

令和 7 年度一般選抜試験(後期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 39 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) 3 枚の解答用紙のすべての所定欄に、それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。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、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 (後期)

I 図1のような水平な床から角度 θ 傾いた斜面が2つある。1つの斜面はなめらかで、もう1つの斜面は粗い。斜面上にある x 軸は床と平行で、斜面上にある y 軸と直交する。 xy 座標の原点を O 、 x 軸は右向きを正、 y 軸は下向きを正とする。2つの斜面上に質量 m の小さな物体を静かに置くと、物体は斜面をすべり下りる。以下の問に答えよ。重力加速度の大きさは g 、粗い斜面と物体の間の動摩擦係数は μ とする。斜面はじゅうぶん大きく、斜面上をすべり下りる物体は床に到達することはない。空気の抵抗は考えないものとする。

時刻 $t=0$ のとき、原点 O にある物体に、 y 軸の正の向きに初速 v_0 を与えた。

問 1 時刻 t における物体の y 座標を次の場合について求めよ。

- i) 斜面がなめらかな場合
- ii) 斜面が粗い場合

時刻 $t=0$ のとき、原点 O にある物体に、 x 軸の正の向きに初速 v_0 を与えた。

問 2 斜面がなめらかな場合、物体に働く力の x 成分と y 成分をそれぞれ求めよ。

問 3 斜面が粗い場合、図2のようにすべり下りる物体の斜面上での速度ベクトルと x 軸の正の向きとのなす角を ϕ として、物体に働く力の x 成分と y 成分をそれぞれ求めよ。途中の考え方も記せ。

問 4 粗い斜面の場合、じゅうぶん時間が経過したとき、物体はどのような運動を行うか簡潔に説明せよ。また、物体に初速を与えてからじゅうぶん時間が経過するまでの物体の運動の概形を、横軸 x 、縦軸 y のグラフに実線で明瞭に図示せよ。補助線を描く場合は、点線を用いよ。

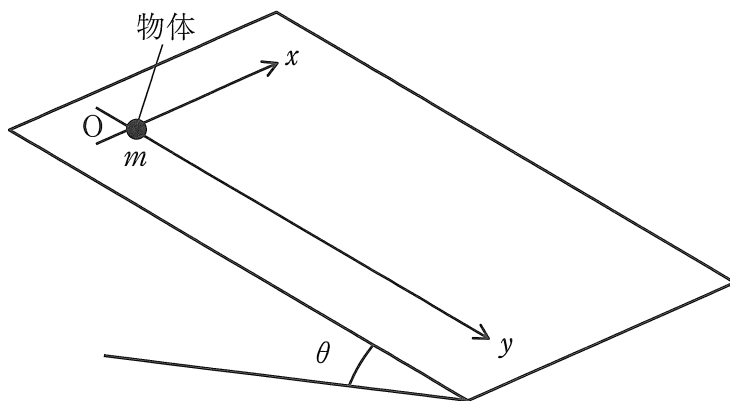


図 1

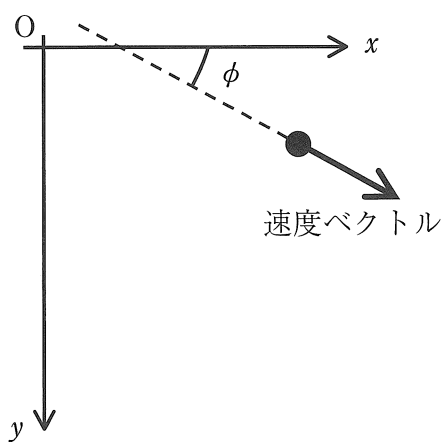


図 2

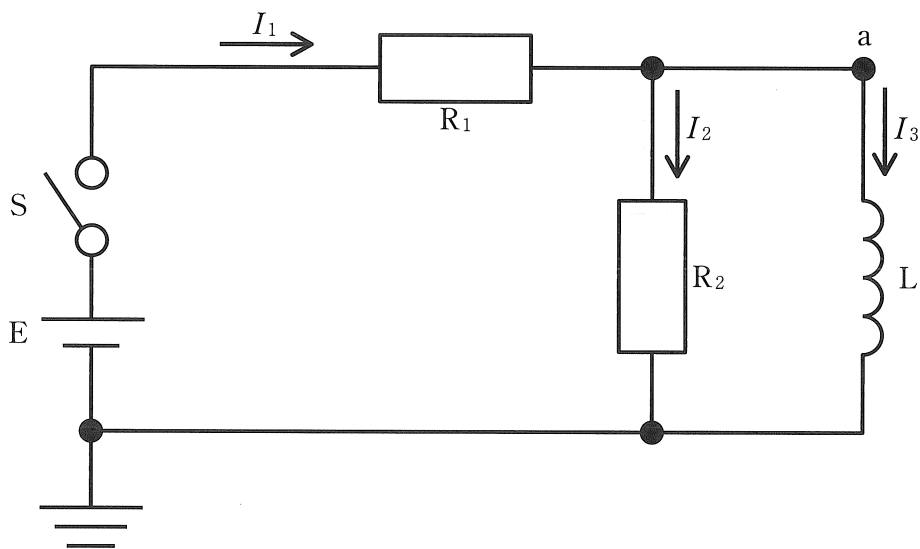
Ⅱ 図のような、抵抗値 R の抵抗 R_1 、抵抗値 $2R$ の抵抗 R_2 、コイル L 、起電力 E の直流電源 E 、スイッチ S からなる回路がある。直流電源の内部抵抗とコイルや導線の抵抗は無視できる。 R_1 と R_2 と L に流れる電流 I_1 、 I_2 、 I_3 は、図中の矢印の向きに流れる場合を正とする。以下の問に答えよ。

時刻 $t=t_1$ のとき、 S を閉じた。 S を閉じた直後に R_1 、 R_2 、 L に流れる電流はそれぞれ、 $I_1 =$ 、 $I_2 =$ 、 $I_3 =$ 、点 a での電位は となる。

その後、 $t=t_2$ で R_1 、 R_2 、 L を流れる電流が一定になった。 R_1 、 R_2 、 L に流れる電流はそれぞれ、 $I_1 =$ 、 $I_2 =$ 、 $I_3 =$ 、点 a での電位は となる。

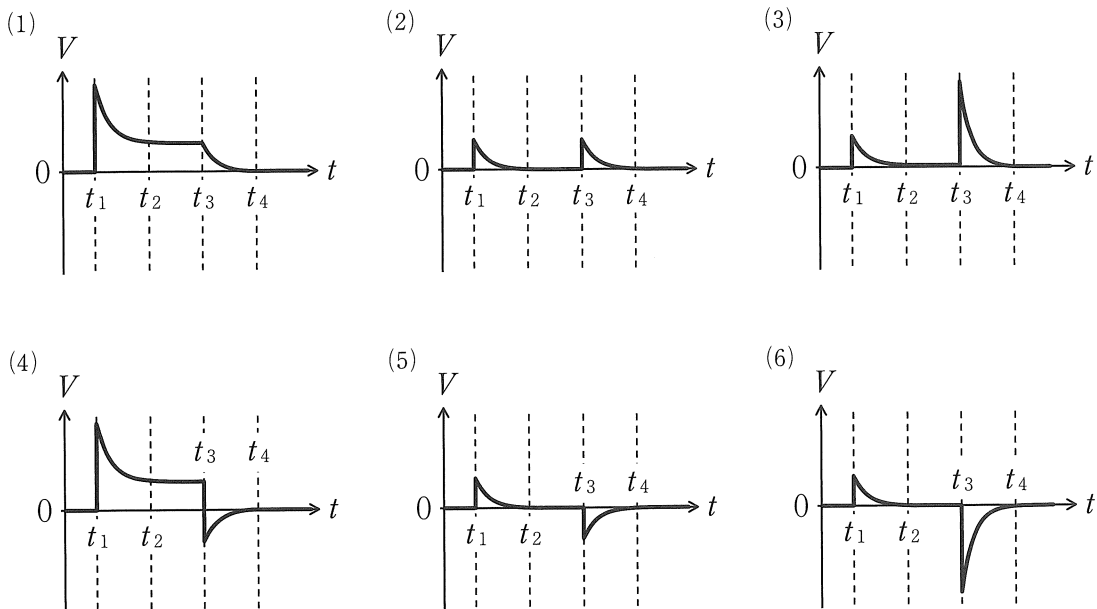
その後、 $t=t_3$ のとき、 S を開いた。 S を開いた直後に R_2 、 L に流れる電流はそれぞれ、 $I_2 =$ 、 $I_3 =$ 、点 a での電位は となる。

