

令和 8 年度一般選抜試験(前期)

理 科 (問 題)

注 意

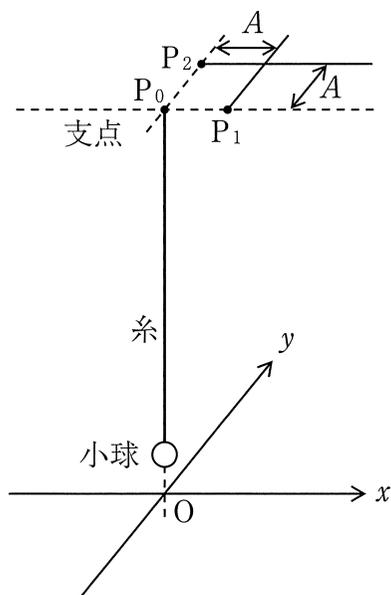
- 1) 理科の問題冊子は全部で 36 ページあり，問題数は，物理 4 問，化学 4 問，生物 4 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 解答用紙の所定欄に次のとおり受験番号を記入しなさい。氏名を記入してはならない。
 - ・ 一般選抜試験のみを志願する受験者は一般の欄に受験番号を記入する。
 - ・ 併用試験のみを志願する受験者は併用の欄に受験番号を記入する。
 - ・ 地域枠選抜試験のみを志願する受験者は，地域の欄に受験番号を記入する。
 - ・ 一般選抜試験と併用試験の両方を志願する受験者は一般と併用の両方の欄にそれぞれの受験番号を記入する。
 - ・ 一般選抜試験と地域枠選抜試験の両方を志願する受験者は一般と地域の両方の欄にそれぞれの受験番号を記入する。
 - ・ 併用試験と地域枠選抜試験の両方を志願する受験者は併用と地域の両方の欄にそれぞれの受験番号を記入する。
 - ・ 一般選抜試験と併用試験と地域枠選抜試験を志願する受験者は一般と併用と地域の欄にそれぞれの受験番号を記入する。なお，記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は，当該科目の試験が無効となる。

また，※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて，選択しなかったことがはっきりとわかるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したものを，および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは，理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子は持ち帰ること。
- 7) 解答用紙は持ち出してはならない。
- 8) 試験終了時には，解答用紙を裏返して，下から順に物理，化学，生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙の回収後，監督者の指示に従い退出すること。

物 理 (前期)

I 図のように、質量 m の小球と長さ L の軽い糸からなる単振り子がある。床の上には原点 O で直交する x 軸と y 軸があり、振り子の支点が点 P_0 にあるとき、静止した小球の床への投影位置は原点 O と一致している。振り子の支点は x 軸または y 軸に平行に移動することができる。小球の位置は投影座標 (x, y) で表すものとする。重力加速度の大きさを g として、以下の問いに答えよ。空気の抵抗、支点にかかる摩擦、支点の移動による糸の張力の変化は無視できるものとする。問 3 と問 4 については、途中の考え方も記せ。

振り子の支点を点 P_0 で固定し、小球を鉛直面内で小さい振幅で振動させた。小球の運動を上から観察したところ、小球は x 軸上で振幅 A の単振動を行った。 A は L に比べじゅうぶん小さい。



問 1 単振り子の周期はいくらか。

問 2 小球が原点を $-x$ 軸方向に通過した時刻 t を $t=0$ として、小球の x 座標を t の関数として表せ。

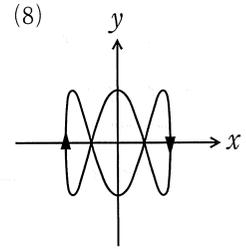
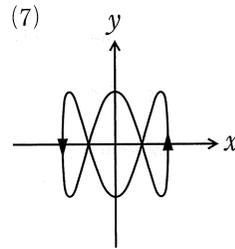
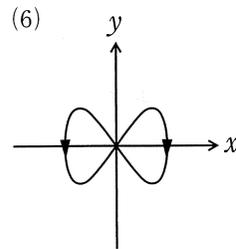
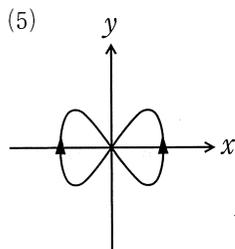
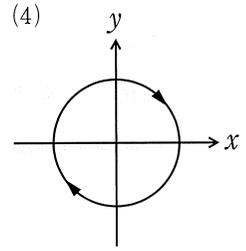
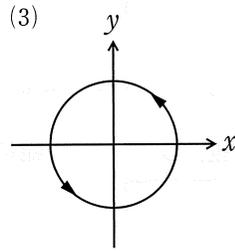
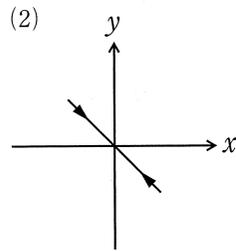
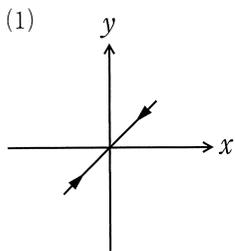
次に、小球が $x = -A$ に達した瞬間、振り子の支点を、点 P_0 から x 軸の正の方向に A 離れた点 P_1 へ、すばやく移動し固定した。

問 3 支点を移動した時刻を $t = 0$ として、小球の座標 (x, y) を t の関数として表せ。

振り子を静止させ、支点を y 軸の正の方向に A 離れた点 P_2 に変更し固定した。小球を鉛直面内で小さい振幅で振動させ上から観察したところ、小球は x 軸に平行に振幅 A の単振動を行った。次に、小球が $x = 0$ を $-x$ 軸方向に通過した瞬間、支点を、点 P_2 から点 P_0 へすばやく移動し固定した。

問 4 支点を移動した時刻を $t = 0$ として、小球の座標 (x, y) を時刻 t の関数として表せ。

問 5 小球の座標 (x, y) が描く軌跡として最も適当なものを(1)から(8)より選び、番号で答えよ。



II 図のような起電力 V の直流電源，電気容量が C_1 と C_2 のコンデンサー C_1 と C_2 ，ダイオード 2 個 (D_1 と D_2) および S_1 と S_2 に切り替えることができるスイッチ S からなる回路がある。はじめ，2 つのコンデンサーには共に電荷はなく， S はどちらにも接続されていない。直流電源の内部抵抗とダイオードや導線の抵抗は無視できる。以下の問いに答えよ。

初めに， S を S_1 側に入れた。じゅうぶんに時間が経過した後， C_1 に蓄えられた電気量は となる。その後， S を S_2 側に入れじゅうぶん時間が経過した後， C_1 に生じた電位差 V_1 は，

$$V_1 = \text{ } V$$

となり， C_2 に生じた電位差 V_2 は，

$$V_2 = \text{ } V$$

となる。

次に S を S_1 側に入れた。じゅうぶん時間が経過した後， C_1 に蓄えられた電気量は となる。その後， S を S_2 側に入れじゅうぶん時間が経過した後， C_2 に生じた電位差 V'_2 は，

$$V'_2 = \text{ } \left(1 + \text{ } \right) V$$

となる。

次に S を S_1 側に入れじゅうぶん時間が経過した後， S を S_2 側に入れた。じゅうぶん時間が経過した後， C_2 に生じた電位差 V''_2 は，

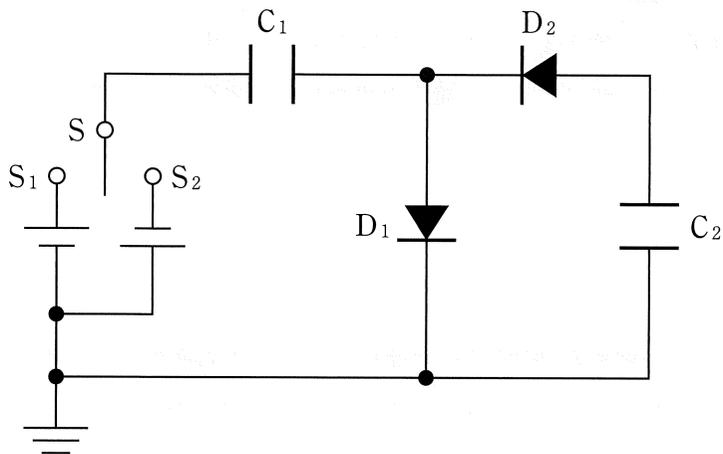
$$V''_2 = \text{ } \left\{ 1 + \text{ } + \left(\text{ } \right)^2 \right\} V$$

