}}$ にあてはまる数、記号、数式などを答えなさい。

問 2 本一次反応において、ある温度で反応物 A の初濃度 $[A]_0$ を 0.80 mol/L に設定して実際に反応を開始した。その後、反応物 A の濃度 $[A]$ が 0.40 mol/L になるまでに 10 分間を要した。この反応の反応速度定数 k を有効数字 2 けたで求めなさい。また、求める過程の計算式と単位も記しなさい。

問 3 問 2 で、はじめの 10 分からさらに 10 分が経過した時、すなわち反応開始から 20 分後の反応物 A の濃度 $[A]$ を有効数字 2 けたで求めなさい。また、同様に反応開始から 30 分後の反応物 A の濃度 $[A]$ も求めなさい。

問 4 本一次反応における反応物 A の濃度 $[A]$ (縦軸) と反応時間 t (横軸) の関係について、問 2 の反応物 A の濃度の値と問 3 で求めた濃度の値を解答用紙中の図 1 にプロット (●) し、実線で描きなさい。なお、プロットや実線などはフリーハンドで記しなさい。

問 5 問 4 で作図した図 1 を基に、一次反応の特徴を以下のキーワードを用いて 50 ～ 100 字程度で説明しなさい。
キーワード：半減期 $t_{0.5}$ 、反応速度定数 k 、初濃度 $[A]_0$

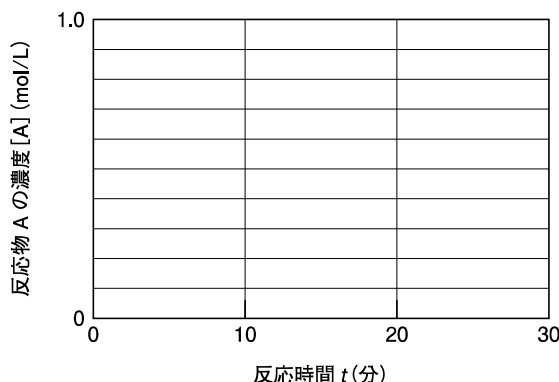


図 1 反応物 A の濃度 $[A]$ と反応時間 t の関係

2 次の文章を読み、問 1～4 に答えなさい。必要ならば、次の数値を用いなさい。

原子量 $\text{Ag} = 108$, ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

元素の周期表において 1, 2 族と 13～18 族の元素を ア, 3～12 族の元素を イ という。ア では、原子番号の増加とともに ウ の数が規則的に変化するので周期律をはっきりと示す。一方、イ では原子番号が増加しても ウ の数があまり変化しないため、周期表でとなりあう元素の性質も似ていることが多い。なお、12 族の元素は必ずしも イ に含まれるとは限らない。

銀 Ag は、塩酸や希硫酸には溶けないが、硝酸や熱濃硫酸には反応して溶ける。無色の硝酸銀水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を少量加えると褐色の化合物の沈殿が生じる。この沈殿を取り出して過剰のアンモニア水を加えると、沈殿が溶けて無色の溶液となる。_(A)

一方、硝酸銀水溶液に白金電極を用いて 10.0 A の電流を 3 分 13 秒間流し、電気分解を行った。陰極では銀が析出し、陽極では酸素が発生した。_{(B) (C)}

問 1 ア ～ ウ に入る適切な語句を答えなさい。

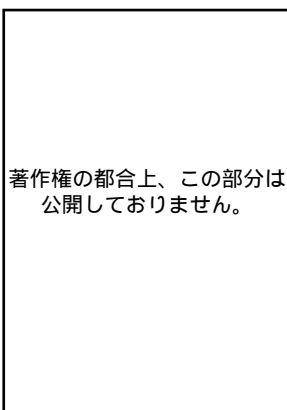
問 2 下線部(A)の化学反応を、イオンを含む化学反応式で答えなさい。

問 3 (1) 下線部(B)および下線部(C)の反応を電子 e^- を用いた化学反応式で示しなさい。

(2) 下線部(B)で析出した銀の質量(g)と下線部(C)で発生した酸素の標準状態[0℃ (273 K), $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$]での体積(L)を有効数字 3 けたでそれぞれ求めなさい。答えを導く計算過程も記しなさい。標準状態での気体の体積は物質 1 mol あたり 22.4 L とする。ただし、使用した電気量は、すべて下線部(B)および下線部(C)の反応に使われたものとする。