その後、 $t=t_4$ で R_2 、 L に流れる電流はそれぞれ $I_2=0$ 、 $I_3=0$ となる。



問 1 アからサの空欄に入る最も適した文字式をそれぞれの解答欄に記入せよ。

問 2 点 a の電位 (V) の時間変化を表すグラフとして最も適当なものを(1)から(6)より選び、番号で答えよ。



Ⅲ 眼球の構成物である水晶体は凸レンズの役割を果たす。図 1 のように、大気(屈折率 1)中に、厚さ t_1 の透明で厚くて大きな板 1 (屈折率 $n_1 (> 1)$) を置き、厚さ方向に平行になるよう x 軸を取った。 x 軸と板 1 の右面との交点を点 O、左面との交点を点 P とし、物体 X を点 P から板 1 の左面に接するように置いた。以下の問に答えよ。 $\theta \div 0$ のとき、 $\sin \theta \div \tan \theta$ とする近似を適用してもよい。

x 軸を水晶体の光軸と一致させ、物体 X を点 O 近傍から観察したところ、物体 X がまるで x 軸上の点 S_1 上に存在しているように見えた。

問 1 OS_1 を求めよ。

問 2 物体 X の高さが h であるとき点 S_1 上の虚像の高さはいくらか。

問 3 このとき物体 X は何倍に拡大されて見えたことになるか。途中の考え方も記せ。

次に、図 2 のように、物体 X を取り外した板 1 の左面に、厚さ t_2 の透明で厚くて大きな板 2 (屈折率 $n_2 (> n_1)$) を接するように置いた。 x 軸と板 2 の左面との交点を点 Q とし、物体 X を点 Q から板 2 の左面に接するように置いた。 x 軸を水晶体の光軸と一致させ、物体 X を点 O 近傍から観察したところ、物体 X がまるで x 軸上の点 S_2 上に存在しているように見えた。

問 4 OS_2 を求めよ。途中の考え方も記せ。

問 5 このとき物体 X は何倍に拡大されて見えたことになるか。途中の考え方も記せ。

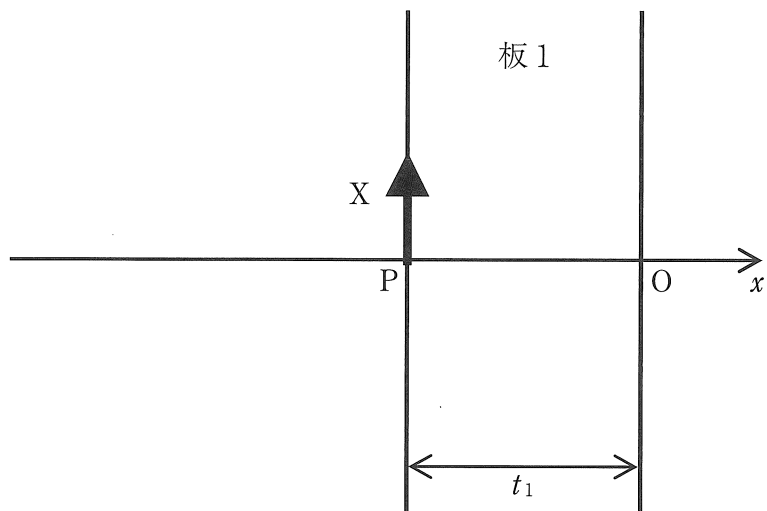


图 1

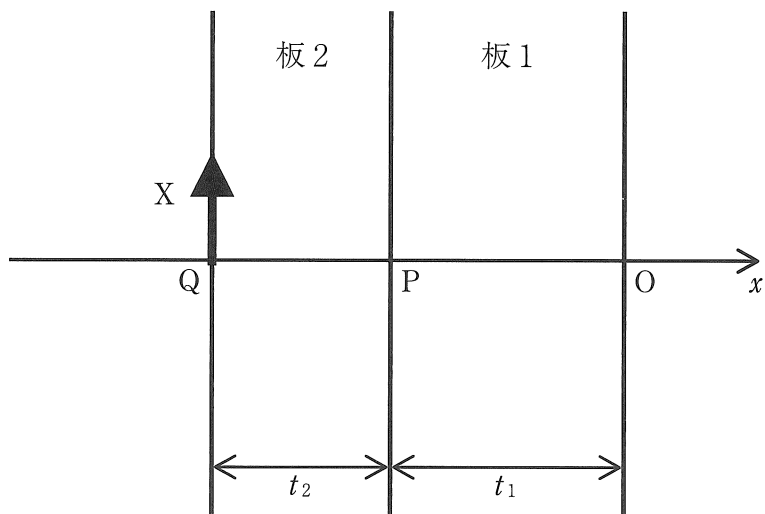


图 2

IV 図1のように、大きな水槽になめらかに動く2つの小さなピストン(断面積 S)を内蔵したシリンダーが水平に固定してある。シリンダーの側面には目盛りがあり、ピストン間の距離を計測することができる。シリンダーとピストンはよく熱を通す。以下の問に答えよ。大気圧は p_0 、室温は T_0 、気体定数を R とする。

シリンダーに単原子分子理想気体を入れ2つのピストンで封じた。じゅうぶん時間が経過したとき、ピストン間の距離は L_0 であった。

問 1 シリンダーの中の気体の物質量を求めよ。

次に、室内に置いてあった水を水槽に注ぎ、シリンダー全体を水中に沈めた。水はシリンダー内に入ることはない。シリンダーを水中に沈めてからじゅうぶん時間が経過したとき、ピストン間の距離は L であった。

問 2 シリンダー内の気体の圧力を求めよ。

水槽の温度調整器を起動し水温を T_1 までゆっくりと変化させ、じゅうぶん時間が経過した。

問 3 ピストン間の距離を求めよ。

問 4 このとき、気体が水から得た熱量はいくらか。途中の考え方も記せ。

温度調整器で水の温度を変えながら、ピストン間の距離を記録する操作を行い、横軸を水温(T)、縦軸をピストン間の距離(L)のグラフを作成したところ、図2のような直線関係が成り立つ結果となった。