となる。

「 S を S_1 側に入れじゅうぶん時間が経過した後， S を S_2 側に入れじゅうぶん時間を経過させる。」という操作 P を N 回行った。操作後 C_2 に生じた電位差は となる。操作 P を無限に繰り返すと， C_2 に生じる電位差は直流電源の起電力の 倍に近づく。

問 1 アからキの空欄に入る最も適した数または文字式を答えよ。

問 2 $V=5.0\text{V}$, $C_1=C_2=2.0\mu\text{F}$ であるとき、操作 P を繰り返し続けた。コンデンサー C_2 に蓄えらえる電気量はいくらか。単位と共に答えよ。途中の考え方も記せ。



Ⅲ 図1のように、大気(屈折率1)中に水平から角度 θ 傾けて置かれた鏡、鉛直に立てられたスクリーンと光源がある。光源は鉛直下向きに、様々な色の可視光を照射することができる。

光源から鏡に向かって赤色の単色光を照射したところ、鏡上の点Qで反射した光がスクリーン上の点Pで観察できた。点Qからスクリーンへ下した垂線の交点を原点Oとして鉛直上向きに x 軸をとる。点Qからスクリーンまでの距離は L とする。以下の問いに答えよ。スクリーンはじゅうぶん大きく、スクリーンでの光の反射はない。また、鏡は小さく、鏡での光の反射は光源からの照射光だけを考えればよい。

問1 点Pの x 座標を答えよ。

図2のように、鏡を水(屈折率 n)に沈めた。点Qから水面までの距離は h である。水面が静かな状態であるとき、鏡で反射した光の一部が水面上の点Rを通過し、水面よりも上のスクリーンで観察できた。水面と x 軸との交点を新たに原点O'とする。

問2 θ の条件を答えよ。

問3 Rからスクリーンまでの距離はいくらか。

問4 スクリーンで観察される光の x 座標を全て答えよ。途中の考え方も記せ。

問5 照射する光を白色光に変えた。鏡で反射した光は水面よりも上のスクリーン上ではどのように観察できるか36文字以内で簡潔に述べよ。

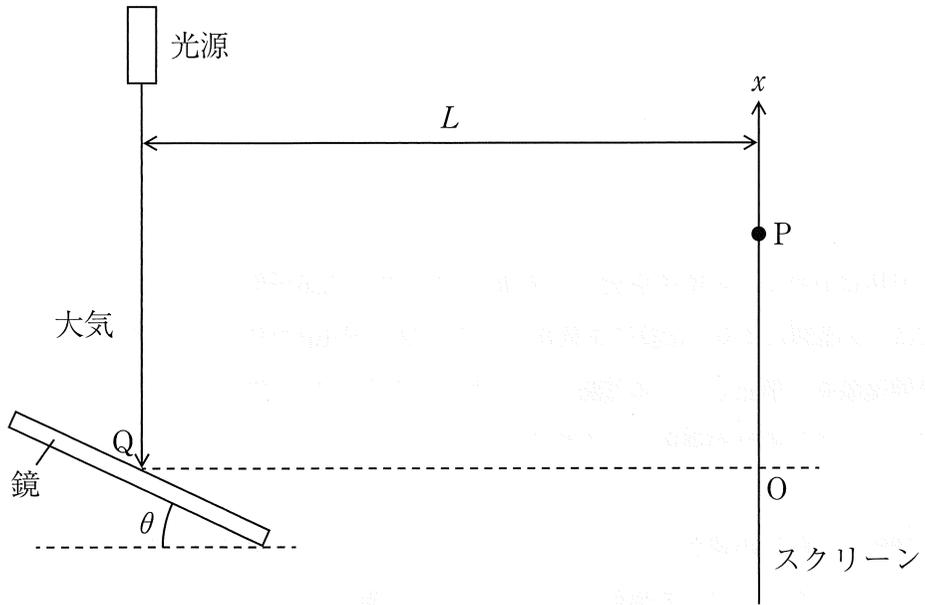


図 1

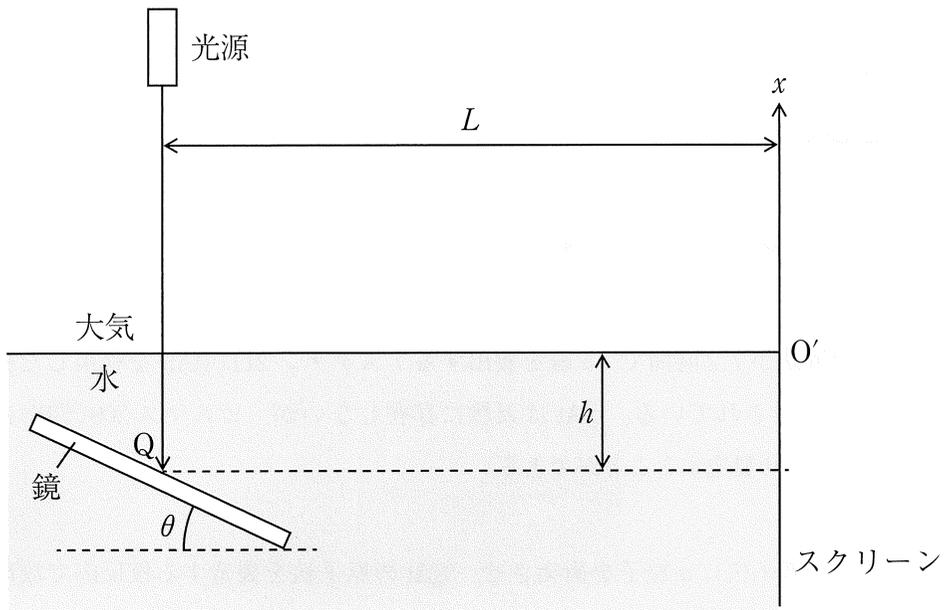


図 2

IV 放射性同位体(RI)を含んだ薬剤をがん細胞に集積させ、RIから放出される α 線などの放射線を用いてがん細胞を死滅させる治療法を核医学治療と呼ぶ。真空中での光速を c として、以下の問いに答えよ。問4と問5については、途中の考え方も記せ。

天然に存在し、 α 粒子を放出するRIにラジウム $^{226}_{88}\text{Ra}$ がある。 $^{226}_{88}\text{Ra}$ の原子核は、 α 崩壊により、 α 粒子を放出しラドン $^{222}_{86}\text{Rn}$ の原子核に変化する。この崩壊現象を、静止している $^{226}_{88}\text{Ra}$ の原子核が、崩壊直後、 $^{222}_{86}\text{Rn}$ の原子核と α 粒子に変化し、それぞれが運動したと考える。

運動する物体の速さが c に比べじゅうぶん小さいとき、運動する物体の持つエネルギーは、静止している物体が持つエネルギー(静止エネルギー)と運動エネルギーの和として与えられ、反応の前後でエネルギーと運動量はそれぞれ保存される。

$^{226}_{88}\text{Ra}$ の原子核、 $^{222}_{86}\text{Rn}$ の原子核および α 粒子の質量をそれぞれ M_{Ra} 、 M_{Rn} 、 m とする。

問1 崩壊前後の運動エネルギーの変化量を選択肢Aより選び記号で答えよ。

問2 α 粒子の運動エネルギーを選択肢Aより選び記号で答えよ。

近年、半減期が7.2時間で、 α 線を放出するアスタチン $^{211}_{85}\text{At}$ を利用した核医学治療が注目されている。 $^{211}_{85}\text{At}$ は天然に存在しないが、ビスマス $^{209}_{83}\text{Bi}$ に α 粒子を衝突させ製造することができる。