問 4 銀の結晶は図 2 で示す単位格子を持つ。

- (1) 図 2 の単位格子の名称を答えなさい。
- (2) 図 2 の単位格子中に含まれる原子の数を答えなさい。
- (3) 銀原子の半径が $1.44 \times 10^{-10} \text{ m}$ である場合、単位格子の体積(cm^3)を有効数字 3 けたで求めなさい。答えを導く計算過程も記しなさい。必要ならば、 $\sqrt{2} = 1.41$, $4.09^3 = 68.4$ を用いなさい。
- (4) 銀の結晶の密度(g/cm^3)を有効数字 3 けたで求めなさい。答えを導く計算過程も記しなさい。



数研出版編集部，フォトサイ
エンス化学図録[三訂版]，数研
出版株式会社，2022年，43ペー
ジ，一部改変

図 2 銀の結晶の単位格子

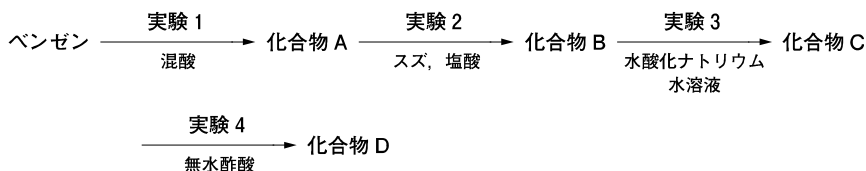
3 次の文章を読み、問 1 ～ 7 に答えなさい。なお、構造式は例にならって記しなさい。



必要ならば、次の原子量を用いなさい。

H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16

I. ベンゼンを原料に、次に示した方法で化合物 D の合成を行った。



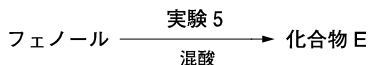
実験 1 : ベンゼンに、混酸(濃硝酸と濃硫酸の混合物)を加えて ア を行い、一置換体である化合物 A を得た。

実験 2 : 化合物 A に、スズと塩酸を反応させて イ し、化合物 B を得た。

実験 3 : 化合物 B に、水酸化ナトリウム水溶液を反応させて化合物 C を遊離させた。

実験 4 : 化合物 C に、無水酢酸を加えて ウ を行い化合物 D を得た。

II. フェノールを原料に、次の実験を行った。



実験 5 : フェノールに十分な量の混酸を作用させた。段階的な ア を経て、最終的に黄色の結晶となる化合物 E を得た。

実験 6 : 新たに実験 5 の反応を開始したが、反応を途中で止めてしまった。そのため、フェノールと化合物 E 以外に、いくつかの化合物が検出された。

問 1 ～ に当てはまる反応を次の中から選びなさい。

スルホン化, ニトロ化, 酸化, 還元, 中和, エステル化, アセチル化, ジアゾ化,
臭素化

問 2 化合物 A～D の構造式を記しなさい。

問 3 化合物 A と化合物 C の混合物がある。これらを分液ろうとを用いて分離する方法を述べなさい。

問 4 実験 5 でフェノールから化合物 E が生じる反応式を記しなさい。

問 5 18.8 g のフェノールが全て化合物 E になったとすると, 60 %硝酸は理論的に何 mL 必要か, 答えを導く過程とともに, 有効数字 2 けたで答えなさい。ただし, 1.0 g の 60 %硝酸には, 0.60 g の硝酸が含まれ, また 60 %硝酸の密度は 1.37 g/mL としなさい。

問 6 実験 6 で化合物 E 以外に 4 種類の化合物が得られた。これらの化合物の構造式を記しなさい。ただし, これらの化合物は, 混酸を作用させた場合に, 最終的に化合物 E になる。

問 7 実験 1 と実験 5 で, ベンゼンとフェノールの を行っている。実験 1 では 1 段階で反応が止まり, 実験 5 では多段階の が進行する。これらの事実から, ベンゼン, フェノール, 及び化合物 A の に対する反応性の高い順に答えなさい。ただし, 化合物 A は物質名で答えなさい。

(この頁は計算用)