問 5 この実験結果から絶対零度(0 K)は何°C となるか。有効数字3桁で答えよ。

途中の考え方も記せ。

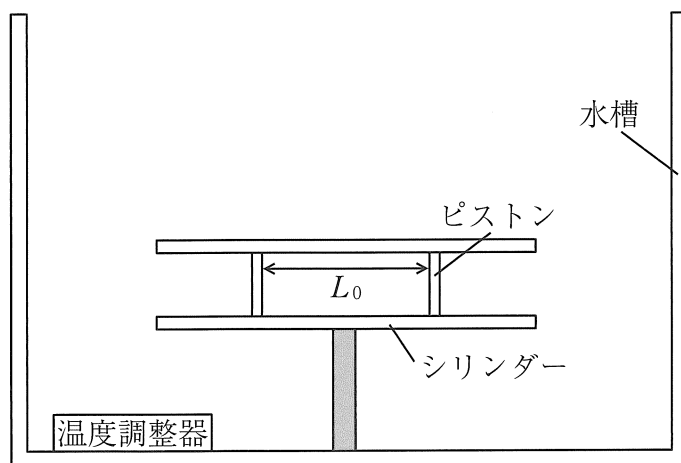


図 1

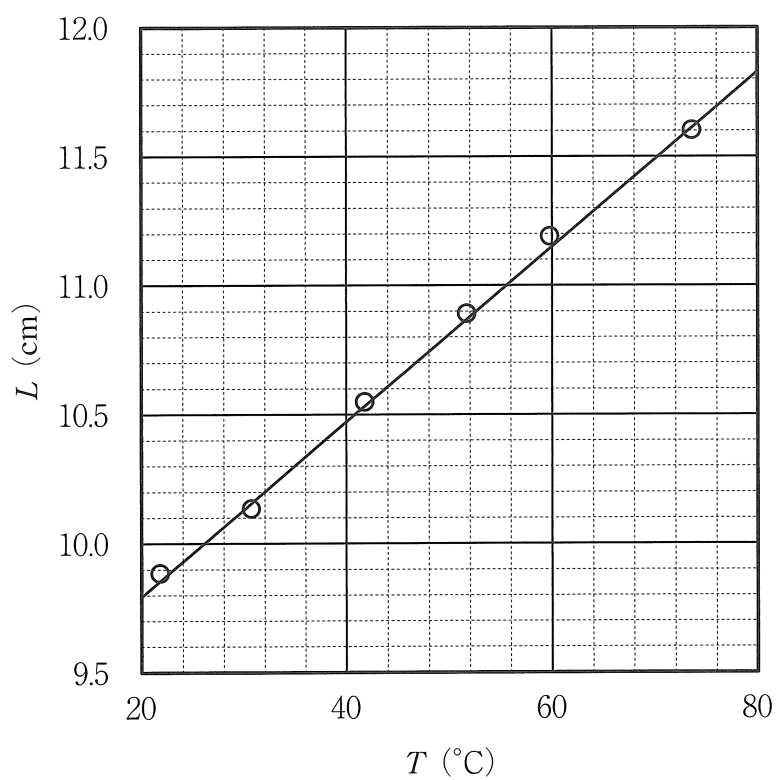


図 2

化 学 (後期)

[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 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $S = 32.1$,

$Cl = 35.5$, $Fe = 55.9$

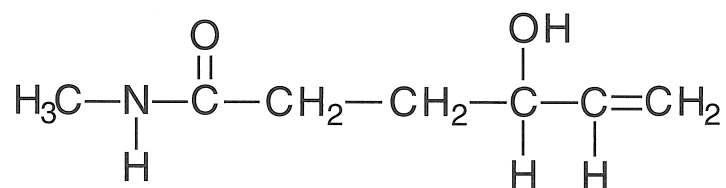
気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

$\sqrt{2} = 1.41$, $\sqrt{3} = 1.73$, $\sqrt{5} = 2.24$, $\sqrt{7} = 2.65$, $\sqrt{11} = 3.32$,

$\sqrt{13} = 3.61$

$\log_{10} 2 = 0.301$, $\log_{10} 3 = 0.477$, $\log_{10} 7 = 0.845$

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。

炭化水素 A の構造などを調べるために、炭化水素 A の燃焼実験を行った。

図 1 のような実験装置を用意した。この装置のピストン(黒)は、スムーズに移動するように作られている。

まず、何も入っていない実験装置に、コック(図 1 の $\leftarrow$)から炭化水素 A を 1.68 g 注入した。このときの容器内の状態は、温度 27°C 、圧力 $1.35 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、そして体積 0.554 L であった。

さらに、コックから実験装置に 6.40 g の酸素を注入した後、装置内で炭化水素 A を燃焼した。燃焼反応の終了直後、容器内には液体や固体の物質はなかった(図 2)。

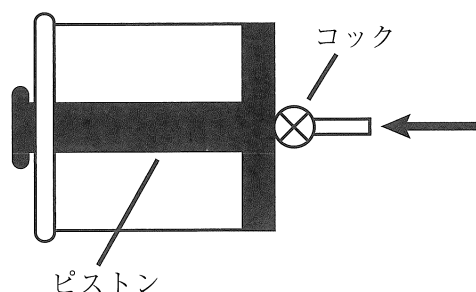


図1 実験装置(気体注入前)

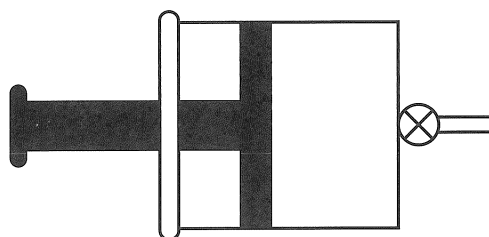


図2 実験装置(燃焼反応終了時)

次に、燃焼後に実験装置内にある成分を分析するために、図2のコックに三方コック、吸収管X(塩化カルシウムが詰まっている)、続いて吸収管Y(ソーダ石灰が詰まっている)を図3のように接続した。三方コックを操作し、実験装置と吸収管Xのみが通じる様にした後、コックを開き、実験装置の容積がなくなるまでピストンを押した。容器内の気体を全て押し出した後、コックを閉じた。

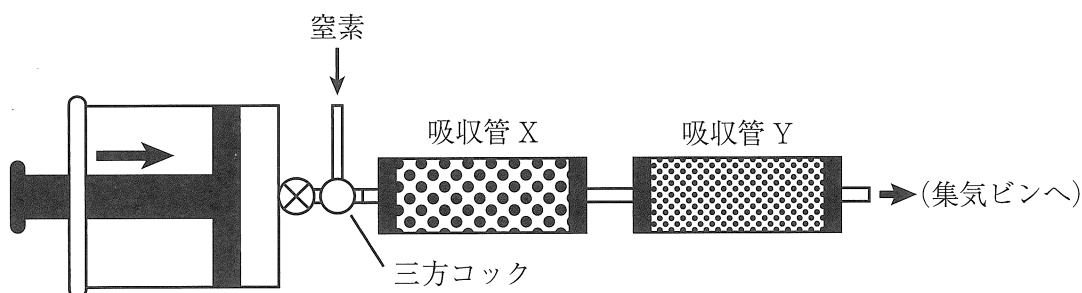


図3 三方コック、吸収管Xおよび吸収管Yを接続した実験装置

この時点では、各吸収管にとどまっている物質があると考えられたので、三方コックを窒素注入口(→)と吸収管Xのみが通じる様にした後、吸収管Xの容積および吸収管Yの容積の和の2倍量の窒素を注入口から通じたところ、燃焼反応で生じた物質はすべて吸収管X、Yを通過した。通過した気体を集気ビンに集めて成分の分析を行った。^①

取り外した吸収管Xの質量は2.16 g、吸収管Yの質量は5.28 g、それぞれ増加していた。^②

これらの実験において、起こりうる化学反応は全て完全に進行し、実験装置から排出した各物質はすべて気体状態で移動したものとする。また、実験装置は実験を進めるための十分な大きさを持ち、実験装置をつなぐ配管などの容積は無視できるものとする。

問 1 炭化水素 A の分子量を小数第一位まで求め、解答欄に答えなさい。

問 2 炭化水素 A の組成式を解答欄に答えなさい。

問 3 炭化水素 A として何種類の異性体が考えられるか。解答欄に数字で答えなさい。

問 4 炭化水素 A の考えうる異性体のうち、すべての炭素原子が直鎖状に結合し、かつすべての炭素原子が同一平面上に存在するものをすべて解答欄に構造式で答えなさい。