問3 $^{209}_{83}\text{Bi}$ の原子核に α 粒子を衝突させ、 $^{211}_{85}\text{At}$ の原子核を製造する核反応で放出される核子Xの名称と個数を答えよ。

静止した $^{209}_{83}\text{Bi}$ の原子核に α 粒子を衝突させ $^{211}_{85}\text{At}$ の原子核を製造するには、 α 粒子をサイクロトロンなどの加速器で加速する必要がある。

$^{209}_{83}\text{Bi}$ の原子核、 $^{211}_{85}\text{At}$ の原子核および核子 X の質量をそれぞれ M_B 、 M_A 、 x 、衝突前の α 粒子の運動エネルギーを K とする。

問 4 衝突後の全運動エネルギーを、 M_B 、 M_A 、 m 、 x 、 K 、 c を用いて表せ。

右の表は各物質の質量数である。

物質名	質量[u]
電子	0.0005
陽子	1.0073
中性子	1.0087
^4_2He の原子核	4.0026
$^{211}_{85}\text{At}$ の原子核	210.9875
$^{209}_{83}\text{Bi}$ の原子核	208.9804

問 5 α 粒子の加速に必要なエネルギーの最小値として最も適するものを選択肢 B より選び記号で答えよ。途中の考え方も記せ。

$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$, $1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$,
 $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ とする。

選択肢 A

ア mc^2

イ $(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} - m)c^2$

ウ $(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} + m)c^2$

エ $\frac{m^2}{2(M_{\text{Rn}} + m)}c^2$

オ $\frac{m^2}{M_{\text{Rn}} + m}c^2$

カ $\frac{mM_{\text{Rn}}}{2(M_{\text{Rn}} + m)}c^2$

キ $\frac{mM_{\text{Rn}}}{M_{\text{Rn}} + m}c^2$

ク $\frac{m(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} - m)}{2(M_{\text{Rn}} + m)}c^2$

ケ $\frac{m(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} - m)}{M_{\text{Rn}} + m}c^2$

コ $\frac{M_{\text{Rn}}(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} - m)}{2(M_{\text{Rn}} + m)}c^2$

サ $\frac{M_{\text{Rn}}(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} - m)}{M_{\text{Rn}} + m}c^2$

シ $\frac{m(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} + m)}{2(M_{\text{Rn}} + m)}c^2$

ス $\frac{m(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} + m)}{M_{\text{Rn}} + m}c^2$

セ $\frac{M_{\text{Rn}}(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} + m)}{2(M_{\text{Rn}} + m)}c^2$

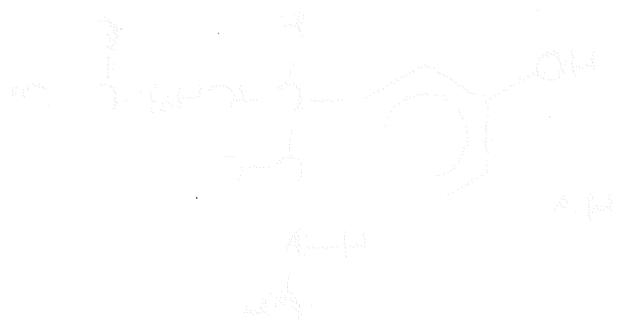
ソ $\frac{M_{\text{Rn}}(M_{\text{Ra}} - M_{\text{Rn}} + m)}{M_{\text{Rn}} + m}c^2$

選擇肢 B

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| ① 20 eV | ② 40 eV | ③ 60 eV | ④ 80 eV |
| ⑤ 20 keV | ⑥ 40 keV | ⑦ 60 keV | ⑧ 80 keV |
| ⑨ 20 MeV | ⑩ 40 MeV | ⑪ 60 MeV | ⑫ 80 MeV |
| ⑬ 20 GeV | ⑭ 40 GeV | ⑮ 60 GeV | ⑯ 80 GeV |

第 一 章 概 論

一、本學科之研究對象及範圍
 二、本學科之重要性
 三、本學科之發展史
 四、本學科之現狀
 五、本學科之展望



化 学 (前期)

[注意] 問題を解く際に、必要ならば次の値を用いなさい。

原子量 $H = 1.0$, $Li = 6.94$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $S = 32.1$

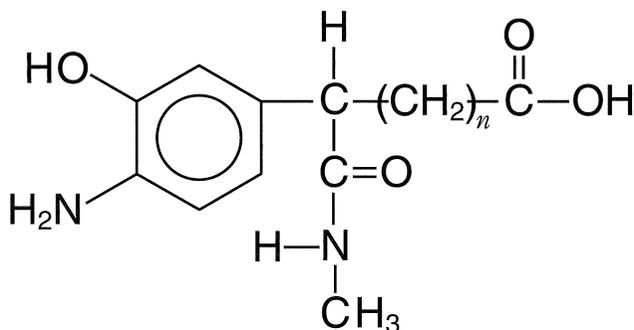
気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

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

$\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $\sqrt{7} = 2.65$

$\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$

また、有機化合物を構造式で解答する場合には、次の例を参考にしなさい。



I 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

原子1個の質量は小さく、例えば水素原子(${}^1\text{H}$)1個の質量は $1.67 \times 10^{-24} \text{ g}$ であり、このような極端に小さい値を扱うのは大変不便である。1961年にIUPAC(国際純正・応用化学連合)は、質量数12の炭素^①を基準とした相対質量に基づき各元素の原子量を定めるよう勧告した。その後、西暦の奇数年ごとにIUPACが同位体^②を考慮して算出した原子量を発表している。

化学史を振り返ると、化学反応に関する基本的な法則が18世紀末から19世紀にかけて発見されてきた。18世紀末に、(ア)は物質の燃焼についての研究から「質量保存の法則」を見出し、また、プールのストは“化合物中の成分元素の質量比は常に一定である”という「(イ)の法則」を提唱した。

19世紀になると、(ウ)が、原子という粒子の存在を考えて(原子説)、“同じ2種類の元素から構成されている異なる化合物AとBにおいて、一方の元素の一定質量と結びつくもう一方の元素の質量比は、簡単な整数比になる”という「(エ)の法則」を提唱した。同時期には、ゲーリュサックによって「(オ)の法則」も発見された。当初この「(オ)の法則」は(ウ)の「原子説」と矛盾すると考えられたが、アボガドロが提唱した「分子説」によってその矛盾は解消された。

また、19世紀には(カ)により、化学反応と熱(エネルギー)の関係における重要な法則である「^③総熱量保存の法則」が提唱された。

問1 本文中の(ア)～(カ)に入る最も適切な人名や語句をそれぞれ語群から選び、解答欄(ア)～(カ)に記号で答えなさい。

■ 語群 ■

- | | | |
|------------------|----------|----------|
| A. ドルトン | B. ファラデー | C. リービッチ |
| D. ラボアジエ (ラボアジェ) | E. ヘンリー | F. ヘス |
| G. 混合気体 | H. 気体反応 | I. 倍数比例 |
| J. 定比例 | K. 反比例 | |

問 2 下線部①について、炭素の同素体の一つに黒鉛がある。以下の選択肢(ア)～(オ)から、黒鉛の結晶構造の特徴について正しく述べているものをすべて選び、解答欄に記号で答えなさい。

- (ア) 各炭素原子の4個の価電子は、隣接する4個の炭素原子とそれぞれ共有結合を形成している。
- (イ) 各炭素原子の4個の価電子のうち3個は、隣接する3個の炭素原子とそれぞれ共有結合を形成している。
- (ウ) 各炭素原子の価電子の一部は、平面全体に共有され、自由に動くことができる。
- (エ) 各炭素原子は、正四面体形を基本単位とする立体的な構造を形成している。
- (オ) 各炭素原子は、正六角形を基本単位とする平面構造となり、これらが層状に連なっている。

問 3 下線部②について、塩素には ^{35}Cl と ^{37}Cl の同位体があり、銅には ^{63}Cu と ^{65}Cu の同位体が存在する。それらの各元素の同位体の天然存在比を、 ^{35}Cl と ^{37}Cl では75%と25%、 ^{63}Cu と ^{65}Cu では70%と30%とすると、以下の塩化銅(Ⅱ)のうち、存在比が3番目に大きいものはどれか。