(この頁は計算用)

生物基礎・生物

1 次の文章を読み、下の各問いに答えなさい。

ヒトの耳には、音波を空気の振動として受容する聴覚器がある。外耳から入ってきた音波は、外耳と中耳の境界にある **ア** を振動させる。**ア** の振動は中耳の耳小骨によって増幅され、内耳のうずまき管に伝わる。音波はうずまき管の内部のリンパ液を介して、基底膜を振動させる。基底膜の上にある **イ** では、基底膜が振動すると **ウ** に接触した感覚毛が曲がり、**エ** が興奮する。この興奮による電気信号が聴神経によって大脳に伝わり聴覚が生じる。^(a)^(b)

ヒトの内耳には、からだの傾きや回転を受容する平衡受容器がある。**オ** では、からだの傾きを受容する。一方、**カ** では、からだの回転を受容する。受容した情報が電気信号として大脳に伝わり平衡覚が生じる。^(c)

問1 **ア** ～ **カ** に当てはまる用語を答えなさい。

問2 下線部(a)について、下の各問いに答えなさい。

- (i) 図1は1600, 800, 200, 50ヘルツ(ヘルツは1秒間の振動回数を表す単位)の音によって振動した基底膜の動きの大きさと、耳小骨からの基底膜の距離との関係を示している。ヒトは振動数の大きい音を高音と認識し、小さい音を低音と認識する。図1を参考にして、ヒトが音の高低をどのように聞き分けているのか推察し、簡潔に説明しなさい。

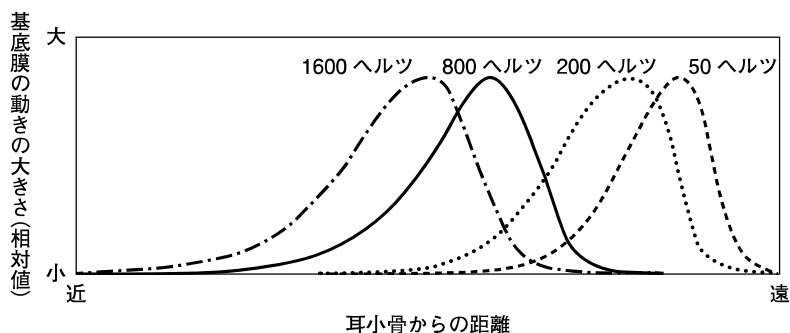


図1 音の高低と基底膜の振動位置

- (ii) ヒトは加齢に伴い、ことばの違いが聞き取りにくくなると言われている。例えば、「佐藤さん」と「加藤さん」を聞き間違えることがある。その理由を自由に推察し、簡潔に説明しなさい。

問 3 下線部(b)について、下の各問いに答えなさい。

- (i) ニューロンで起こった興奮が軸索を伝導する速度は、無髄神経線維に比べると、有髄神経線維の方が大きい。この理由について、「ランビエ絞輪」を使って簡潔に説明しなさい。
- (ii) 図 2 は、1 本のニューロンで記録された細胞膜の内外での電位差(膜電位)の変化を示している。この一連の膜電位の変化は何と言われているか。また、図中の①と②における Na^+ と K^+ に対する細胞膜の透過性の違いについて簡潔に説明しなさい。

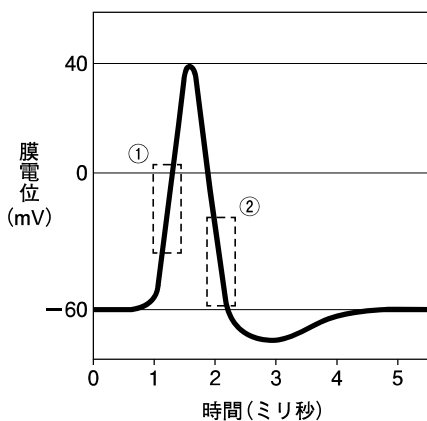


図 2 ニューロンにおける膜電位の変化

問 4 下線部(c)について、下の各問いに答えなさい。

- (i) ヒトの脳で、からだの平衡を制御し、筋肉運動(随意)を調節する中枢はどこにあるか、答えなさい。
- (ii) からだの傾きや回転の情報はどのように受容され、大脳に伝わるのか以下の用語を使って簡潔に説明しなさい。