問 5 下線部①について、検出された気体(窒素をのぞく)の性質として適切なものを以下の選択肢からすべて選び、解答欄に記号で答えなさい。

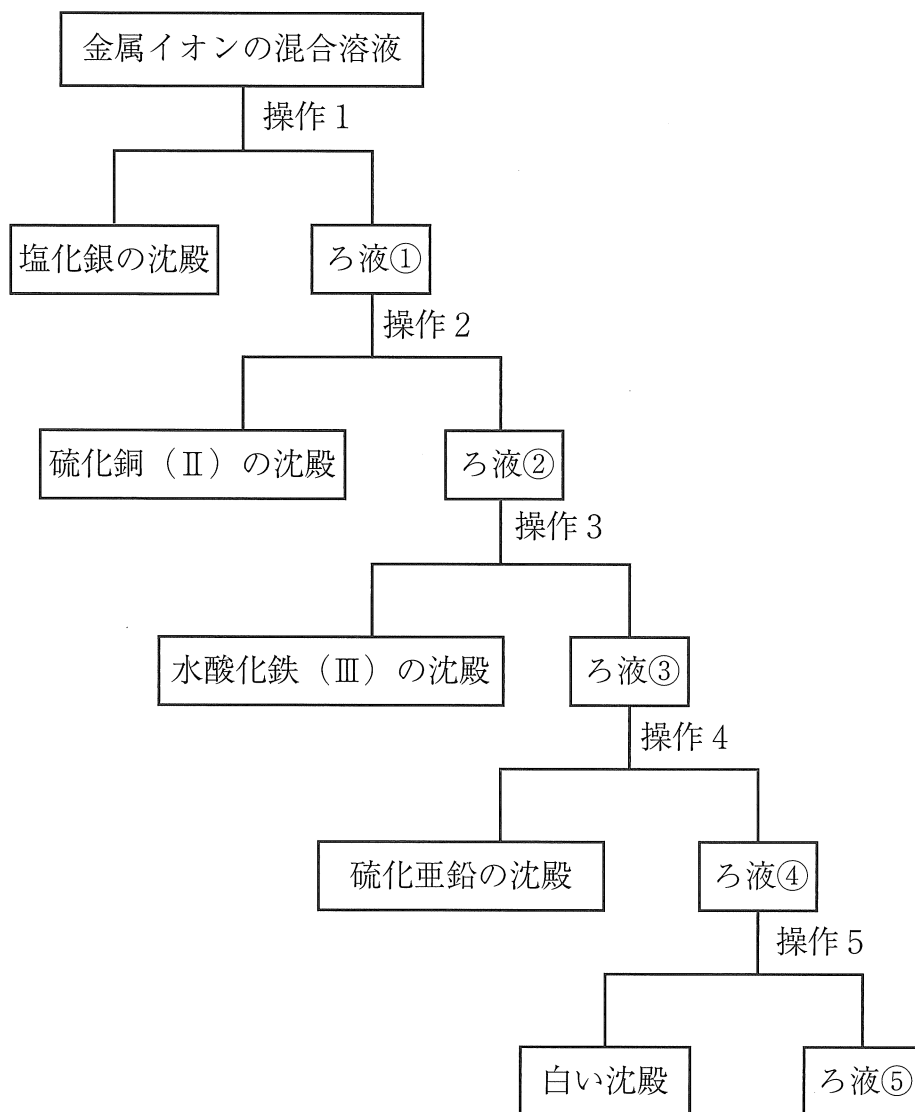
■ 選択肢 ■

- ア. 不燃性 イ. 可燃性 ウ. 助燃性 エ. 刺激臭 オ. 腐卵臭
カ. 無臭 キ. 石灰水を白濁させる ク. 臭素水を脱色する
ケ. 無声放電により特異臭の気体になる

問 6 下線部②について、吸収管 Y の質量の増加に寄与したすべての化学反応を化学反応式で表し、解答欄に答えなさい。

Ⅱ 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

あなたは高等学校の化学の教員である。今回、金属イオンの系統分離の実験をした。生徒が分析で使用する金属イオンの混合溶液と必要な試薬をあらかじめ調製し、実験当日は、下図の流れで分析を進めた。



操作 1 : 2 mL の金属イオンの混合溶液(銀イオン, 銅(Ⅱ)イオン, 鉄(Ⅲ)イオン, 亜鉛イオン, カルシウムイオンがいずれも 0.1 mol/L の濃度で溶解している)を試験管に取り, 3 mL の希塩酸^(a)を加え, 生じた塩化銀の沈殿をろ過により取り除き, ろ液①を得た。

操作 2 : 換気に注意し, 硫化水素の気体をろ液①に吹き込んだ^(b)。生じた硫化銅(Ⅱ)の沈殿をろ過により取り除き, ろ液②を得た。

操作 3 : 煮沸後室温に戻したろ液②に, 酸を加えたのち^(c), 十分にアンモニア水を加えた。生じた水酸化鉄(Ⅲ)の沈殿をろ過により取り除き, ろ液③を得た。

操作 4 : 換気に注意し, 硫化水素の気体をろ液③に吹き込んだ^(d)。生じた硫化亜鉛の沈殿をろ過により取り除き, ろ液④を得た。

操作 5 : ろ液④に, 二酸化炭素の気体を吹き込んだ。いずれの生徒の試験管も白く濁った。その濁りをろ過により取り除き, そのろ紙を乾燥して白い粉末を得た。しかし, 一部の生徒の試験管では, 白い濁りがやがて消え, 無色透明^(e)となり, 粉末を得ることができなかった。

操作 6 : 操作 5 で得た沈殿と操作 4 で得た沈殿をそれぞれ乾燥したが, どちらがどちらの沈殿なのかわからなくなった。これらの判別をするために, それぞれの沈殿から得た粉末の一部を希塩酸に溶解し, 白金線につけてガスバーナーの(A)炎に入れ, (B)反応の結果で同定を行った。

問 1 下線部(a)について, 実験に必要な希塩酸として 0.500 mol/L の塩酸を 200 mL 調製した。市販の塩酸を何 mL 量り取り, 希釈したか。解答欄に有効数字 3 桁で答えなさい。なお, 市販の塩酸の濃度は, 質量パーセント濃度で 35.0 %, 密度は 1.20 g/cm³であった。

問 2 下線部(b)において, 硫化水素は硫化鉄(Ⅱ)に硫酸を加えて発生させた。ろ液①に溶けている銅(Ⅱ)イオンをすべて硫化銅(Ⅱ)の沈殿とするためには, 少なくとも何 g の硫化鉄(Ⅱ)が必要であったか。有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。

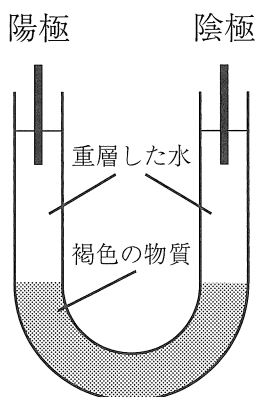
問 3 下線部⑥，操作 4 の下線部④では，いずれも硫化水素の気体をろ液①とろ液③に吹き込むが，このとき，それぞれのろ液の性質の組み合わせとして最も適切なものを下の表から選び，解答欄にア～オの記号で答えなさい。

	ろ液①の性質	ろ液③の性質
ア	酸性	酸性
イ	酸性	塩基性
ウ	塩基性	酸性
エ	塩基性	塩基性
オ	中性	中性

問 4 下線部③で加えた酸として最も適切なものを下から選び，解答欄に記号で答えなさい。

ア．塩酸 イ．硫酸 ウ．硝酸 エ．酢酸 オ．炭酸

問 5 操作 3 により生じた水酸化鉄(Ⅲ)の沈殿を塩酸に溶解した。この溶液を沸騰水中に加えて十分に煮沸すると褐色の物質となった。これを図のような U 字管にいれ、両側より静かに水を重層し、電極を水に差し込んだ。この U 字管の電極に、直流電源をつないで電流を流したとき、褐色の物質はどのようになったか。下の選択肢から該当するものをすべて選び解答欄(i)に記号で答えなさい。また、このような現象を何というか解答欄(ii)に最も適切な語句を答えなさい。



■ 選択肢 ■

- ア. 陽極側に移動した。
- イ. 陰極側に移動した。
- ウ. 陽極側への移動と陰極側への移動を周期的に繰り返した。
- エ. 移動は観察されなかった。
- オ. 褐色物質が無色になった。
- カ. 褐色物質が白色になった。
- キ. 褐色物質の色に変化がなかった。