以下の選択肢(ア)～(カ)から一つ選び、解答欄(i)に記号で答えなさい。また、その存在比は何%か。小数第1位まで求め、解答欄(ii)に答えなさい。

■ 選択肢 ■

- (ア) $^{63}\text{Cu}^{35}\text{Cl}_2$
- (イ) $^{63}\text{Cu}^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}$
- (ウ) $^{63}\text{Cu}^{37}\text{Cl}_2$
- (エ) $^{65}\text{Cu}^{35}\text{Cl}_2$
- (オ) $^{65}\text{Cu}^{35}\text{Cl}^{37}\text{Cl}$
- (カ) $^{65}\text{Cu}^{37}\text{Cl}_2$

問 4 下線部③について、炭化水素の燃焼とエネルギーに関する以下の問いに答えなさい。なお、計算には下の表1、表2の数値を用いなさい。

- (1) メタン(気体)の生成エンタルピーは何 kJ/mol か、解答欄(i)に有効数字3桁で答えなさい。
- (2) エチレン(気体)を完全燃焼したところ、水(液体)と二酸化炭素(気体)のみが生じた。この反応におけるエチレン(気体)の燃焼エンタルピーは何 kJ/mol か、エチレン(気体)の生成エンタルピーを A kJ/mol として、解答欄(ii)に A を用いた文字式で答えなさい。
- (3) 2.80 g のエチレン(気体)を完全燃焼したところ、水(液体)と二酸化炭素(気体)のみが生じた。この反応におけるエンタルピー変化は何 kJ か。解答欄(iii)に有効数字3桁で答えなさい。なお、炭素(黒鉛)が炭素(気体)となる際の昇華エンタルピーを 719 kJ/mol として計算しなさい。

表1

エンタルピーの種類	ΔH [kJ/mol]
CH_4 (気)の燃焼エンタルピー	-890
H_2O (液)の生成エンタルピー	-285
CO_2 (気)の生成エンタルピー	-393

表2

結合	結合エネルギー [kJ/mol]
H-H	436
C-H	416
C=C	588
C≡C	960

II 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

3族から12族に属する遷移元素^①は一般に金属元素^②であるが、これらは周期表の同じ周期の元素どうしで性質が似ていることが多い。

11族の銅は、主成分として(ア)を含む黄銅鉱から得られた粗銅を電解製錬することで純銅として得ることができる。銅(II)イオンを含む溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると(イ)の沈殿が生じる。(イ)の沈殿を含む水溶液を加熱すると(ウ)が生じる。この(ウ)を希硫酸に加えると化合物X^③が生じる。

また、9族のコバルトを含む化合物はリチウムイオン電池^④の電極に用いられている。リチウムイオン電池の負極および正極は図のように層状の構造となっており、これら層の間にリチウムイオンが入り込む。電解質溶液にはリチウム塩を溶解させた有機溶媒が使われている。現在、リチウムイオン電池は、携帯電話や電気自動車などに広く利用されている。

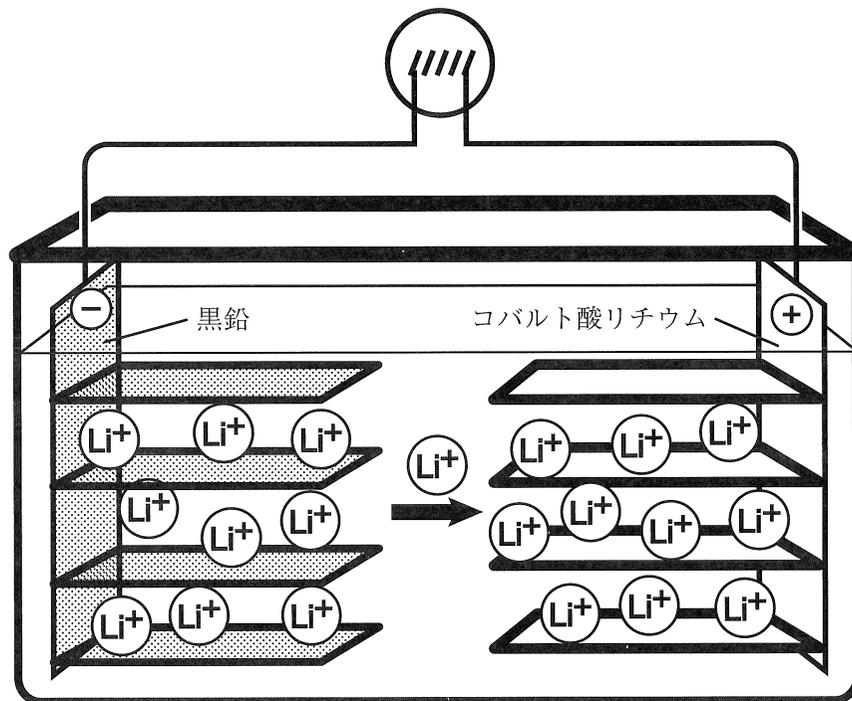


図 リチウムイオン電池(放電時)の模式図

問 1 文中の(ア)～(ウ)の空欄に入る最も適切な化合物を解答欄(ア)～(ウ)に分子式または組成式で答えなさい。

問 2 下線部①について、遷移元素の性質として正しい記述を以下の選択肢(ア)～(カ)からすべて選び、解答欄に記号で答えなさい。

(ア) 酸化数は、+1, +2, +3のいずれかの値のみである。

(イ) その元素における最大の酸化数の元素を含む化合物は、還元剤としてはたらくものが多い。

(ウ) 最外殻電子の数は、1か2のいずれかの値のみである。

(エ) 単体は典型元素の単体と比べて、融点が高いものが多い。

(オ) 単体は典型元素の単体と比べて、密度が小さいものが多い。

(カ) 単体や化合物は触媒として利用されるものが多い。

問 3 下線部②について、遷移元素の金属元素であるチタン Ti の結晶構造は常温で六方最密構造である。25℃での Ti の原子半径を 1.50×10^{-8} cm とすると、その結晶構造における単位格子の体積は何 cm^3 になるか、解答欄に有効数字 3 桁で答えなさい。

問 4 下線部③について、化合物 X を含む水溶液(A 液)と、酒石酸のナトリウムカリウム塩と水酸化ナトリウムを含む水溶液(B 液)とを同体積混合した溶液(フェーリング液)を調製した。この混合溶液に、ホルマリンを加えて温めたところ沈殿が生じた。このときに進行した化学反応をイオン反応式で解答欄に答えなさい。ただし、生じた沈殿については、その化合物の化学式の右横に下向きの矢印(↓)を書きなさい。

問 5 下線部④について、あるリチウムイオン電池に 386 mA の電流を 5 時間 33 分 20 秒流して充電を行った。このとき負極の質量の変化は何 g か。増加する場合は + の数値で、減少する場合には - の数値で、解答欄に有効数字 3 桁で答えなさい。なお、この充電の間、電流は常に一定であったものとする。

問 6 下線部⑤について，以下の文中の()に入る最も適切な語句を 4 字以内で答えなさい。

「リチウムイオン電池のように起電力の大きな電池を作る際に，電解質として水溶液を用いると，放電に伴って溶媒の水が()され，起電力の低下など不都合が生じる。そのため電解質には有機溶媒などが用いられている。」

附一 附二 附三

附一 附二 附三 附四 附五 附六 附七 附八 附九 附十 附十一 附十二 附十三 附十四 附十五 附十六 附十七 附十八 附十九 附二十 附二十一 附二十二 附二十三 附二十四 附二十五 附二十六 附二十七 附二十八 附二十九 附三十 附三十一 附三十二 附三十三 附三十四 附三十五 附三十六 附三十七 附三十八 附三十九 附四十 附四十一 附四十二 附四十三 附四十四 附四十五 附四十六 附四十七 附四十八 附四十九 附五十 附五十一 附五十二 附五十三 附五十四 附五十五 附五十六 附五十七 附五十八 附五十九 附六十 附六十一 附六十二 附六十三 附六十四 附六十五 附六十六 附六十七 附六十八 附六十九 附七十 附七十一 附七十二 附七十三 附七十四 附七十五 附七十六 附七十七 附七十八 附七十九 附八十 附八十一 附八十二 附八十三 附八十四 附八十五 附八十六 附八十七 附八十八 附八十九 附九十 附九十一 附九十二 附九十三 附九十四 附九十五 附九十六 附九十七 附九十八 附九十九 附一百