用語：感覚毛、リンパ液、耳石

2 次の文章(1)，(2)を読み，各問いに答えなさい。

(1) 生体内には非常に多くの種類のタンパク質が存在し，生体の構造や機能維持に関与している。これらのタンパク質は，DNAの塩基配列に存在する遺伝情報にもとづいて合成される。遺伝情報をもとにタンパク質が合成されることを遺伝子の発現という。遺伝子の発現はおもに転写段階で調節される。転写の調節には，負の調節と正の調節があり，その基本的なしくみは，原核生物と真核生物で共通である。^(a)

大腸菌のDNAには約4000の遺伝子が存在するが，常にすべての遺伝子が発現しているわけではなく，必要な際に遺伝子が発現するように調節されている。大腸菌では，一連の化学反応に関連する複数の酵素の構造遺伝子が隣あって存在し，複数の遺伝子が一つのmRNAとして転写されるDNA上の単位をオペロンという。^(b)このオペロンをコードしているDNA領域の近傍には，オペロンの発現調節に必要なDNA領域と調節タンパク質をコードするDNA領域が存在している。^(c)

問1 図1は細菌(原核生物)のDNAからRNAが転写されているようすを電子顕微鏡で観察した模式図である。図1の①の繊維，②の繊維，③のタンパク質合成を担う粒子(黒丸)，④の小粒子(三角形)はそれぞれ何を示すか名称を答えなさい。

問2 図1の②の繊維は4種類の塩基を含み，②の一番長い繊維の塩基の組成はアデニン27.0%，グアニン19.0%，シトシン26.0%であった。①の繊維の⑤で示す領域に含まれる塩基の種類とその割合(%)を答えなさい。

問3 下線部(a)に関して，酵母では図1のような像は観察されなかった。真核生物の転写・翻訳は原核生物とどのように異なるのか簡潔に説明しなさい。

問4 下線部(b)に関して，大腸菌は細胞内に過剰なトリプトファンが存在する時，トリプトファン合成遺伝子群の発現が抑制されることが知られている。どのような仕組みで遺伝子発現の調節が行われているのか調節タンパク質の特性に着目して説明しなさい。

問5 下線部(c)に関して，大腸菌に紫外線を照射して突然変異を誘導すると，細胞内に過剰なトリプトファンが存在してもトリプトファン合成酵素群が発現する突然変異体が幾つか得られた。詳しく突然変異体を解析すると，主に2つのタイプに分類されることがわかった。それぞれどのような突然変異が起こったと考えられるのか説明しなさい。

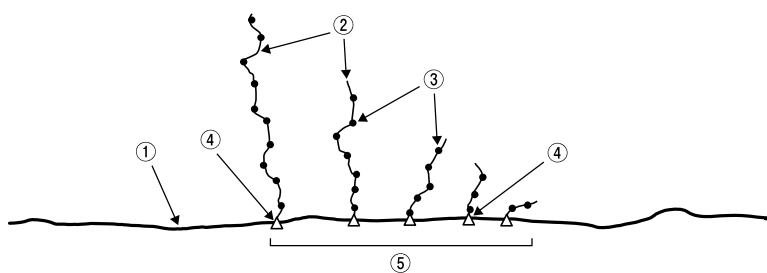


図1 電子顕微鏡で観察した細菌(原核生物)のDNAからRNAが転写されているようすの模式図

(2) 好熱性細菌は通常生命体が生存できない高温で生存できる生物である。Taq DNA ポリメラーゼは好熱性細菌より単離され、その特徴を活かして PCR 法に用いられている。今回、新たに好熱性細菌より遺伝子 X を含む DNA 断片を PCR 法により増幅した(図 2)。この遺伝子 X がコードするタンパク質 X の機能を解析するために、タンパク質 X を大腸菌で産生させることにした。

遺伝子 X の DNA 断片とタンパク質発現用プラスミド(図 3)を制限酵素 EcoRI で切断し、精製した DNA 断片を混合して DNA 鎖を結合させる酵素 ^(d) を作用させた。次にこの混合液を大腸菌に導入し、形質転換を行った。抗生物質のアンプシリンを含む寒天培地に大腸菌を拡げ、一晚 37℃ で培養を行うことにより寒天培地上でコロニーが得られた。