問 6 下線部㊦について、このような現象は、指示した時間よりも長く二酸化炭素の気体の吹き込みを続けていた生徒の試験管で見られた。下線部㊦の現象を化学反応式で表し、解答欄に答えなさい。

問 7 操作 6 の文中の(A)、(B)に入る最も適切な語句を解答欄に答えなさい。

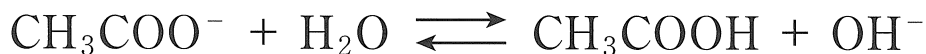
Ⅲ 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

弱酸である酢酸は、水溶液中で以下のように一部の分子が電離して平衡状態になる。



ここで、酢酸水溶液の濃度を c mol/L、電離度を α とすると、平衡状態における水溶液の水素イオン濃度は(ア)mol/L と表される。また、電離度が1よりも十分に小さいと仮定すると、電離定数 K_a は(イ)mol/L と近似できる。

また、酢酸と水酸化ナトリウムからなる塩である酢酸ナトリウムの水溶液では、電離して生じた酢酸イオンの一部は水と反応し、次のような電離平衡の状態にある。



この電離平衡における平衡定数を、塩の加水分解定数 K_h といい、次の式のように定義できる。

$$K_h = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$$

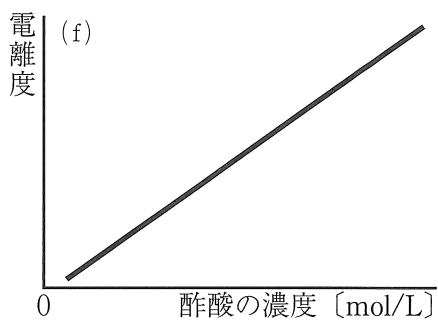
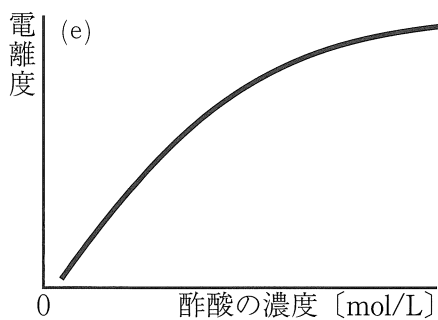
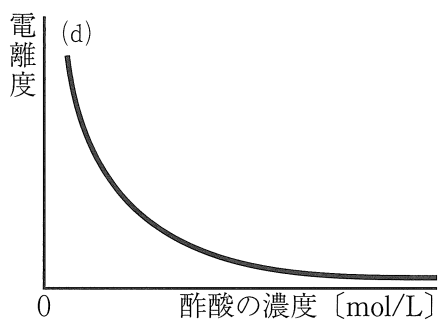
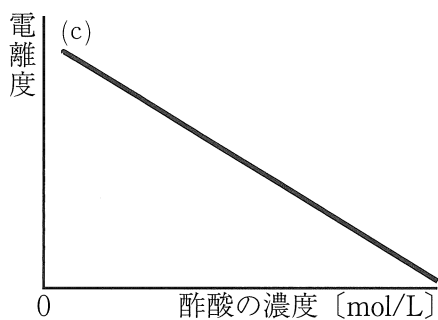
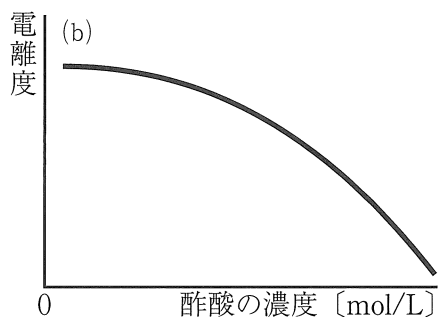
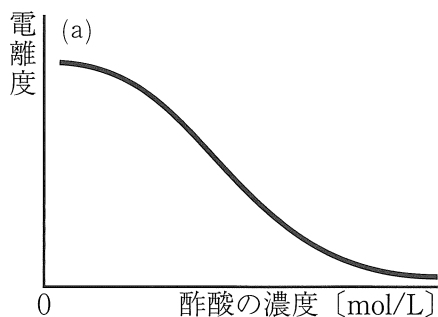
この K_h は、 K_a および K_w (水のイオン積)を用いて、

$$K_h = (\quad \text{ウ} \quad)$$

と表すことができる。

問 1 文章中の(ア)と(イ)には c および α を用いて、また(ウ)には K_a および K_w を用いて、それぞれの() 内に入る最も適した式を解答欄に答えなさい。

問 2 酢酸水溶液における酢酸の電離度は、酢酸の濃度により変化する。以下の
(a)~(f)のグラフから、酢酸の濃度と電離度の関係を表すグラフとして最も適切
なものを選び、解答欄に記号で答えなさい。



酢酸水溶液について、以下の滴定実験を行い、各値を求めた。

【滴定実験】

コニカルビーカーに入れた 0.200 mol/L の酢酸水溶液 10.00 mL に、指示薬(pH 指示薬)を加え、ビュレットから 0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を滴下した。

なお、実験中に温度の変化はなく、この温度における酢酸の電離定数 K_a は 2.10×10^{-5} mol/L、水のイオン積 K_w は 1.00×10^{-14} (mol/L)² とし、指示薬の添加による体積の変化や中和反応への影響はないものとする。

問 3 この酢酸水溶液の滴定実験において、次の選択肢のうち誤っている操作をすべて選び、解答欄に記号で答えなさい。

- ア. ビュレットを少量の 0.200 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で洗った後、滴定に用いた。
- イ. コニカルビーカーを少量の 0.200 mol/L 酢酸水溶液で洗った後、0.200 mol/L 酢酸水溶液を 10.00 mL 加えた。
- ウ. ホールピペットを少量の 0.200 mol/L 酢酸水溶液で洗った後、酢酸水溶液を 10.00 mL 量り取った。
- エ. ビュレットの目盛りの値を最小目盛の 10 分の 1 の桁まで読み取った。
- オ. 滴定の指示薬としてメチルオレンジ水溶液を用いた。

問 4 この滴定実験において、水酸化ナトリウム水溶液を 2.00 mL 滴下したとき、溶液中の水素イオン濃度は何 mol/L か。有効数字 3 桁で解答欄に答えなさい。

なお、水酸化ナトリウムの電離度は 1 とみなし、酢酸の電離度は 1 と比べて十分に小さい値であるとみなして計算しなさい。

問 5 この滴定実験において、滴定の終点(中和点)での pH はいくらか。小数点以下 1 桁で解答欄に答えなさい。ただし、このとき加水分解される酢酸イオンの濃度は、中和反応により生じた酢酸イオンの濃度に比べて十分に低いものとする。

問 6 この滴定実験において、滴定の終点での水溶液に 0.02 mol/L の塩酸を 10 mL 加えたところ、酢酸のにおいが強く感じられた。このときの水溶液中で進んだ反応(現象)を何というか。5 字以内で解答欄に答えなさい。

IV 以下の文章を読み、問いに答えなさい。

問 1 次の(1)～(4)の分子式で表される鎖式有機化合物がある。これらの分子に含まれる可能性のある官能基および構造上の特徴を下記の語群からすべて選び、解答欄に記号で答えなさい。ただし、同じ官能基や構造上の特徴を何度選んでもよい。

(1) CH_2O_2 (2) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (3) C_3H_6 (4) $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$

■ 語 群 ■

ア. 炭素間の二重結合	イ. 炭素間の三重結合	ウ. ヒドロキシ基
エ. カルボキシ基	オ. エステル結合	カ. エーテル結合

問 2 同じ炭素数からなる 1 価の直鎖飽和アルコール W と 1 価の直鎖飽和カルボン酸 X を混合し、そこに少量の濃硫酸を加えて加熱したところ、化合物 Y が得られた。カルボン酸 X の分子量 M_X と生成した Y の分子量 M_Y の比は、 $M_X : M_Y = 1.00 : 1.84$ であった。Y の示性式を解答欄に答えなさい。また、示性式中の炭化水素基は C_nH_m- のようにまとめて記述しなさい。