附一 附二 附三

附一 附二 附三 附四 附五 附六 附七 附八 附九 附十 附十一 附十二 附十三 附十四 附十五 附十六 附十七 附十八 附十九 附二十 附二十一 附二十二 附二十三 附二十四 附二十五 附二十六 附二十七 附二十八 附二十九 附三十 附三十一 附三十二 附三十三 附三十四 附三十五 附三十六 附三十七 附三十八 附三十九 附四十 附四十一 附四十二 附四十三 附四十四 附四十五 附四十六 附四十七 附四十八 附四十九 附五十 附五十一 附五十二 附五十三 附五十四 附五十五 附五十六 附五十七 附五十八 附五十九 附六十 附六十一 附六十二 附六十三 附六十四 附六十五 附六十六 附六十七 附六十八 附六十九 附七十 附七十一 附七十二 附七十三 附七十四 附七十五 附七十六 附七十七 附七十八 附七十九 附八十 附八十一 附八十二 附八十三 附八十四 附八十五 附八十六 附八十七 附八十八 附八十九 附九十 附九十一 附九十二 附九十三 附九十四 附九十五 附九十六 附九十七 附九十八 附九十九 附一百

III 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

血液検査の検査項目の一つにアニオンギャップ(AG)というものがある。これは体中の電解質の状態を知るために測定されるが、その値は、

$$AG = [Na^+] - ([Cl^-] + [HCO_3^-])$$

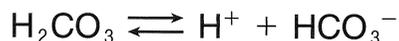
で求められる。(ここで[]は各イオンのモル濃度であることを表す。)

健康なヒトにおいては、一般的にAGの値は正の数となる。仮にAGの値が標準的な範囲を逸脱していた場合、そのヒトの体内では陽イオンと陰イオンのバランスが崩れているということを表している。

AGを算出するにあたり陽イオンに関しては、血液中には圧倒的にナトリウムイオン Na^+ が多いため、 Na^+ の濃度のみを測定する。

陰イオンに関しては、AGの算出に必要な塩化物イオン Cl^- と重炭酸イオン HCO_3^- をそれぞれ測定する。 Cl^- に関しては、これまで沈殿滴定などが利用されてきたが、現在ではイオン選択膜などを利用して測定されている。

HCO_3^- に関しては、血液や尿中では下記のように電離平衡の状態にあると考えられる。

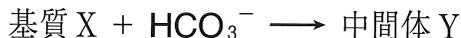


このうち、 HCO_3^- のみを測定することは困難なので、実際は H_2CO_3 、 HCO_3^- の合計量を測定した後、物理化学的な定数などを利用して算出する。

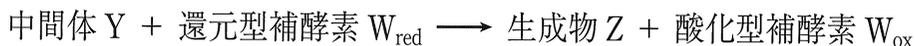
H_2CO_3 、 HCO_3^- の合計量の測定は以下のように行われる。まず、試料を弱アルカリ性にして H_2CO_3 と HCO_3^- を全て HCO_3^- とする。

その後、酵素 α と酵素 β の2つの酵素反応を用いて HCO_3^- の総量を求める。それぞれの酵素反応は以下のように表せる。

●酵素 α による反応



●酵素 β による反応：



一連の反応の結果として、基質 X と HCO_3^- 、および還元型補酵素 W_{red} から、最終的に生成物 Zと酸化型補酵素 W_{ox} が生成する。この一連の酵素反応は、反応開始時に酵素 α 、酵素 β 、基質 X、還元型補酵素 W_{red} を試料と混合することにより、定量的に、かつ完全に進行する。

また、ここで使用する補酵素は、還元型 W_{red} と酸化型 W_{ox} で 340 nm ($= 3.40 \times 10^{-7} \text{ m}$) の電磁波(光)の吸収量(吸光度)が大きく異なるので、この変化量から HCO_3^- の濃度を求めることができる。

問 1 下線部①において、 Na^+ の量を測定するための方法として、一定量の Na^+ を含む溶液を炎に入れた際に観察される 589 nm ($= 5.89 \times 10^{-7} \text{ m}$) の波長の光の強さ(量)を計測する方法がある。この測定に際して利用されているのは何という反応か。その反応を表す最も適切な名称を解答欄(i)に答えなさい。また 589 nm の波長の光は何色か、下の選択肢 a ~ e から選び、解答欄(ii)にそれぞれ答えなさい。

■ 選択肢 ■

- a. 紫 b. 青 c. 緑 d. 黄 e. 赤

問 2 下線部②について、以下の文章の空欄(ア)~(オ)に当てはまる最も適切な語句を解答欄(ア)~(オ)にそれぞれ答えなさい。

「塩化物イオンを含む溶液に既知の濃度の(ア)水溶液を用いて滴定を行うが、この時に指示薬としてクロム酸カリウムの水溶液を少量加える。この初期状態では溶液の色は(イ)色である。この溶液に(ア)水溶液を滴下していくと、塩化物イオンと(ア)水溶液中の(ウ)イオンが反応して白色沈殿が生じる。(ア)水溶液の滴下を続けると、やがて溶液の色が(エ)色に変わるので、この変色をもって滴定の終点とする。この沈殿滴定の方法を(オ)法と呼ぶ。」

問 3 下線部③について、ある血液中の H_2CO_3 と HCO_3^- の物質量を求めるために以下の測定を行った。この血液 1.00 mL 中の H_2CO_3 と HCO_3^- の物質量の合計はいくらか。解答欄に有効数字 3 桁で答えなさい。

● 測定の手順とその結果 ●

- 血液 1.00 mL をメスフラスコに入れ、薄いアンモニア水を用いて 100 mL に希釈し、測定用溶液 A を得た。溶液 A の pH の測定値から、溶液中の H_2CO_3 は全て HCO_3^- の状態になっていると考えられた。
- 試料 A を吸光度の測定用容器に 0.200 mL 入れ、そこに基質 X、還元型補酵素 W_{red} 、酵素 α 、酵素 β を含む溶液を入れて全量を 1.00 mL にした。
 全ての酵素反応が完全に終了したのを確認後、照射する光の波長を変化させながら、その溶液の吸光度を測定した(図：本実験)。
- 比較のため、試料 A のかわりに 0.200 mL の水を吸光度の測定用容器に入れ、そこに基質 X、還元型補酵素 W_{red} 、酵素 α 、酵素 β を含む溶液を入れて 1.00 mL にした溶液を作製して、同様に分析した(図：対照実験)。
- 手順 2 と手順 3 の結果をまとめたのが以下の図である。

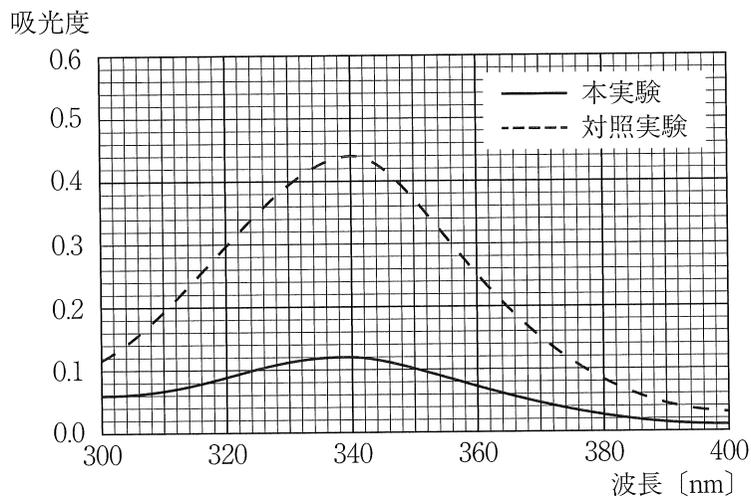


図 酵素反応後の各溶液の各波長における吸光度

なお、これらの測定時には基質 X および還元型補酵素 W_{red} は HCO_3^- に比べて過剰量存在しており、また、この還元型補酵素 W_{red} と酸化型補酵素 W_{ox} では、340 nm における吸光度の差が 6.40×10^3 になったときに、還元型から酸化型へ 1.00 mol/L に相当する濃度の変化があるとする。そして、この吸光度の差と、還元型から酸化型への濃度変化の量は比例関係にある。