得られたコロニーを幾つか選択し、アンプシリンを含む液体培地に接種し、一晚 37℃ で培養を行い、大腸菌からプラスミド DNA を精製した ^(e)。遺伝子 X が発現可能な向きに挿入されたプラスミドを選ぶために、精製したプラスミドを制限酵素で切断し、アガロース電気泳動を行った ^(f)。

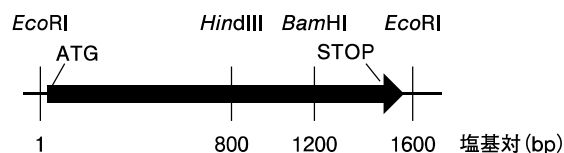
次に、ラクトース調節遺伝子を常に発現している大腸菌株に、選択した遺伝子 X が挿入されたプラスミド DNA により形質転換を行った。この形質転換された大腸菌の大量培養を行い、物質 Y を培養液に加え ^(g)、大量のタンパク質 X を発現する大腸菌が得られた。その後、生化学的にタンパク質 X を精製し、タンパク質 X の性質が明らかになった。

問 6 下線部(d)に関して、DNA の結合に使用した酵素の名前を答えなさい。

問 7 下線部(e)に関して、どのようなプラスミドが得られたのかプラスミドの図を描きなさい。図には必ず制限酵素の切断部位を示しなさい。なお、制限酵素で切断したプラスミドは、プラスミドの末端同士で結合しないように処理を施している。

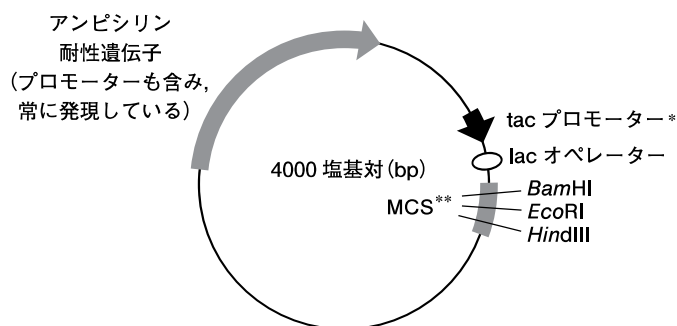
問 8 下線部(f)に関して、遺伝子 X が発現可能な向きに挿入されたプラスミドを選ぶために使用した制限酵素の名称を答え、アガロース電気泳動で確認された DNA 断片の大きさを単位も含めて下二桁を四捨五入して答えなさい。なお、使用できる制限酵素は BamHI, EcoRI と HindIII で、またプラスミドの MCS の長さは無視できる程度に短いものとする。

問 9 下線部(g)に関して、加えた物質 Y はどのような物が答えなさい。また、タンパク質 X は大腸菌の成長を阻害する可能性が予想されたので、物質 Y はどのようなタイミングで加えたと考えられるか答えなさい。



数字は制限酵素認識配列の位置を，矢印は翻訳の方向を，ATG および STOP は翻訳開始と停止の位置を示す。

図2 遺伝子 X の DNA 断片の制限酵素地図



* tac プロモーターはトリプトファン (*trp*) プロモーターとラクトース (*lac*) プロモーターを融合して作成され，強力な転写活性を示す。

** MCS はプラスミドを一箇所だけ切断する複数の制限酵素認識配列が順に並んだ領域である。

図3 大腸菌で用いるタンパク質発現用プラスミド

3 次の文章(1)，(2)を読み、各問いに答えなさい。

(1) 近年、地球全体の平均気温は徐々に上昇しており、過去 100 年で約 0.7°C 上昇している。

一方、^(a)温室効果ガスである二酸化炭素の大気中の濃度は、1985 年には約 345 ppm であったが、2020 年には 410 ppm を超えた(図 1)。このように、地上平均気温と同様に、二酸化炭素濃度にも上昇傾向が見られることから、

地球が温暖化している原因は、二酸化炭素などの温室効果ガスの増加であると考えられている。今後、人間活動による二酸化炭素放出に対して対策をとらなかった場合、21 世紀末までに地上平均気温は $2.6 \sim 4.8^{\circ}\text{C}$ 上昇すると見積もられており、気温上昇に伴う様々な生物の生息環境の消失や、^(b)