問 3 分子式 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ で表される有機化合物 Z について、(1)と(2)の問いにそれぞれ答えなさい。

(1) Z に濃硫酸を加え加熱すると分子内で脱水反応が起こった。また、Z に二クロム酸カリウムの硫酸酸性溶液を加えて加熱するとケトンが生じた。Z の構造式を解答欄に答えなさい。

(2) Z はヨードホルム反応を示した。(1)で答えた Z の構造式に、ヨードホルム反応を示す原因となる構造を実線で囲みなさい。

生 物 (後期)

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)の間に答えなさい。

(1) ヒトの網膜に存在する色の識別に関与する視細胞の名称を答えなさい。

(2) ヒトの組織で内胚葉由来のものをすべて選びなさい。

- | | | |
|--------|---------|---------|
| A 自律神経 | B 腎臓 | C 肺の上皮 |
| D 心筋 | E 小腸の上皮 | F 大腸の筋肉 |
| G 該当なし | | |

(3) 自己免疫疾患をすべて選びなさい。

- | | | |
|-----------|----------|------------|
| 1 インフルエンザ | 2 エイズ | 3 鎌状赤血球貧血症 |
| 4 関節リウマチ | 5 重症筋無力症 | 6 I型糖尿病 |
| 7 該当なし | | |

(4) A～Fの地球上の進化の過程で起きた出来事について順番に並べた場合、2番目、4番目、6番目に起きた出来事を順に答えなさい。(解答例：A, B, C)

- A 嫌気性細菌が出現した。
- B 好気性細菌が出現した。
- C 酸素発生型の光合成細菌が出現した。
- D 多細胞生物が出現した。
- E 化学進化により、脂質膜からなる小胞が出現した。
- F 真核生物が出現した。

(5) 岡崎フラグメントに関する説明で正しいものをすべて選びなさい。

- A リーディング鎖の合成反応で作られる。
- B ラギング鎖の合成反応で作られる。
- C 半保存的複製のメカニズムにより作られる。
- D 個々のフラグメントは 3' → 5' 方向に合成される。
- E 合成直後には、岡崎フラグメントの 3' 側にプライマー RNA が連結している。
- F 原核生物には存在しない。
- G 該当なし。

(6) 生態系について正しいものをすべて選びなさい。

- 1 チョウの擬態は鳥などの捕食者の目をあざむいていると考えられる。
- 2 ヒトとカイチュウは相利共生の関係にある。
- 3 ゴウリムシとヒメゴウリムシの生態的地位はほとんど重ならない。
- 4 生態的地位が種間で異なると、種間競争が激しくなる。
- 5 かく乱が弱い場合と強い場合ではともに種数は減る。
- 6 該当なし。

(7) 血糖調節において交感神経のはたらきによりホルモンを分泌するものをすべて選びなさい。

- | | |
|--------------------|--------------------|
| A 副腎皮質 | B 副腎髄質 |
| C 脳下垂体前葉 | D 脳下垂体後葉 |
| E 甲状腺細胞 | F すい臓ランゲルハンス島 A 細胞 |
| G すい臓ランゲルハンス島 B 細胞 | H 該当なし |

(8) マウスの 2 組の対立遺伝子 A, a と B, b が同じ染色体上にある場合を考える。

遺伝子型 AABB と aabb を P(親)として交配したところ、F₁(子)はすべて AaBb となった。次に F₁ を aabb と交配したところ、得られた F₂(孫)は、AaBb が 202 個体、Aabb が 29 個体、aaBb が 31 個体、aabb が 165 個体生じた。この結果から A と B の遺伝子間での組換え価にもっとも近い値を選びなさい。

- A 2 % B 4 % C 7 % D 14 % E 26 % F 34 %

II

以下の文章を読み、問に答えなさい。

ヒマワリの若い茎は太陽の方向に向かって伸長し、まるで太陽を追いかけているような動きをする。このような茎の性質を(ア)という。また①成長時期のヒマワリを暗所で横に倒すと茎は先端から上に向かって伸長し、根は重力方向に曲がる。この時の茎の性質を(イ)、根の性質を(ウ)という。これら環境応答には植物ホルモンのオーキシンがはたらいている。②オーキシンによる植物の成長作用はその濃度と植物体の部位によって異なり、芽生えにおけるそれらの関係性が明らかになっている。また、植物の成長では、背が高くなる縦方向の伸長成長と茎が太くなる横方向の肥大成長が適正なバランスで行われている。これには③(エ)の他、オーキシン、通常では気体の(オ)が適切にはたらくことが重要である。ばか苗病に感染したイネは、病原菌が分泌する(エ)の作用によりこのバランスが乱れ、細長く伸長成長してしまう。

問 1

- (1) 下線部①の反応とは異なり、刺激の方向とは無関係に起こる反応(性質)のことを何というか答えなさい。
- (2) またその性質の例として適切な現象を以下からすべて選び記号で答えなさい。
- A 植物が地中の水分の多い方に根を伸ばす。
 - B 明るくなるとセイヨウタンポポの花が開く。
 - C アサガオのつるが支柱に左回りに巻き付く。
 - D アサガオのつるが支柱に沿って上に成長する。
 - E オジギソウの葉を触ると葉が閉じる。
 - F シロツメクサの葉は夜になると閉じる。
 - G 該当なし。

問 2 本文中(ア)～(ウ)に入る語句を以下からそれぞれ選び、続けて記号で答えなさい。解答例：A, B, C

A 正の光屈性

B 負の光屈性

C 正の重力屈性

D 負の重力屈性

問 3 下線部②について、(1)と(2)に答えなさい。

(1) 以下の図1のA～Eより根と茎の特性を示すグラフとしてもっとも適切なものをそれぞれ選び、根、茎の順に続けて書きなさい。(解答例：A, B)

(2) 植物を横に倒すと根と茎ではオーキシンが地面に対して同じ方向に移動する。(a)その方向は上側か下側か答えなさい。(b)下線部①のように根と茎で異なった屈性を示すしくみを(a)で選んだ側でのオーキシンの作用の観点から二行で説明しなさい。

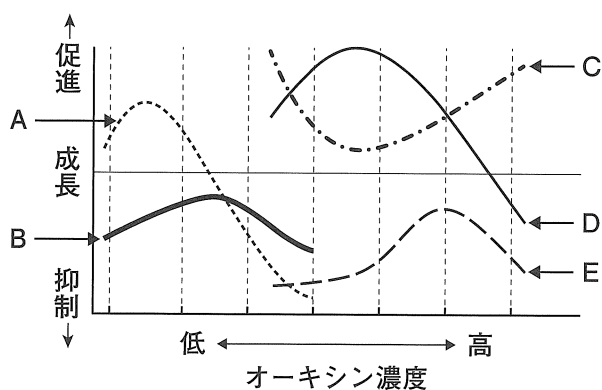


図1 オーキシン濃度と植物の成長との関係

問 4

- (1) 幼葉鞘先端部分で光を感知し、オーキシンの極性移動のきっかけとなる光受容体タンパク質の名称を書きなさい。
- (2) (1)のタンパク質の光の吸収スペクトルとしてもっとも適切なものを以下の図2のA～Dから一つ選び記号で答えなさい。

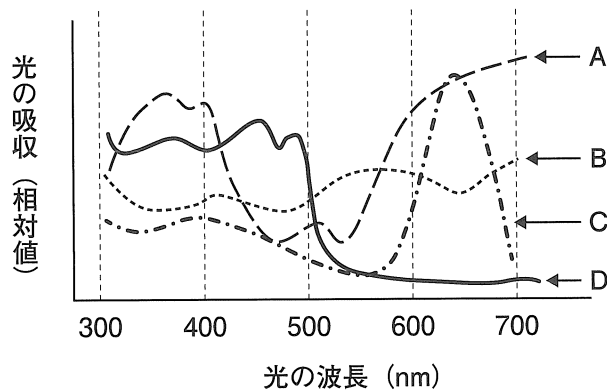


図2 光受容体タンパク質の吸収スペクトル

- (3) 暗所で育てている幼葉鞘に、横から 660 nm の赤色光を当てて観察した。この時の植物の反応性について、3つの語句(光・方向・屈曲)を使用して15字以内で説明しなさい。