問 4 下線部④について、一連の反応で生じた生成物 Z を精製して諸性質について調べたところ、分子式 $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$ で表される 2 価のカルボン酸であり、かつヒドロキシ酸であった。また、生成物 Z には物理的性質や化学的性質は同じであるが光に対する性質の異なる異性体が存在することがわかった。

生成物 Z を表す最も適切な構造式を一つ解答欄に答えなさい。また、生成物 Z において、光に対する性質が異なる異性体が生じる原因となる原子を○で囲みなさい。

IV 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

私たちの身のまわりでは様々な合成高分子化合物が利用されている。例えば、1935年に開発された世界初の合成繊維であるナイロン66は、(ア)とアジピン酸を(イ)させることで得られる。その分子内には多数の(ウ)結合があり、それらの(ウ)結合は分子間で多くの水素結合を形成するため高い強度が生まれる。そのため、耐摩耗性や弾性に優れており、丈夫な繊維として様々な用途に用いられている。

また、日本では1939年に、初の国産合成繊維である(エ)が開発された。(エ)は、繊維状にしたポリビニルアルコールを乾燥後、部分的にアセタール化^①することで得られる。この繊維は、適度な吸湿性を示し、天然繊維である綿(木綿)^②に似た感触をもつ。

その他、分子内に(オ)結合を繰り返しもつPET^③は、衣料品用の繊維として、あるいは合成樹脂としてPETボトルなどに用いられている。また、使用済みのPETは回収された後、その一部は衣服などの原料としてリサイクルされている。

問1 文中の空欄(ア)～(オ)に入る最も適切な語句を解答欄に答えなさい。

問2 (エ)を合成する実験を下線部①の流れに沿って行う。528.0gのポリビニルアルコールの分子中に存在するアセタール化が可能な官能基のうち、44.0%をアセタール化するためには質量パーセント濃度で30.0%のホルムアルデヒド水溶液が何mL必要であるか。解答欄に有効数字3桁で答えなさい。なお、この実験時の温度における30.0%ホルムアルデヒド水溶液の密度は 1.08 g/cm^3 とする。

問3 下線部②について、適度な吸湿性を示す原因となる官能基の名称を解答欄に答えなさい。

問 4 下線部③について、PET が合成される反応を化学反応式で解答欄に答えなさい。ただし、反応式中の有機化合物については、例に従って構造式で表しなさい。

問 5 下線部③について、市販の PET ボトルの一部を切り取り細かく裁断した。このうち、6.00 g をヘキサフルオロイソプロパノールに完全に溶解し 1.00 L の PET 溶液を調製した。

この PET 溶液を、次ページの図左のように半透膜をはさんで作られた素焼き容器に入れ、上端が開いたガラス管の付いた栓をした。その後、ガラス管の最下部と同じ高さまで素焼き容器の外側に純溶媒であるヘキサフルオロイソプロパノールを入れた。そのまま十分な時間放置したところガラス管内の水位が上昇し、その水位差は 6.80 cm であった(図右)。

この市販の PET ボトルに使われていた PET の平均分子量を求め、解答欄に有効数字 3 桁で答えなさい。なお、この測定は 1013 hPa, 27.0 °C で行われ、1013 hPa の圧力は水銀柱の高さ 7.60×10^{-1} m に相当し、この温度での水銀の密度は 13.6 g/cm^3 とする。また、この温度での PET 溶液の密度は 1.60 g/cm^3 とし、溶媒の移動に伴う密度の変化は無視できるものとする。

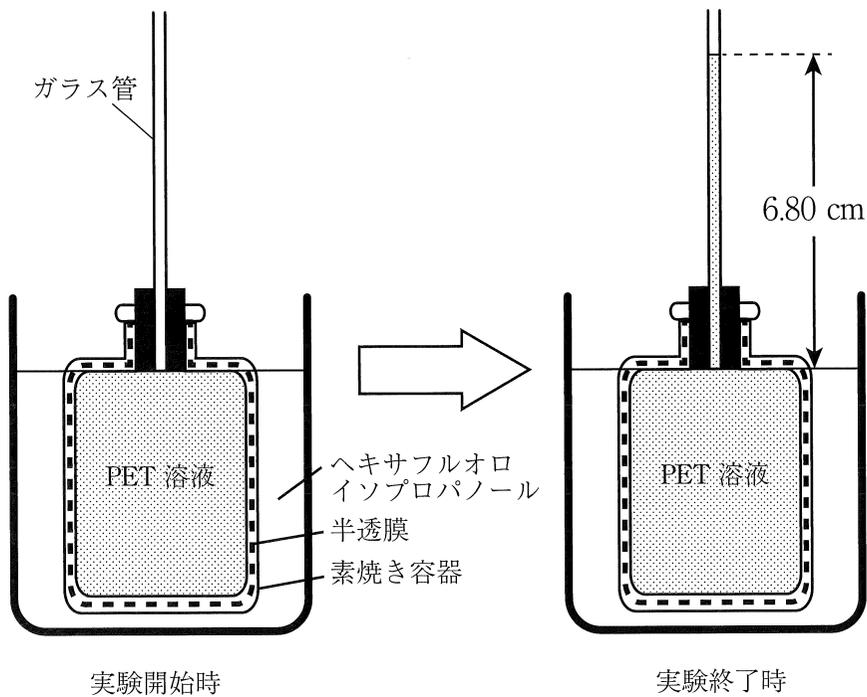


図 実験の模式図

附 錄

附錄一：關於「中華民國」之說明

附錄二：關於「中華民國」之說明

附錄三：關於「中華民國」之說明

附錄四：關於「中華民國」之說明

附錄五：關於「中華民國」之說明

附錄六：關於「中華民國」之說明

附錄七：關於「中華民國」之說明

附錄八：關於「中華民國」之說明

附錄九：關於「中華民國」之說明

附錄

附錄

生 物 (前期)

解答上の注意：記号等の選択において複数回答で順番を問題にしていない場合は、アルファベット順、五十音順、番号順に並べなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

I 次の(1)~(8)の問に答えなさい。

(1) 生物の多様性の3つのレベルとは「遺伝子」、「種」と残り1つは何か答えなさい。

(2) 聴覚または平衡覚を担う感覚細胞がある部位(構造)をすべて選びなさい。

- | | | |
|-------|--------|--------|
| A 中耳 | B コルチ器 | C 鼓膜 |
| D 前庭 | E 毛様体 | F 耳小骨 |
| G 外耳道 | H 網膜 | I 該当なし |

(3) アクチンフィラメントと微小管で共通しているものをすべて選びなさい。

- A 直径が10 nm 以下である。
- B 球状タンパク質が重合して繊維状になる。
- C 動物細胞の細胞分裂の過程で必要である。
- D 筋収縮で主要な役割を果たしている。
- E 鞭毛の主要成分である。
- F 該当なし。

(4) 適応免疫(獲得免疫)が深く関係しているものを3つ選びなさい。

- | | |
|----------------|--------|
| A アナフィラキシーショック | B 炎症 |
| C I型糖尿病 | D 血液凝固 |
| E 鎌状赤血球症 | F ワクチン |

(5) 新口動物をすべて選びなさい。

- A ゴカイ B ナメクジウオ C カブトムシ
D カエル E イセエビ F ヒトデ
G 該当なし

(6) 体細胞分裂と減数分裂で共通してみられるものをすべて選びなさい。

- A 紡錘体が見られる。 B 前期で染色体が凝集する。
C 二価染色体が見られる。 D 分裂後の核相は n である。
E 第一分裂で乗換えが起こる。 F 該当なし。