^(c)生息域の変化が予想されている。

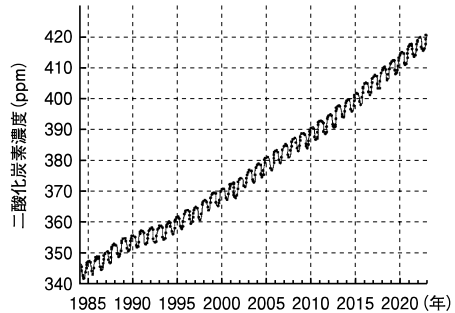


図 1 大気中の二酸化炭素の濃度変化

問 1 下線部(a)について、二酸化炭素以外の温室効果ガスを 3 つ挙げると共に、温室効果とは何かを簡潔に説明しなさい。

問 2 図 1 について、大気中の二酸化炭素濃度がジグザグに変化する理由を答えなさい。

問 3 下線部(b)に関連して、海洋にはサンゴが魚類などの隠れ場所や食物となっている生態系がある。しかし、地球温暖化に伴う海水温上昇によって、サンゴが白くなる白化現象が報告されている。この白化現象とは何かを簡潔に説明しなさい。

問 4 下線部(c)について、地球温暖化で植物の生息範囲はどのように変化するかを簡潔に答えなさい。

(2) 地上の気温は条件によって大きく変動するが、恒温動物であるヒトには、体温を一定に保つ仕組みが備わっている。例えば、外気温が低くなると、ヒトはまず **ア** をして、体温の急激な低下を防ごうとする。これは行動性体温調節と呼ばれ、体温の低下を予測してこれを防ごうとする一種の予測制御である。寒冷な場所に滞在し続けると、これに加えて、熱産生を起こすように自律系が作動する。これは自律性体温調節と呼ばれる。前者の行動性体温調節は、皮膚にある **イ** が外気温を感知し、その情報を **ウ** へ伝え、ここから脳へ連絡された結果である。一方、後者の自律性体温調節は、**イ** と共に **エ** にある温度受容器が反応し、ここから自律系へ連絡がなされた結果である。この自律系としては、**オ** と **カ** とが存在し、**オ** は立毛筋や皮膚血管の **キ** を行い、放熱を抑えて体温を維持しようとする。**カ** では **ク** から、甲状腺刺激ホルモンが出て甲状腺を刺激し **ケ** を分泌させ、副腎皮質刺激ホルモンが出て副腎皮質を刺激し **コ** を分泌させ、肝臓や筋肉での代謝を促進させる。これら自律性調節の中核も、行動性調節の中核と同じ **ウ** である。逆に、暑い時などに体温が 上昇すると、放熱量を増加し、産熱量を減少させる調節が行われる。

こうして体温は一定に保たれているが、実はヒトの場合、早朝の体温と夕方体温では $0.6 \sim 1.0^{\circ}\text{C}$ も差があることが分かっている。このように、ほぼ1日の周期で自律的な変動をすることは 日周性 と呼ばれる。また、同じ時刻に計測しても、成熟女性ではおよそ 28 日周期で 0.5°C 以上の体温変動を示す。 恒常性の状態にある体温も、実は周期的に変動している。つまり恒常性の維持とは言っても、微動だにしない一定を意味するのではなく、揺れながら全体のバランスの中で、動的に平衡が保たれていることを意味しているのである。

問5 文中の空欄 **ア** ～ **コ** に入る用語を答えなさい。

問6 下線部(d)を惹起させる神経伝達物質は何かを答えなさい。

問7 下線部(e)の体温が上昇した時に行われる調節について、簡潔に説明しなさい。

問8 下線部(f)に関して、次の問いに答えなさい。

- (i) 日周性は、何にもとづいて周期を刻んでいるのか。
- (ii) 「ほぼ1日」の周期を「正確に1日」の周期に変調する刺激は何か。

問9 下線部(g)を惹起させる因子は何かを答えなさい。

物理基礎・物理

(医学部)