問 5 根冠の細胞内に存在する重力感知に関わる細胞小器官の名称を書きなさい。

問 6 下線部③について実験を行った。アズキの芽生えから茎を切り出し、水または植物ホルモンを含む溶液に浸した。12時間後の平均伸長率と茎の長さあたりの重量増加率を調べた結果を表1に示す。ただし気体の(オ)は生育箱に充填することで切り出した茎に十分に作用しているものとする。

表1 作用させた植物ホルモンと茎の伸長率および長さあたりの重量増加率

植物ホルモン	伸長率(%)	長さあたりの重量増加率(%)
なし(水のみ)	3	0.1
オーキシン	42	1.3
(エ)	3	0.1
オーキシン+(エ)	89	1.3
オーキシン+(オ)	15	4.2

(1) 表1の実験結果から推測される植物ホルモンの成長作用について適切なものを以下からすべて選び記号で答えなさい。

- A オーキシンは単独で伸長成長および肥大成長に効果はない。
- B オーキシンは単独で伸長成長に効果はあるが、肥大成長に効果はない。
- C オーキシンは単独で伸長成長および肥大成長に効果がある。
- D (エ)は単独で伸長成長および肥大成長に効果はない。
- E オーキシンと(エ)が同時に作用すると、オーキシン単独の場合と比べ伸長成長が促進する。
- F オーキシンと(オ)が同時に作用すると、オーキシン単独の場合と比べ伸長成長が促進する。
- G オーキシンと(オ)が同時に作用すると、オーキシン単独の場合と比べ肥大成長が促進する。
- H 該当なし。

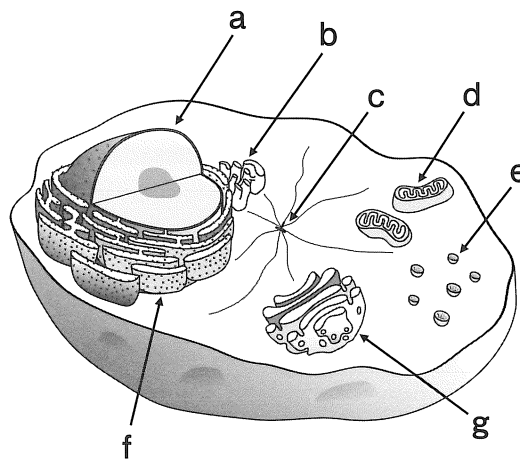
- (2) 植物ホルモン(エ)と(オ)は微小管の方向を制御し細胞壁のセルロース繊維の方向をそろえる作用がある。以下の表2の(エ), (オ), (a), (b)にあてはまる語句を書き, 表2を完成させなさい。ただし, (エ)と(オ)は植物ホルモンの名称を答え, (a)と(b)はそろえるセルロース繊維の方向を「縦」か「横」で答えなさい。

表2 植物ホルモンとその作用によるセルロース繊維の方向性

植物ホルモン	セルロース繊維の方向
(エ)	(a)
(オ)	(b)

III

以下の図は動物細胞を模式的に示したものである。各問に答えなさい。



問 1 細胞小器官について以下の問に答えなさい。

- (1) 二酸化炭素を生じる細胞小器官を図の a ～ g から 1 つ選び、その記号と名称を書きなさい。
- (2) DNA が含まれている細胞小器官を図の a ～ g からすべて選びなさい。
- (3) 脂質の合成や細胞内のカルシウムイオン濃度の調節などに関わる細胞小器官を図の a ～ g から 1 つ選びなさい。
- (4) 細胞内でおこる酵素反応を考えた場合、細胞小器官として様々な膜で囲まれた区画に分かれていることの意義を一行で説明しなさい。

問 2 細胞の小胞の輸送について問に答えなさい。

- (1) 酵母菌は動物細胞と基本的に同じ細胞小器官をもっているため、酵母菌を用いて細胞内の小胞による物質輸送のしくみについての研究が行われた。下図Aは酵母菌の模式図で、細胞内の(あ)～(え)はエキソサイトーシスに至る過程に関係している細胞小器官であるゴルジ体、小胞体、2種類の小胞のいずれかを示しており、細胞小器官ごとにタンパク質の輸送に関係した1つの遺伝子がはたらいているものとする。酵母菌の突然変異体を分離したところ、分泌タンパク質が細胞内で正常に輸送されず、下図B～Eの黒点で示すように異なる細胞小器官にそれぞれ蓄積した。それらの変異体ではそれぞれ別の遺伝子が変異していた。さらにそれらの遺伝子について、下記の表のように2つ同時に変異をした突然変異体(二重突然変異体)を分離したところ、分泌タンパク質が蓄積される細胞小器官はすべてどちらか一方の突然変異体と同じであった。これらの結果をもとに分泌タンパク質の細胞小器官での輸送順序を決定し、(あ)～(え)の記号を早い順に並べなさい。