(7) 正しいものをすべて選びなさい。

- A 動物の細胞を構成する成分の中で、脂質は2番目に多い。
B 核酸と炭水化物を構成する元素では、リンのみが異なる。
C タンパク質もエネルギー源になることがある。
D ゲノム DNA は4種類のヌクレオチドが重合したものである。
E 脂質にリンが含まれることはない。
F 該当なし。

(8) 植物ホルモンの働きについて正しい組み合わせのものをすべて選びなさい。

- A アブシシン酸 - 気孔の開口
B エチレン - 果実の成熟
C ジベレリン - 茎の肥大成長
D オーキシン - 頂芽優勢
E エチレン - 茎の伸長成長
F ジベレリン - 発芽の促進
G 該当なし

II

次の文章を読み、問に答えなさい。

問 1 以下の文の空欄(ア)～(キ)に最も適切な語を語群 1 から、また A～D に最も適切な遺伝子名を語群 2 からそれぞれ 1 つ選びなさい。

ショウジョウバエでは(ア)の前端に の(イ)が蓄えられ、(ウ)後に(エ)が開始される。合成された(オ)は、胚の前端部から後端部に向かって濃度勾配を形成し、他の母性因子と共同で胚の前後軸を決める。(オ)などの母性因子は(カ)として働き、次の 群の(キ)および(エ)を促す。この 群によってつくられた(カ)の働きで、次に 群の発現が促され、胚は前後軸に沿って7つの帯状のパターンが形成される。 群からつくられる(カ)の働きで、今度は 群の発現が促進され、ショウジョウバエの体を構成する14体節が決定する。

語群 1

- | | | |
|------------|--------------|----------|
| 1 卵細胞 | 2 胞胚 | 3 卵割 |
| 4 受精 | 5 転写 | 6 翻訳 |
| 7 スプライシング | 8 DNA | 9 mRNA |
| 10 tRNA | 11 rRNA | 12 調節遺伝子 |
| 13 調節タンパク質 | 14 ビコイドタンパク質 | |

語群 2

- | | |
|-----------------|-----------|
| 1 セグメントポラリティ遺伝子 | 2 ギャップ遺伝子 |
| 3 ペアルール遺伝子 | 4 ビコイド遺伝子 |

問 2 ホメオボックスの説明として最も適切なものを1つ選びなさい。

- 1 ホメオティック遺伝子群のことである。
- 2 アンテナペディア複合体のことである。
- 3 ホメオティック遺伝子群にみられる相同性の高い塩基配列のことである。
- 4 分節された1個ずつの体節のことである。

問 3 誤っている記述を1つ選びなさい。

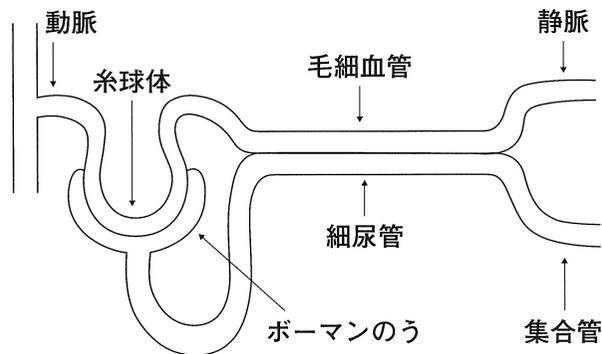
- 1 Hox 遺伝子は動物に広く存在し、ショウジョウバエのホメオティック遺伝子と相同な遺伝子である。
- 2 Hox 遺伝子は調節遺伝子である。
- 3 ホメオティック遺伝子が発現する領域の胚の中での並び順は、それぞれの遺伝子が染色体上で並んでいる順とほぼ一致している。
- 4 ホメオティック遺伝子が転写・翻訳されてできるタンパク質は、体の特定部位をつくる構造体となる。

問 4 ショウジョウバエの性はヒトと同じように性染色体によって決まり、オスがXY、メスがXXである。ショウジョウバエではX染色体上に存在する1対の対立遺伝子(赤眼遺伝子と白眼遺伝子)が眼の色の決定に重要であり、赤眼が白眼に対して顕性である。白眼のオスと赤眼のメスを交配すると、その子(F_1)はすべて赤眼であった。 F_1 のオスとメスを交配して得られた孫(F_2)について、何%が赤眼か答えなさい。

III

以下の文章を読み、設問に答えなさい。

ヒトの腎臓は **A** 胚葉に由来し、 **B** 個存在する。以下の図はヒトの腎臓の機能単位である **C** という構造と血管を含む部分の模式図である。**C** は腎小体と細尿管からなる構造で、腎小体では動脈につながる毛細血管が複雑に折りたたまれて球状の糸球体を形成し、ボーマンのうという袋に接している。糸球体では血液がろ過され、血球やタンパク質などの高分子は血液中にとどまるが、グルコースなどの低分子は原尿中に出る。細尿管で原尿から必要な栄養分、イオン、水などが輸送タンパク質を通じて盛んに再吸収される。さらに続く集合管では副腎皮質からの鉱質コルチコイドとともに、脳下垂体から分泌された **D** が水の再吸収を促し、最終的に生成された尿は腎うを経て腎臓から出ていく。

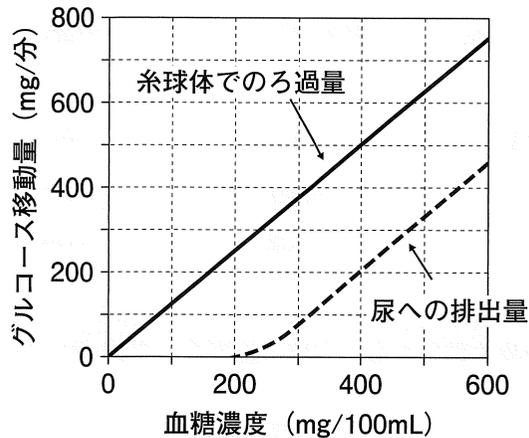


問 1 A～Dにあてはまる語句や数字を答えなさい。

問 2 腎臓の機能について考察し、誤っている記述を2つ選びなさい。

- A 腎臓での水の再吸収が増えると血圧が上昇する。
- B 集合管のアクアポリンの働きが悪くなると尿の量が減る。
- C 細尿管の上皮の細胞では ATP が盛んに消費される。
- D 糸球体で血液がろ過されてできる原尿は赤色である。
- E 腎臓内部には **C** が多数存在する。

問 3 以下のグラフはある成人のグルコースの糸球体でのろ過量と尿中へのグルコースの排出量を表したものである。



- (1) グルコースの再吸収量をグラフに描きなさい。
- (2) 1時間あたりの原尿の生成量(mL)を答えなさい。

問 4 ヒトの正常および病気の腎臓における尿の生成について以下の表に示す。ただし、原尿中のすべてのイヌリンは尿として排出されるものとする。

	正常		病気	
	血しょう	尿	血しょう	尿
5分間の尿量 (mL)		5.0		6.2
イヌリン濃度 (mg/mL)	0.1	12.0	0.1	8.0
グルコース濃度 (mg/mL)	1.0	0	2.4	48

- (1) 正常な腎臓が10分間に再吸収したグルコースの量(mg)を答えなさい。
- (2) 病気の腎臓におけるグルコースの再吸収量はろ過量の何%か答えなさい。

IV

以下の問に答えなさい。

問 1 ヒトの中枢神経において、(1)自律神経の調節、(2)記憶の形成の役割を主として担う領域(中枢領域)として最も適切なものを以下の選択肢からそれぞれ1つ選んで記号で答えなさい。

- | | | |
|-----------|----------|---------|
| (あ) 大脳新皮質 | (い) 海馬 | (う) 扁桃体 |
| (え) 視床 | (お) 視床下部 | (か) 橋 |
| (き) 中脳 | (く) 小脳 | (け) 延髄 |