受 験						
番 号						

- 注 意 事 項
- 1 解答にかかる前に必ず受験番号（二箇所）を記入すること。
 - 2 解答は、それぞれの問題に対応する欄の中に記せ。
 - 3 この解答用紙は一切持ち帰ってはいけない。

1	問 1	x 軸方向の運動量保存則を表す式： $V_1 =$
	問 2	$Q =$
	問 3	
	問 4	エネルギー保存則を表す式： x 軸方向の運動量保存則を表す式：
	問 5	$V_2 = \qquad \qquad \qquad U_2 =$

物理基礎・物理

(医学部)

受 験						
番 号						

1	問 6	エネルギー保存則を表す式： x 軸方向の運動量保存則を表す式： y 軸方向の運動量保存則を表す式：
	問 7	$m =$

採 点	1	2	合 計 点	
--------	---	---	-------------	--

2	問1	空気中から水中	水中から空気中
	問2	右図は、空気中を進む光が入射角 i ($0 < i < \pi/2$) で水面に向かって ている様子である。時刻ゼロの波面が AA' であるとし、点 A を 通過した波が時刻 t [s] に点 B へ達したとすると $\overline{AB} = ct$ となる。このとき $\overline{A'B} \sin i = \overline{AB}$ なので $\overline{A'B} \sin i = ct$ となる。 また、点 A' を通過した波が時刻 t に点 B' に達したとすると	
	問3		問4
5	問5	$\angle SCA =$	

2	問6		
	問7	$C \rightarrow M_1 \rightarrow C$ $T =$	$C \rightarrow M_2 \rightarrow C$ $T' =$
	問8	$\frac{c}{c'} =$	
9	問9	記号	計算過程

化学基礎・化学

〈前期日程〉（医学部 医学科）

受	験				
番	号				

注意事項
1 すべてのページに受験番号を記入すること

1	問 1	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
	問 2	<計算式> 反応速度定数 k (単位) ()			
	問 3	<20 分後> mol/L		<30 分後> mol/L	
	問 4	反応物 A の濃度 $[A]$ (mol/L) 反応時間 t (分) 図 1 反応物 A の濃度 $[A]$ と反応時間 t の関係			
	問 5	<説明>			

採点	1	2	3	合計	
----	---	---	---	----	--

2

問 1	(ア)	(イ)	(ウ)
問 2			
問 3	(1) (B) (C)		
	(2) <計算式> 銀 g 酸素 L		
問 4	(1)		(2)
	(3) <計算式> cm³		
	(4) <計算式> g/cm³		

採
点

1

2

3

3

問 1	(ア)	(イ)	(ウ)
問 2	<化合物 A>	<化合物 B>	
	<化合物 C>	<化合物 D>	
問 3			
問 4	<反応式>		
問 5	<答えを導く過程>		
問 6			
問 7	反応性が高い化合物		反応性が低い化合物

採
点

1

2

3

受 験					
番 号					

+

+

令和7年度入学選抜学力検査問題
解答用紙

生物基礎・生物

〈前期日程〉（医学部 医学科）

1

問 1

ア		イ		ウ	
エ		オ		カ	

問 2

(i)	
(ii)	

問 3

(i)	
(ii)	膜電位の変化の名称：

問 4

(i)	
(ii)	

採点	1		2		3		合計点	
----	---	--	---	--	---	--	-----	--

受	験					
番	号					

令和7年度入学者選抜学力検査問題
解答用紙

生物基礎・生物

〈前期日程〉（医学部 医学科）

2

問 1

①		②		③	
④					

問 2

--

問 3

--

問 4

--

問 5

--

受 験					
番 号					

令和7年度入学選抜学力検査問題
解 答 用 紙

生物基礎・生物

〈前期日程〉（医学部 医学科）

問 6

--

問 7

--

問 8

制限酵素名：
DNA 断片の大きさ：

問 9

--

受 験					
番 号					

令和7年度入学選抜学力検査問題
解答用紙

生物基礎・生物

〈前期日程〉（医学部 医学科）

3

問 1

温室効果とは：		

問 2

--

問 3

--

問 4

--

問 5

ア		イ		ウ	
エ		オ		カ	
キ		ク		ケ	
コ					

問 6

--

問 7

--

問 8

(i)		(ii)	
-----	--	------	--

問 9

--