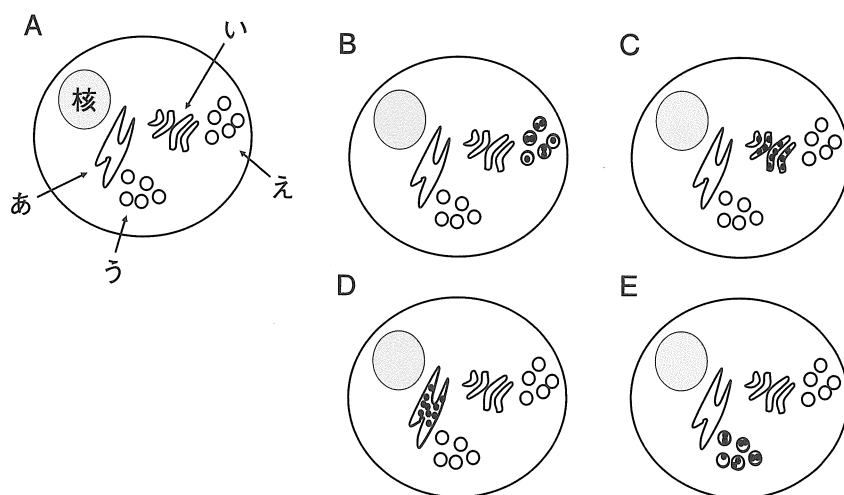


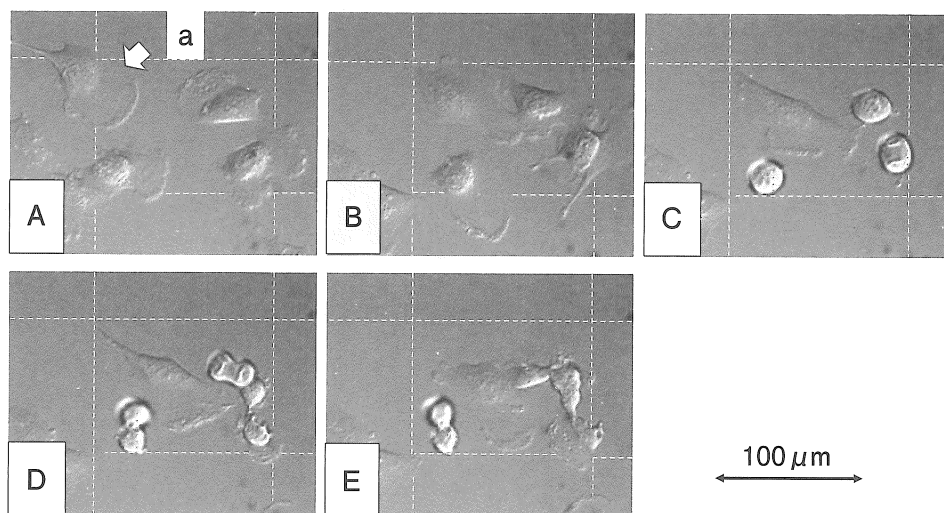
図 酵母菌の細胞小器官と突然変異体におけるタンパク質の蓄積の様子

表 二重突然変異と蓄積した細胞小器官の関係

二重突然変異	蓄積した細胞小器官
B と C	い
B と E	う
C と E	う
D と E	あ

- (2) 細胞がエキソサイトーシスを行うと小胞内の内容物が分泌されるとともに、細胞膜に小胞の脂質二重層の膜を供給することとなる。エンドサイトーシスでは逆のことが起こる。ある細胞ではエキソサイトーシスとエンドサイトーシスの作用により 30 分で細胞膜の 100 % に相当する面積の生体膜が置き換わっている。この細胞では膜の供給はエキソサイトーシスのみによってされるものとし、細胞を直径 $10\text{ }\mu\text{m}$ の球体、エキソサイトーシスを行う輸送小胞を直径 50 nm の球体と仮定した場合、1 秒あたり何個の小胞がエキソサイトーシスをしているか答えなさい。ただし、小数点第 2 位を四捨五入すること。
- (3) 細胞では絶えずエキソサイトーシスとエンドサイトーシスが起きている。細胞の大きさや形が変わらない場合、エキソサイトーシスとエンドサイトーシスの関係はどのようなになっているか 36 字以内で答えなさい。

問 3 下の写真は培養した哺乳類の細胞の顕微鏡写真である。A～Eは同一視野で撮影した連続写真を順に並べたものであり、EはAから4時間経過しているが、途中の写真の撮影時間は等間隔ではない。なお、写真にある白の破線は場所を示す補助線である。



(1) aの細胞が移動する4時間の平均速度($\mu\text{m}/\text{分}$)を求め、もっとも近いものを選びなさい。

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| A 0.02 $\mu\text{m}/\text{分}$ | B 0.06 $\mu\text{m}/\text{分}$ | C 0.3 $\mu\text{m}/\text{分}$ |
| D 1.2 $\mu\text{m}/\text{分}$ | E 2.1 $\mu\text{m}/\text{分}$ | |

(2) A～Eの写真で観察される細胞活動(現象)について、「細胞の移動」以外に起こっていることを書きなさい。

- (3) ものごとを注意深く観察することは、現象を理解したり、新しい発見をしたりするために非常に大切である。科学的な記録を目的とした場合を想定し、以下の細胞を数分程度で大きくスケッチしなさい。ただし、名称等は記入しなくてよい。

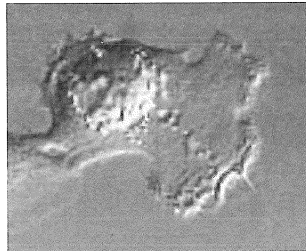


図 スケッチ用の細胞の写真

IV

以下の文章を読み、問に答えなさい。

①カタラーゼは、呼吸をするほぼすべての生物に含まれ、呼吸により発生する有毒な過酸化水素を分解し無毒化する。この酵素の性質を調べるために、以下の実験を行った。カタラーゼはウシの肝臓から精製し、リン酸緩衝液(pH7 に調整)に溶かして実験に用いた。

試験管 A には、カタラーゼ溶液 1 mL とリン酸緩衝液 2 mL を入れ、35℃で 30 分間保った(前処理)。その後 3 %過酸化水素水 2 mL を加えて 35℃で 30 分間反応させた(酵素反応)。

試験管 B～E には、カタラーゼ溶液 1 mL とリン酸緩衝液 2 mL を入れ、4℃あるいは 90℃で 30 分間保った(前処理)。液温を 4℃、35℃あるいは 90℃に調整した後、3 %過酸化水素水 2 mL を加えて 30 分間反応させた(酵素反応)。

試験管 F と G には、カタラーゼ溶液 1 mL を入れ、水酸化ナトリウム水溶液で pH13 にし、35℃で 30 分間保った(前処理)。試験管 G の溶液のみ塩酸で中和し、さらに試験管 F と G の溶液に蒸留水を加えて 3 mL にした。この時の試験管 F と G の溶液は、それぞれ pH13 と pH7 であった。その後、3 %過酸化水素水 2 mL を加えて 35℃で 30 分間反応させた(酵素反応)。

各試験管において酵素反応中に発生した気体の量を、試験管 A の気体発生量を 10(相対量)として下表に示す。一般的にタンパク質の変性は不可逆であることが知られている。また、ここでは温度変化は速やかに起こるものとする。

表 カタラーゼの活性測定の結果

試験管	A	B	C	D	E	F	G
前処理	pH7 35℃	pH7 4℃	pH7 4℃	pH7 90℃	pH7 90℃	pH13 35℃	pH13 35℃
酵素反応	pH7 35℃	pH7 4℃	pH7 35℃	pH7 90℃	pH7 35℃	pH13 35℃	pH7 35℃
気体発生量(相対値)	10	1	a	0	b	0	c

問 1 表中の a～c にあてはまるものを，以下の(あ)～(う)より 1 つずつ選び，それぞれ記号で答えなさい。また，その原因として考えられることを以下の(ア)～(カ)より 1 つずつ選び，それぞれ続けて記号で答えなさい。同じ記号を何度用いてもよい。(解答例：あ， ア)

(あ) 0～1 (い) 4～6 (う) 9～10

ア 前処理でカタラーゼの構造は変化しなかったので，酵素としてのはたらきが保たれた。

イ 前処理でカタラーゼの構造は変化しなかったが，酵素としてのはたらきが一部失われた。

ウ 前処理でカタラーゼの構造は変化しなかったが，酵素としてのはたらきがすべて失われた。

エ 前処理でカタラーゼの構造は変化したが，酵素としてのはたらきが保たれた。

オ 前処理でカタラーゼの構造は変化し，酵素としてのはたらきが一部失われた。

カ 前処理でカタラーゼの構造は変化し，酵素としてのはたらきがすべて失われた。

問 2 カタラーゼの基質が過酸化水素であることを示すのに最も適切な実験を，以下の選択肢から 1 つ選び，記号で答えなさい。

(あ) 試験管 A の前処理のときに，過酸化水素水を加える。

(い) 試験管 A の酵素反応のときに，過酸化水素水の代わりに蒸留水を入れる。

(う) 試験管 A の前処理のときに，カタラーゼ溶液の代わりにリン酸緩衝溶液を入れる。

(え) 試験管 A の前処理のときに，カタラーゼ溶液の代わりに酸化マンガン(Ⅳ)を入れる。

問 3 酵素反応の試験管 A を、気体が発生しなくなるまで放置した後、試験管 A の溶液を 2 つに分けて溶液 A1 と A2 とした。溶液 A1 にカタラーゼ溶液をさらに加えたところ、気体は発生しなかった。この結果から、溶液 A1 の成分についてあてはまる可能性があるものを、以下の(あ)～(え)より 2 つ選び、記号で答えなさい。また、この 2 つのうち、どちらが正しいかを調べる実験として溶液 A2 には何を加えるとよいか、もっとも適切な物質の名称を答えなさい。

- (あ) 活性のあるカタラーゼも過酸化水素も残っていた。
- (い) 活性のあるカタラーゼは残っていたが、過酸化水素はなくなっていた。
- (う) 活性のあるカタラーゼはなくなっていたが、過酸化水素は残っていた。
- (え) 活性のあるカタラーゼも過酸化水素もなくなっていた。

問 4 カタラーゼが触媒する化学反応の反応式を書きなさい。

問 5 下線部①に着目し、食の安全管理という観点からカタラーゼによる反応をどのように利用できるかを考え、二行以内で説明しなさい。

後期 生物 IV 出典

日本医科大学 2015 年度 生物 II を一部改変