問 2 図 1 は脊椎動物の髄鞘をもつ末梢の神経細胞を模式的に表したものである。

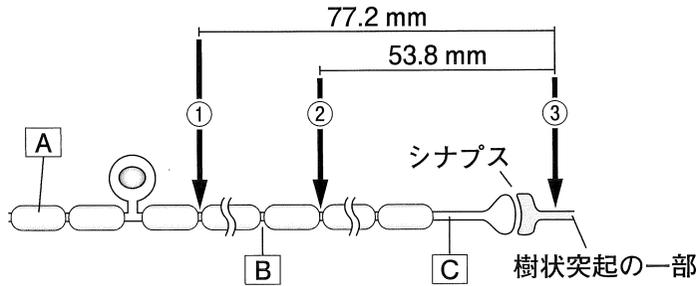


図 1 末梢の神経細胞の模式図と刺激および記録部位

- (1) 図 1 の A～C の名称を書きなさい。ただし、A は末梢神経の髄鞘を形成する細胞、B は髄鞘と髄鞘の間の部位を表す名称とする。
- (2) 図 1 の部位①を電気刺激したところ 4.45 ミリ秒後にシナプス後電位が部位③で記録された。同様に部位②を電気刺激したところ 2.5 ミリ秒後にシナプス後電位が部位③で記録された。
 - (a) 部位①-③間、部位②-③間の距離がそれぞれ図中に示したとおりである場合、この神経繊維の興奮の伝導速度を求めなさい。ただし単位は (m/秒) とすること。

(b) 図1のシナプス間隙の距離が72 nmで、ここを興奮が0.6ミリ秒で伝達された。このシナプスの伝達速度は(2)の(a)で求めた神経繊維での興奮の伝達速度の何倍か、最も近い値を以下の選択肢から選び記号で答えなさい。

- (あ) 1.0×10^{-5} (い) 1.2×10^{-4} (う) 1.6×10^{-2}
 (え) 6.0×10^{-2} (お) 1.0×10^{-1} (か) 1.2×10^{-1}

(3) 以下の図2は図1の神経細胞が興奮した時の膜電位を記録したものである。

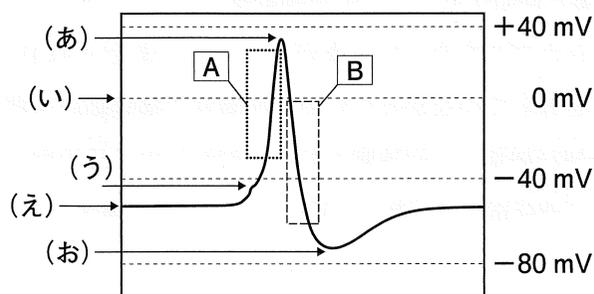


図2 興奮時の電位変化

(a) 図2で静止電位はどこに相当するか、最も適切な電位を矢印(あ)～(お)から選び記号で答えなさい。さらに静止電位の発生に関わるナトリウムポンプ以外の輸送タンパク質の名称を挙げて、その輸送タンパク質で起こっているイオンの流れを40字程度で説明しなさい。

(b) 図2の点線 **A** と **B** で囲まれた時間の膜電位変化はイオンの移動によるものである。関与する主なイオンの名称とそのイオンが細胞膜のどちら側からどちら側に移動しているか、以下の選択肢からそれぞれ選んで続けて記号で書きなさい。解答例 A : (あ), (き)

- (あ) H^+ (い) K^+ (う) Cl^-
 (え) Na^+ (お) Mg^{2+} (か) OH^-
 (き) 外側から内側 (く) 内側から外側

問 3 神経細胞は興奮性と抑制性のもがあり、それぞれ興奮性シナプスと抑制性シナプスによる結合を介して神経ネットワークを形成している。以下の図3のような6種類の神経細胞 α , β , A, B, C, D が作る神経ネットワークがあり、それら神経細胞とそれぞれのシナプス伝達の性質は以下の条件を満たすものとする。

<条件>

α と β は興奮を開始するリズム発生神経細胞であり、 α は A と C に、 β は B と D に興奮性シナプスを介してつながっている。また A は D に、B は C に抑制性シナプスを介してつながっている。興奮性の神経細胞は興奮すると 10 ミリ秒後に次の神経細胞を 1 回興奮させる。抑制性の神経細胞は興奮すると 10 ミリ秒後に次の神経細胞を抑制し、同時に入力される興奮伝達がある場合はそれを消去する。

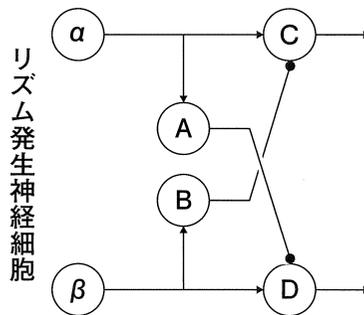


図3 神経細胞 α , β , A, B, C, D が作るネットワーク

(→)は興奮性シナプス, (●→)は抑制性シナプスを表している。

〈選択肢〉 ○と×は神経細胞が興奮している(○)か、興奮していない(×)かを示し、各選択肢はそれぞれA, B, C, Dの神経細胞の順での興奮の状態を表している。

- (あ) ×××× (い) ○××× (う) ×○×× (え) ××○×
 (お) ×××○ (か) ○○×× (き) ×○○× (く) ××○○
 (け) ○×○× (こ) ○××○ (さ) ×○×○ (し) ○○○×
 (す) ○○×○ (せ) ○×○○ (そ) ×○○○ (た) ○○○○

(1) 以下の図4のようなタイミングで神経細胞 α , β が興奮してそれが続いた場合、最初に α が興奮してから150ミリ秒後のA~Dの神経細胞の状態を上を選択肢から選びなさい。

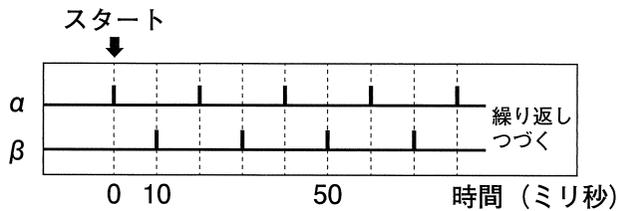


図4 神経細胞 α , β の興奮のタイミング。太い縦棒は興奮したことを表す。

(2) 以下の図5のようなタイミングで α , β が興奮した場合、最初に α と β が同時に興奮(スタート)してから410ミリ秒後のA~Dの神経細胞の状態を上を選択肢から選びなさい。

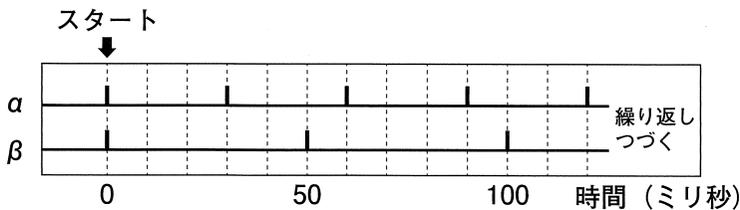


図5 神経細胞 α , β の興奮のタイミング。太い縦棒は興奮したことを表す。

訂正 令和8年度一般選抜試験（前期） 理科

下記のように訂正してください。

物理

II p.3 1行目 下記のように「2個」を挿入する。

(誤) 「図のような起電力 V の直流電源,」

↓

(正) 「図のような起電力 V の直流電源 2個,」

化学

II p.17 問6 以下の文中の2か所(訂正が必要な所を二重下線で示した)

(誤) 「リチウムイオン電池のように起電力の大きな電池を作る際に、電解質として水溶液を用いると、放電に伴って溶媒の水が()され、起電力の低下など不都合が生じる。そのため電解質には有機溶媒などが用いられている。」

↓

(正) 「リチウムイオン電池のように起電力の大きな電池を作る際に、電解質の溶媒として水を用いると、放電に伴って溶媒の水が()され、起電力の低下など不都合が生じる。そのため電解質の溶媒には有機溶媒などが用いられている。」

生物

<訂正1> p.27 下から3行目

I (4) 選択肢「B 炎症」を削除。

<訂正2> p.28 6行目

I (6) 選択肢B (誤)「凝集」 → (正)「凝縮」

<訂正3> p.33 7行目

IV 問1 選択肢「(け) 延髄」を削除。

出典

生物 前期 II

順天堂大学医学部 2018年度 生物 Iを改変